

7

И.В.ЛАНЦОВА, И.Л.ГРИГОРЬЕВА,  
О.А.ТИХОМИРОВ

**ВОДОХРАНИЛИЩА  
КАК ОБЪЕКТ РЕКРЕАЦИОННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

ТВЕРЬ 2004

*И. Л. Григорьева*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И.В. ЛАНЦОВА, И.Л. ГРИГОРЬЕВА,  
О.А. ТИХОМИРОВ

**ВОДОХРАНИЛИЩА  
КАК ОБЪЕКТ РЕКРЕАЦИОННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Монография*

ТВЕРЬ 2004

УДК 556.55(470.331)+504.54(470.331)

ББК Д9(2РОС334-4ТВЕ)22

Л 22

**Рецензенты:**

Заведующий лабораторией гидрологии Института географии РАН доктор географических наук, профессор

*Н.И.Коронкевич*

Ведущий научный сотрудник лаборатории охраны вод института водных проблем доктор географических наук

*В.П.Салтанкин*

**Ланцова И.В., Григорьева И.Л., Тихомиров О.А.**

Л 22 Водохранилища как объект рекреационного использования:

Монография. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2003. – 160 с.

ISBN 5-7609-0255-5

В монографии освещаются основные методические подходы и принципы рекреационных исследований на водохранилищах и пути повышения эффективности рекреационного использования водоемов. Показано влияние рекреации на береговые и аквальные комплексы водохранилищ (на примере Иваньковского). Рассматриваются проблемы рекреационного водопользования малых рек.

Для специалистов в области геоэкологии, охраны окружающей среды и организации массового отдыха и туризма на водоемах, географов.

Табл. 51. Рис. 9. Библиогр.: 98 назв.

УДК 556.55 (470.331) + 504.54 (470.331)

ББК Д 9 (2 РОС 334 – 4 ТВЕ) 22

ISBN 5-7609-0255-5

© Ланцова И.В., Григорьева И.Л.,  
Тихомиров О.А., 2004

© Тверской государственный  
университет, 2004

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
Глава 1. Основные методические подходы и принципы исследования проблемы рекреационного природопользования .....	7
1.1. Рекреация и рекреационное природопользование. Основные термины и понятия .....	8
1.2. Основные теоретические положения исследования рекреационного природопользования.....	12
1.3. Рекреационная бонитировка акваторриториальных комплексов (АТК) водохранилищ .....	20
1.4. Определение допустимых рекреационных нагрузок .....	23
1.5. Классификация видов отдыха .....	28
1.6. Функциональное зонирование рекреационных территорий .....	29
Глава 2. Роль физико-географических факторов в развитии рекреации .....	34
2.1. Природно-климатическая зональность .....	34
2.2. Климатические факторы .....	40
2.3. Литолого-геоморфологические и гидрогеологические условия территории .....	44
2.4. Почвенно-растительный покров .....	47
2.5. Почвенные воды .....	48
2.6. Ландшафтно-структурные особенности территории .....	51
Глава 3. Масштабы и перспективы рекреационного использования Иваньковского водохранилища .....	63
3.1. Физико-географическая характеристика водосборной площади...63	
3.2. Масштабы рекреационного природопользования на водохранилище.....	69
3.3. Структура видов отдыха .....	73
3.4. Изменение береговых комплексов водохранилища под действием рекреационных нагрузок .....	80

Глава 4. Гидролого-гидрохимическая характеристика аквальных комплексов Иваньковского водохранилища .....	88
4.1. Характеристика антропогенных нагрузок на аквальные комплексы водоема .....	89
4.2. Общая характеристика водохранилища и его гидрологический режим .....	93
4.3. Качество воды водохранилища .....	101
4.4. Оценка качества воды Иваньковского водохранилища по комплексу показателей .....	107
Глава 5. Малые реки и проблемы их рекреационного использования .....	112
5.1. Общие положения .....	112
5.2. Гидрологическая характеристика малых притоков Иваньковского водохранилища .....	114
5.3. Геоэкологическая оценка водосборных территорий и качество воды малых рек .....	117
Глава 6. Пути повышения эффективности рекреационного использования водохранилищ .....	131
6.1. Основные межотраслевые противоречия при рекреационном использовании водохранилищ .....	131
6.2. Основные внутриотраслевые противоречия при рекреационном использовании водохранилищ .....	142
6.3. Мероприятия по снижению негативных последствий рекреационного использования водохранилищ .....	143
Заключение .....	152
Список литературы .....	155

## Введение

Во многих странах мира туризм и рекреация являются наиболее прибыльными отраслями экономики, зачастую более выгодными, чем промышленность или сельское хозяйство. К сожалению, в нашей стране до последнего времени уделялось этой отрасли недостаточное внимание. В основном развитие туристской индустрии базировалось на организации выездного туризма, в результате чего ежегодно российские граждане тратят на отдых за рубежом (по данным различных источников) от 10.5 до 12 млрд долларов США.

В настоящее время в России уделяется большое внимание развитию рекреации и туризма. Однако организация и развитие туристско-рекреационной структуры требуют на начальном этапе существенных материальных затрат, но, как показывает мировой опыт, окупаемость их может быть весьма высокой и довольно быстрой (1-2 сезона), а прибыль от развития туристской индустрии – несопоставимо больше вложенных затрат. Именно поэтому необходимо развитие туристской индустрии ориентировать на въездной и внутренний туризм. Кроме того, организация рационального туристско-рекреационного природопользования снижает его негативное воздействие на природные комплексы практически до безопасного уровня.

Организация отдыха населения является важной социально-экономической задачей. Наиболее популярен отдых на берегах водоёмов, что объясняется наличием благоприятных условий для развития различных видов отдыха, спорта и туризма. В условиях значительных масштабов рекреационного природопользования и дефицита естественных водных рекреационных ресурсов всё большее значение для целей рекреации приобретают водохранилища. Особенно велика роль водохранилищ в регионах с высокой концентрацией городского населения и ограниченными водными ресурсами. В некоторых районах водохранилища служат ядром, вокруг которого формируется специфическая территориально-рекреационная система. В настоящее время на берегах водохранилищ отдыхает больше населения, чем на других водных объектах России. В связи со сложностью социально-экономических условий и трудностями, возникающими при посещении традиционных мест отдыха (Кавказ, страны Балтии, курорты Украины и т.д.) значение водохранилищ для рекреации в последние годы ещё более возросло.

Развитие рекреации на водохранилищах требует особого подхода к сохранению качества этих сложных природно-хозяйственных объектов и решения следующих конкретных задач:

- определения и оценки специфики экосистемы “водосбор – водоём” как объекта рекреационного природопользования;

- оценки компонентов природы по их значимости для отдельных видов отдыха;
- определения интенсивности и характера влияния отдельных видов отдыха на компоненты природы и на состояние экосистемы "водосбор - водоём" в целом;
- определения допустимых рекреационных нагрузок по видам отдыха на наземные и водные экосистемы водохранилищ;
- составление рекомендаций по структуре рекреационного природопользования.

Иваньковское водохранилище, являясь водоемом комплексного назначения, в последнее десятилетие интенсивно используется для целей рекреации. В результате многолетних исследований авторов накоплен значительный фактический материал по его экологическому состоянию и рекреационному освоению, что позволило нам подробно осветить проблемы рекреационного использования водохранилищ.

### Основные методические подходы и принципы исследования проблемы рекреационного природопользования

В развитии рекреационной географии в нашей стране можно выделить несколько этапов. Наибольшего всплеска “рекреационная тематика” достигла в 70-80-е гг. прошлого столетия. Именно в этот период определились основные направления рекреационной географии и были чётко сформулированы её основные проблемы, имеющие как общенаучное, так и конструктивное значение, и разработана система методов исследования (Герасимов и др., 1969; Герасимов, Преображенский, 1979; Преображенский, Веденин, 1971; Преображенский и др., 1982; Теоретические основы ... 1975).

В начале 90-х гг. отмечался некоторый спад интереса к рекреационной тематике, что было вызвано особенностями социально-экономических условий того периода.

В последнее время исследования в области рекреации и туризма вновь заметно активизировались. Появилось значительное количество работ, посвящённых обоснованию необходимости развития сферы туризма и рекреации как весьма выгодных отраслей хозяйства и освещающих социальный, экономический и медицинский аспекты данной проблемы (Азарян, Жукова, 2000; Дроздов, 2003; Кочуров, Иванов, 2003; Послухаев, Послухаева, 2002; Цыганов и др., 2000).

Рекреационное использование водохранилищ представляет большой интерес в силу ряда причин (Авакян, Яковлева, 1976; Авакян и др., 1990):

- 1) во многих районах, особенно бедных естественными водоёмами, водохранилища повышают рекреационную ёмкость и ценность ландшафтов, а в некоторых случаях служат ядром, создающим такие ландшафты;
- 2) большинство водохранилищ комплексного назначения создано вблизи городов, небольшие водохранилища рекреационного назначения могут создаваться и в пределах городских территорий. Так, в СССР около 80 млн человек проживало на территории с двухчасовой транспортной доступностью к водохранилищам, в том числе 30 млн — непосредственно на берегах водохранилищ. Таким образом, более половины городского населения страны имело и имеет возможность использовать водохранилища для кратковременного отдыха, причём как в будние, так и в выходные дни;
- 3) водохранилища могут быть созданы с учётом многих требований рекреации;
- 4) водохранилища для рекреационных целей могут создаваться в наиболее благоприятных климатических условиях;



- 5) водохранилища комплексного и целевого назначения, создаваемые в горных и северных районах, имеют хорошие подъездные пути, поэтому их легче и проще использовать в рекреационных целях, чем озёра;
- 6) благодаря наличию при строительстве гидроузлов базы индустрии и квалифицированных кадров, строительство на берегах водохранилищ гостиниц, турбаз и других рекреационных объектов может осуществляться качественнее и в более короткие сроки; для рекреации могут быть использованы посёлки строителей.

Рекреационная ценность водохранилищ определяется целой группой разнородных факторов: расположением объекта в той или иной природно-климатической зоне, типом и разнообразием природных территориальных и аквальных комплексов, а также параметрами и характеристиками самого водохранилища. Большое значение для массового рекреационного освоения водохранилищ имеет их транспортная доступность.

### **1.1. Рекреация и рекреационное природопользование. Основные термины и понятия**

Рекреационное природопользование трактуется нами как совокупность всех видов рекреационных занятий и туризма, использующих компоненты природы, удовлетворяющие потребности населения в осуществлении рекреационной деятельности.

В системе рекреационного природопользования особое место занимает рекреационное водопользование, т.к. отдых на берегах и акватории водных объектов является наиболее популярным и массовым.

С позиций рационального использования и охраны водных ресурсов от загрязнения под рекреационным водопользованием следует понимать деятельность населения, связанную с осуществлением различных видов рекреационных занятий (отдыха, спорта, туризма) на акватории и побережье водоёмов, оказывающую прямое или косвенное (опосредованное) воздействие на качество воды и экосистемы водных объектов (Авакян и др., 1986).

Рекреационное водопользование объединяет в себе многие виды отдыха, отличающиеся между собой сезонами максимальных нагрузок, интенсивностью использования природных комплексов, путями, характером и объёмами загрязнений, поступающих в водоёмы. Вот почему изучение влияния рекреационного водопользования на природные (аквальные и территориальные) геосистемы требует проведения комплекса исследований по различным аспектам данной проблемы, обобщения на системном уровне и разработки соответствующих рекомендаций.

В связи с увеличением в настоящее время масштабов рекреационного природопользования возникает ряд вопросов, которые были сформулированы ещё в 1980-е гг., но и в настоящее время не потерявшие

своей актуальности, а именно: необходимость выделения и обустройства пригодных для организации отдыха земель и акваторий; создание мест ночлега; изменение направлений транспортной сети и содержания перевозок; развитие сферы обслуживания населения вне мест постоянного жительства; организация огромных людских потоков, связанных с рекреационной миграцией; организация воспроизводства и охраны, необходимых для её удовлетворения ресурсов (География рекреационных систем ... 1980).

При разработке общей методологической концепции рекреационного природопользования важное место занимает понятие «**природные рекреационные ресурсы**», поскольку в зависимости от той или иной трактовки этого понятия оценка рекреационного потенциала одного и того же региона (территории, акватории, природного комплекса) может оказаться существенно различной.

В процессе формирования рекреологии содержание понятий «**рекреационные ресурсы**», «**природные рекреационные ресурсы**» претерпело существенные изменения (Территориальная организация... 1986).

По определению Л.А. Багровой и других исследователей (1977), «**природные рекреационные ресурсы**» представляют собой природные и природно-технические геосистемы, тела и явления природы, которые обладают комфортными свойствами для рекреационной деятельности и могут быть использованы в течение некоторого времени для организации отдыха и оздоровления некоторого контингента людей.

В качестве природных рекреационных ресурсов (применительно к их хозяйственному использованию) могут рассматриваться природно-территориальные системы при наличии соответствующих потребностей и возможностей освоения их рекреационным хозяйством. При этом природные условия не тождественны природным рекреационным ресурсам (Авакян и др., 1990).

С нашей точки зрения, вышеприведённое определение не является исчерпывающим. Во-первых, всегда есть люди, осваивающие самые суровые и некомфортные по условиям (с общепринятых понятий) территории. В последние годы всё шире развивается так называемый "экстремальный" туризм, в результате чего в рекреационное природопользование вовлекаются территории и рекреационные ресурсы, ранее считавшиеся непригодными для рекреационного освоения.

Дать исчерпывающее, всеобъемлющее определение понятию «**природные рекреационные ресурсы**» представляется весьма затруднительным. Поэтому следует определять не рекреационные ресурсы вообще для туристско-рекреационной деятельности, а для отдельных её направлений, непосредственно связанных с определёнными видами

природных ресурсов и условий (климатических, водных, геоморфологических и др.) (Авакян и др., 1990).

Сочетание благоприятных факторов и условий, характеризующих тот или иной ресурс, определяет конкретные направления и возможности рекреационной деятельности. Понятие «**водные рекреационные ресурсы**» можно определить с этих позиций как наличие (или совокупность) водных объектов с благоприятными для различных видов рекреационной деятельности ресурсными, режимными и качественными характеристиками. «**Водные рекреационные ресурсы**» могут оцениваться для территориальных единиц различного ранга (страны, административных областей, речных бассейнов и т.д.). При этом необходимо учитывать водные объекты с существенно различными количественными, режимными и качественными характеристиками – моря, озёра, реки, водохранилища, пруды.

При оценке водных рекреационных ресурсов регионов или отдельных территорий важно определить рекреационную значимость водных объектов различного типа в общем водном фонде.

Авторами разрабатывалась методика оценки ресурсного потенциала водоохраных зон (ВЗ) водных объектов (Ланцова, Яковлева, 1993; Ланцова, Яковлева, 1995). Под ресурсным потенциалом ВЗ понимается совокупность компонентов природы, их свойств и отдельных параметров, которая даёт возможность использовать ВЗ в хозяйственных целях без ущерба для экологического состояния наземных и водных экосистем и позволяющая им при этом сохранять или восстанавливать свои природные свойства.

С точки зрения рекреационного природопользования следует применять понятие «**рекреационный потенциал**». По определению А.А. Дорофеева (Дорофеев, Атрощенко, 2002 а), **рекреационный потенциал** территории понимается как совокупность природных, инженерно-технических и культурно-исторических объектов, веществ и условий, приуроченных к данной территории, которые совместно определяют пригодность территории для развития различных видов туризма, создают возможность для разнообразных рекреационных занятий, лечения, оздоровления, отдыха и досуга.

Поскольку основное внимание в предлагаемой книге уделяется рекреационному использованию водохранилищ, а туристское освоение практически не рассматривается, то под **рекреационным потенциалом водных объектов** нами понимается совокупность компонентов природы, их свойств и отдельных параметров, которая позволяет наиболее полно удовлетворить потребности в различных видах рекреационных занятий без ущерба для экологического состояния наземных и аквальных комплексов водохранилищ.

Под **рекреационной ёмкостью** береговых и аквальных комплексов авторами понимается количество отдыхающих, использующих данный комплекс для тех или иных видов рекреационных занятий, без появления процессов дигрессии отдельных компонентов или комплекса в целом. Ёмкость комплексов зависит от их **рекреационной устойчивости**, под которой с позиций рекреационного природопользования нами понимается способность отдельных компонентов природы или природного комплекса в целом выдерживать определённые **рекреационные нагрузки**, не теряя при этом способности к самовосстановлению.

**Рекреационная нагрузка** — это воздействие, оказываемое отдыхающими на природную среду при осуществлении ими тех или иных рекреационных занятий.

Единого **определения** понятия «рекреационная нагрузка» до сих пор не выработано. Так, в работе В.П. Чижовой (1977) под **рекреационной нагрузкой** понимается количество отдыхающих, проходящих по единице площади в единицу времени (чел. час./га или чел./га в день). Единовременная плотность отдыхающих измеряется в чел./га, что у ряда авторов принимается за **рекреационную нагрузку**. Недопустимыми считаются нагрузки, при которых происходят необратимые процессы изменения комплекса (Казанская, 1973).

**Рекреационной нагрузкой** авторы считают количество отдыхающих на единицу площади, а под допустимыми рекреационными нагрузками (Ланцова, Яковлева, 1985; Ланцова, Яковлева, 1992) понимается такая суммарная нагрузка (при учёте всех развитых здесь видах рекреационного использования), при которой система не выводится из равновесия и не теряет способности к самовосстановлению и самоочищению.

При соблюдении допустимых нагрузок все компоненты, входящие в систему «берег-водоём», не теряют своей **резистентной устойчивости** и сохраняют все свои первоначальные свойства или восстанавливают их за непродолжительный период.

Как показали отечественные и зарубежные исследования, рекреация оказывает порой весьма существенное негативное воздействие на состояние прибрежных территориальных комплексов (схожее по воздействию с выпасом скота) и на восстановление почвенно-растительной ассоциации (по объёму биомассы и по видовому составу) требуется от четырех до шести лет (Manning, 1979).

\* Под **резистентной устойчивостью** понимается способность экосистем сопротивляться пертурбациям (нарушениям), поддерживая неизменно свою структуру и функции. Упругая устойчивость — это способность системы восстанавливаться после того, как её структура и функции были нарушены (Одум, 1986). Нами эти термины используются при определении устойчивости комплексов к рекреационным нагрузкам и их способности к самовосстановлению. Известно, что при благоприятных физических условиях среды экосистемы проявляют резистентную устойчивость, а в изменчивых физических условиях — упругую.

## 1.2. Основные теоретические положения исследования рекреационного природопользования

Решение проблем повышения эффективности\* рекреационного использования водохранилищ возможно только при выработке комплексной методики изучения как береговых, так и водных геокомплексов. При разработке методических принципов и подходов к решению задачи мы исходили из двух основных теоретических положений.

**Первое** — это единство и взаимосвязь водоёма и территории. Особое внимание уделяется тому обстоятельству, что территория (береговая зона) и акватория водохранилищ находятся в тесном взаимодействии. Практически все виды отдыха связаны с использованием как береговых, так и аквальных комплексов и оказывают прямое или косвенное (опосредованное) влияние на те и другие соответственно. При этом необходимо определить степень и характер этого влияния в контактной зоне “водосбор-водоем”. С точки зрения рекреационного водопользования под системой “водосбор-водоем” нами понимается такое сочетание отдельно существующих в плане береговых и аквальных комплексов, испытывающих рекреационное воздействие различной интенсивности, энергомассообмен между которыми позволяет считать их единой экосистемой. При определении допустимых рекреационных нагрузок на акватерриториальные экосистемы (АТЭ) водохранилищ ориентируются на самое слабое звено системы (береговые или аквальные комплексы).

При исследовании научных проблем и разработке конкретных рекомендаций по повышению эффективности рекреационного использования водохранилищ необходим системный подход на разных таксономических уровнях в зависимости от целей исследования: от всей системы “водосбор-водоем” до отдельных береговых и аквальных комплексов.

При изучении экосистем крупного таксономического ранга экологи используют два подхода (Одум, 1986): 1 - холистический, который предполагает измерение поступлений и выхода энергии и различных веществ, оценку совокупных и эмерджентных\* свойств целого, а потом при необходимости — изучение его составных частей; 2 — мерологический, при котором сначала изучаются свойства основных частей, а затем эти сведения экстраполируются на систему в целом.

\* Под термином “эффективность” понимается дальнейшее расширение рекреационного водопользования и его интенсификация, особенно вблизи крупных городов, максимальное удовлетворение запросов в отдыхе при максимальном снижении его негативных последствий.

\* Эмерджентные свойства — новые свойства данного экологического уровня, отсутствовавшие у единиц (подмножеств) более низкого уровня и появившиеся при их объединении.

Исследуя экосистему "водосбор — водоём" с точки зрения рекреационного природопользования, можно применять оба подхода, однако первый, на наш взгляд, значительно усложнит решение проблемы, т.к. при достаточно высоком хозяйственном освоении территории трудно в общем потоке поступления и выхода вещества и энергии выделить долю, приходящуюся на рекреационное воздействие. Поэтому наши методические разработки основаны на мерологическом подходе, при котором изучается воздействие отдельных видов рекреации на отдельные компоненты АТЭ и на основе полученных данных проводится оценка этого воздействия на систему в целом.

При решении проблемы рекреационного использования водохранилищ необходимо решить два основных вопроса: с одной стороны, более полного удовлетворения спроса населения в отдыхе на водных объектах и, с другой стороны, снижения негативного воздействия рекреации на береговые и аквальные экосистемы, т.е. в конечном счёте повышения эффективности рекреационного использования водохранилищ.

В связи с этим возникает необходимость определения рекреационной устойчивости береговых и аквальных экосистем к рекреационным нагрузкам, особенностей функционирования данных систем и динамики развития в процессе рекреационного водопользования. Это позволит дать практические рекомендации по структуре рекреационного водопользования, по пространственно-временному регулированию рекреационных нагрузок как в пределах одного водохранилища, так и в масштабах целых регионов.

Вторым теоретическим обоснованием методики исследований послужило то положение, что поскольку каждый вид рекреационного природопользования отличается характером, объемами, интенсивностью и путями воздействия и поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в экосистему "водосбор — водоём", то следует рассматривать не влияние рекреации вообще, а оценивать воздействие отдельных видов отдыха на береговые и аквальные экосистемы.

Многолетние натурные исследования на ряде водохранилищ, расположенных в различных природно-климатических зонах и интенсивно используемых в рекреационных целях, позволили провести экспертную оценку воздействия отдельных видов рекреации на береговые и аквальные экосистемы водохранилищ (табл. 1.2.1).

Таблица 1.2.1. Оценка воздействия видов отдыха на береговые и аквальные комплексы водохранилищ

Виды отдыха	Оценка воздействия (в баллах)			
	На береговые комплексы	На аквальные комплексы		Сумма баллов
		Гидробиоценозы	Качество воды	
Стационарный неорганизованный туризм**	3*	3	3	9
Отдых с использованием автотранспорта	3	1	2	6
Пеший туризм	3	1	1	5
Сбор грибов и ягод	3	0	0	3
Рыболовство с берега	1	1	1	3
Охота на водоплавающую дичь	1	2	1	4
Отдых с использованием маломерного моторного флота	2	3	3	8
Купание	1	2	2	5
Парусный спорт и виндсерфинг	0	1	1	2
Байдарочный спорт	0	1	1	2
Рыболовство с лодки	0	1	2	3
Рыболовство со льда	1	1	3	5

\*Воздействие оценивалось по четырехбалльной шкале: 3 балла – сильное воздействие; 2 балла – существенное; 1 балл – незначительное; 0 баллов – воздействие отсутствует.

\*\*Стационарный туризм включает в себя целый комплекс видов отдыха, но в данном случае он рассматривается как вид, связанный с довольно длительным проживанием отдыхающих на ограниченной площади и с осуществлением ими хозяйственно-бытовой деятельности, отличающейся особым характером, интенсивностью и путями поступления загрязнений.

Характер и виды воздействия также существенно отличаются при разных видах рекреационного природопользования (табл. 1.2.2).

Наиболее сильное воздействие на береговые и аквальные комплексы водохранилищ оказывают такие виды отдыха, как стационарный неорганизованный туризм, отдых с использованием автотранспорта и маломерного моторного флота. Прямое и косвенное отрицательное воздействие видов рекреации на аквальные и береговые экосистемы обнаруживают сложные причинно-следственные связи (прямые и обратные). Нередко косвенное воздействие по своим последствиям превышает прямое воздействие.

Неоднородность физико-географического (ландшафтного) строения территории водосборной территории водохранилищ весьма существенна. В значительной степени отличаются участки и по интенсивности хозяйственного использования. При интенсивном хозяйственном освоении береговых комплексов водохранилищ их рекреационная ценность резко снижается в результате уменьшения площадей неизменённых экосистем, ухудшения экологического состояния АТЭ и т.д. От основных особенностей природных и антропогенных факторов зависят интенсивность и направленность процессов дигрессии природных комплексов. Для анализа и сравнения различных участков по их экологическому состоянию и тенденциям развития проводится оценка устойчивости береговой зоны водных объектов по основным природным комплексам.

При рассмотрении вопросов воздействия рекреационного природопользования на качество береговых и аквальных комплексов, а также на качество воды выделяют две принципиально отличающиеся категории: организованные и неорганизованные (самодеятельные) отдыхающие. Выделение этих категорий обосновано в силу ряда причин, а именно:

- при организованном отдыхе происходит распределение рекреационных нагрузок в течение года или сезона, в то время как при самодеятельном отдыхе распределение нагрузок во времени носит случайный (стихийный) характер;
- при проектировании учреждений отдыха планируется оптимальное размещение функциональных зон (жилая зона, зона прогулок, пляжная, игровая и т.д.) по территории; при неорганизованном отдыхе преобладает случайное размещение функциональных зон;
- наличие элементов инженерного и биотехнического обустройства, а также систем водоснабжения, водоотведения, канализации и санитарного обустройства снижают негативные последствия рекреационного воздействия на качество вод и состояние экосистем при организованном отдыхе; в то же время отсутствие элементов обустройства рекреационных территорий при неорганизованном отдыхе усиливает отрицательное воздействие рекреации на этих участках.



Кроме того, на участках организованного отдыха определение допустимых рекреационных нагрузок должно проводиться до создания учреждения отдыха, и рекомендации, как правило, учитываются на стадии планирования и проектирования, в результате чего при правильно определённых нагрузках отрицательное воздействие рекреационного использования водохранилищ сводится к минимуму. При несоблюдении этих условий и низком уровне обустройства развиваются процессы рекреационной дигрессии и территории теряют свою живописность и аттрактивность.

На участках неорганизованного отдыха планировочные мероприятия отсутствуют, а стихийность распределения нагрузок во времени и по территории вызывает возникновение процессов дигрессии в наземных и аквальных экосистемах, и если вовремя не провести ряд природоохранных мероприятий, то процессы рекреационной дигрессии становятся необратимыми, что приводит в ряде мест к невозможности использования этих территорий для целей рекреации.

Все виды рекреационного природопользования существенно отличаются по характеру и интенсивности воздействия на береговые и водные экосистемы. Однако по основным последствиям для береговой зоны и акватории их можно объединить в две группы, принципиально отличающиеся друг от друга:

- 1 – виды отдыха с преимущественным использованием территории;
- 2 – виды отдыха с преимущественным использованием акватории.

К первой группе относятся организованный отдых в учреждениях отдыха, стационарный и пеший неорганизованный туризм, пикники, осмотр местности, сбор грибов и ягод, отдых с использованием автотранспорта и т.п. Ко второй группе следует отнести купание, отдых с использованием маломерного моторного флота, катание на байдарках и яхтах, рыболовство, подводное плавание, виндсерфинг и т.д.

Повышение природоохранной эффективности рекреационного использования водохранилищ возможно на основе проведения рекреационной бонитировки береговых и аквальных природных комплексов водных объектов, проведения функционального зонирования рекреационных участков и определения дифференцированных допустимых рекреационных нагрузок по видам отдыха, что позволяет определить общий рекреационный потенциал объекта и наметить характер и объём необходимых рекреационно-мелиоративных мероприятий.

Таблица 1.2.2. Характер воздействия некоторых видов отдыха на акваторригорильные комплексы

Виды отдыха	Характер воздействия					
	На береговые комплексы	Прямое		На береговые комплексы	Косвенное	
		На аквальные комплексы			На аквальные комплексы	
1	2	Гидробиоценозы	Качество воды	5	Гидробиоценозы	Качество воды
Стационарный туризм	Угнетение и уничтожение растительного покрова, поломки, порубки древостоя, уплотнение почв, уменьшение почвенного горизонта	Уничтожение высшей водной растительности; изменение количественного состава гидробионтов	Поступление нефтепродуктов. Поступление загрязнений от купания, мытья посуды, стирки и т.д.	Усиление плоскостного смыва; обнажение корней деревьев, выпадение из ассоциаций отдельных видов	Изменение видового и количественного состава гидробионтов в результате изменения качества воды	Смыв загрязняющих веществ с рекреационных участков и взмучивание донных отложений, обрушение берегов
Пеший туризм	Вытаптывание травостоя, поломки и порубки древостоя, уплотнение почв, развитие тропиной сети и костриц			Усиление плоскостного смыва, развитие линейной эрозии, обрушение берегов	Изменение состояния аквальных комплексов из-за поступлений с берега	Смыв загрязняющих веществ с берега, обрушение берегов
Сбор грибов и ягод	Вытаптывание травостоя, поломки, порубки древостоя, уплотнение почв			Усиление плоскостного смыва		

1	2	3	4	5	6	7
С использованием автотранспорта	Нарушение травостоя, уплотнение почв, поломки древостоя	Нарушение высшей водной растительности	Поступление нефтепродуктов при мытье машин	Усиление плоскостного смыва, обрушение берегов	Изменение состояния аквальных комплексов из-за изменения качества воды	Смыв загрязняющих веществ с берега, обрушение берегов
Рыболовство с берега	Вытапывание растительного покрова, поломки деревьев, обрушение берегов	Изменение численного состава гидробионтов	Поступление продуктов жизнедеятельности человека и рыбного прикорма	Усиление плоскостного смыва		Смыв загрязнений с берега и взмучивание донных отложений
Охота на водоплавающую дичь	Угнетение растительного покрова в местах троп, засидок и ночевок	Изменение численного состава зооценозов, нарушение аквальных комплексов при вытапывании	Поступление продуктов жизнедеятельности человека			
Купание	Вытапывание и загрязнение пляжной зоны, обрушение берегов	Уничтожение высшей водной растительности, изменение видового и количественного состава гидробионтов	Поступление продуктов жизнедеятельности человека, бактериальное загрязнение при смыве с тела			Смыв загрязняющих веществ с пляжной зоны, взмучивание донных отложений
С использованием м/м флота	Обрушение и размыв берегов	Уничтожение ряда гидробионтов	Поступление нефтепродуктов и канцерогенных веществ		Изменение видового и количественного состава гидробионтов из-за изменения качества воды	Изменение кислородного режима, взмучивание донных отложений, обрушение берегов

1	2	3	4	5	6	7
Рыболовство с лодки		Нарушение зарослей высшей водной растительности, изменение количественного и видового состава гидробионтов	Поступление продуктов жизнедеятельности человека и рыбного прикорма			
Рыболовство со льда	Порубки и поломки древостоя и образование кострищ	Изменение количественного и видового состава гидробионтов	Поступление прикорма и продуктов жизнедеятельности человека и хозяйственно-бытовых отходов	Поступление в почву загрязнений после таяния снега, уплотнение снежного покрова и усиление плоскостного смыва	Изменение состояния аквальных комплексов из-за изменения качества воды	Поступление хозяйственно-бытовых отходов и продуктов жизнедеятельности при таянии льда и смыв с берега
С использованием парусных судов и виндсерфинг		Частичное нарушение высшей водной растительности, обрывание цветов	Поступление бытовых отходов и продуктов жизнедеятельности, смыв с тела микробного загрязнения			

### 1.3. Рекреационная бонитировка акваторриальных комплексов (АТК) водохранилищ

Известно, что допустимые рекреационные нагрузки (ДРН) зависят от типа природного комплекса, его первоначального состояния и рекреационной устойчивости. В связи с этим возникает необходимость инвентаризации и бонитировки (оценки) береговых и аквальных комплексов как объектов рекреации.

Рекреационная бонитировка проводится для отдельных видов отдыха или их сочетаний, т.е. по видам отдыха, предъявляющим аналогичные требования к рекреационным участкам. Для проведения бонитировки необходим выбор количественных критериев по ряду показателей, являющихся значимыми для развития данного вида отдыха (или их сочетаний). Как показал опыт исследований, критерии значительно варьируют по природно-климатическим зонам.

Для проектно-планировочных изысканий удобно количественные критерии выражать в баллах. По сумме баллов выделяются участки наиболее удобные для тех или иных видов отдыха или их сочетаний. Как показали исследования, наибольшее число характеристик следует учитывать при бонитировке рекреационных участков для неорганизованного стационарного туризма, т.к. именно этот вид отдыха предъявляет наиболее высокие требования к компонентам природной среды. Количество учитываемых показателей может изменяться в зависимости от природных особенностей территории, а также от характера и интенсивности антропогенной освоенности. Следовательно, может меняться и сумма баллов, характеризующая класс рекреационного бонитета.

Проведение рекреационной бонитировки водохранилищ позволит составить карты перспективного рекреационного освоения водохранилищ и наметить наиболее предпочтительную структуру рекреационного природопользования. Однако для сохранения качества природных экосистем необходимо также определение допустимых рекреационных нагрузок на рекреационных участках различного рекреационного бонитета, т.к. рекреационные участки высокого бонитета могут быть весьма неустойчивыми к рекреационному воздействию.

По бонитировочным таблицам можно выделить участки наиболее перспективные для рекреационного освоения. Однако для более полного удовлетворения рекреационного спроса необходимо проведение некоторых природоохранных и инженерно-мелиоративных мероприятий. Так, например, если участок по всем показателям, кроме ширины пляжной зоны, благоприятен для купания, следует произвести намыв пляжа; если для катания на лодках не подходит глубина, можно произвести

дноуглубительные работы и т.д. Следовательно, бонитировочные таблицы позволяют не только выработать предпочтительную структуру отдыха, но и определить характер и объём необходимых мероприятий.

Рекреационная оценка проводится нами по шести классам рекреационного бонитета: от I класса — угодья максимальной комфортности — до VI класса — угодья, непригодные для рекреации.

Для Иваньковского водохранилища береговые комплексы по классам бонитета располагаются следующим образом:

I класс бонитета — угодья максимальной комфортности — характеризуется следующими признаками: высокий травяной берег; сочетание залесённых участков (сосново-берёзовые, берёзово-еловые и елово-берёзовые леса) и полян; наличие нешироких (2 — 10 м) пологих песчаных пляжей, дно без наилка; высшая водная растительность отсутствует. Хорошая транспортная доступность (автомобилотранспорт и водный общественный транспорт). Допустимая рекреационная нагрузка от 40 до 60 чел./га в течение летнего периода.

II класс — высокой комфортности — характеризуется следующими признаками: невысокий берег; сочетание сосново-берёзовых и елово-берёзовых лесных участков с травяными полянами. Пляжи в основном травяные, на отдельных участках — песчаные, дно без наилка. На небольших участках — высшая водная растительность. Допустимая рекреационная нагрузка — 40 чел./га на лесных участках и до 60 чел./га на луговых комплексах.

III класс — комфортные угодья — невысокий травяной берег, местами закустаренный, с небольшими лесными участками; местами подмытый береговой уступ. Пляжи травяные, иногда отсутствуют полностью. Допустимая рекреационная нагрузка — 20 — 30 чел./га; при проведении мелиоративных мероприятий нагрузка может быть увеличена до 50 чел./га.

IV класс — пониженной комфортности — низкий берег, довольно влажный, с луговой растительностью; подходы к воде местами отсутствуют (заросли ивы, ольхи). Пляжи травяные, сырые, иногда полностью отсутствуют. Водная растительность встречается фрагментарно. Допустимая рекреационная нагрузка — 10-20 чел./га одновременно. Возможно увеличение нагрузок до 40 чел./га при проведении мелиоративных мероприятий.

V класс — малокомфортные угодья — низкий, местами — заболоченный берег; развито подтопление, закустаренный; пляжи отсутствуют, на отдельных участках подмытые и обрушенные деревья затрудняют подходы к воде. Высшая водная растительность неширокой полосой развита практически повсеместно. Допустимая рекреационная нагрузка — 10 — 20 чел./га.

Таблица 1.3. Количественные критерии бонитировки рекреационных зон водохранилищ Средней полосы (для стационарного неорганизованного отдыха и купания)

Критерии рекреационной бонитировки	Классы рекреационных угодий					
	I	II	III	IV	V	VI
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7
Колебания уровня в летний период, м	0-0.5	0.6-1.0	1.1-2.0	2.1-3.0	> 3.0	> 3.0
Характеристика береговой зоны:						
Высота берега, м *	2-5	1-2	0.5-1.0	0.3-0.5 / > 5**	< 0.3	< 0.3
Ширина рекреационного участка (от уреза воды), м	> 200	100-200	50-100	20-50	10-20	< 10
Отношение обрушенных и подмытых берегов к протяжённости береговой линии, %	0-5	0-5	5-10	10-20 / 50-70	70-80	> 80
Развитие подтопления, % к площади рекреационного участка	0	0	0-10	10-20 / 0	20-60	60-80
Соотношение лесных и луговых комплексов, %	50:50	50:50	30:70	20:80 / 90:10	10:90	5:95
Закустаренность, % к общей площади рекреационного участка	0-5	5-10	10-20	20-30	50-70	70-90
Характеристика пляжа:						
Песчаный (ширина, м)	5	2-5	1-2	0,5-1	0	0
Травяной (ширина, м)	5	2-5	1-2	0,5-1	0	0
Соотношение песчаного и травяного пляжа, %	50:50	30:70	20:80	10:90	-	-
Характеристика дна в пляжной зоне:						
Наличие высшей водной растительности, % от площади зоны купания	0	0-5	5-10	10-20	50-70	70-100
Песчаное дно, % от площади зоны купания	100	80	60	20 / 10	5	0

1	2	3	4	5	6	7
Каменистое дно, % от площади зоны купания	0	10	10	30/30	0	0
Глинистое дно, % от площади зоны купания	0	10	30	50/60	95	100
Мощность наилка, см	0	0	0-5	30 / 0-5	30-50	50 - 80
Глубина в зоне купания, м	0-2	0-2	0-2	0-1.5 / >2	0-1.5	0 - 0.5
Транспортная доступность, м от уреза воды	200-500	200-500	>500	>500	>1000	>1000

\* Под высотой берега здесь понимается перепад высот от уреза воды до зоны палаточных стоянок.

\*\* Числитель – низкие и заболоченные берега, знаменатель – высокие обрывистые берега.

VI класс – непригодные для рекреации участки – берег низкий, мелководный, заболоченный, кочковатый, местами подтопленный; пляжи отсутствуют. Куртинами встречается древесная растительность (ольха, берёза, ель) или кустарники. Дно неблагоприятно для купания (наличие наилка разной мощности – до 80 см). Малоперспективные рекреационные уголья; могут быть рекомендованы для рыболовства с воды и с берега.

#### 1.4. Определение допустимых рекреационных нагрузок

Разработка научных основ определения допустимых рекреационных нагрузок на водные объекты и береговые комплексы является одной из актуальных проблем рекреационного использования водохранилищ (Авакян и др., 1986), т.к. именно правильное определение допустимых рекреационных нагрузок на акваторригоральные комплексы водохранилищ, наряду с другими мероприятиями, позволяет свести к минимуму негативные последствия рекреационного освоения, что имеет первостепенное значение для водохранилищ хозяйственно-питьевого назначения, в частности для Иваньковского.

За единицу одновременных нагрузок для береговых комплексов нами принимается единица измерения чел./га, что у ряда исследователей считается плотностью отдыхающих. На наш взгляд, эта величина наглядно характеризует нагруженность данного комплекса при стационарном туризме. Расчёт рекреационных нагрузок в единицу времени (чел./га в



час) в данном случае нецелесообразен, т.к. указанное количество людей пребывает постоянно на данной площади довольно длительное время (три дня и более). Нагрузка, определяемая в человеко-днях за определённый период времени (сезон, год), характеризует посещаемость, которая выражается величиной  $R \times t$ , где  $R$  – единовременная рекреационная нагрузка на данном участке (чел./га);  $t$  – период времени (сезон, год) в днях.

Величина чел. /м в сек. (чел./м в мин., чел./м в час) характеризует нагрузку на тропиночную сеть и является выразительным показателем для таких видов отдыха, как прогулки, пеший туризм и др., т.е. для видов отдыха, связанных с перемещением человека (или групп людей) в определённом направлении на участках малой ширины, но большой протяжённости.

К определению допустимых рекреационных нагрузок стоит подходить строго дифференцированно, т.к. они в значительной степени зависят от следующих факторов:

- нахождения водохранилища в той или иной природно-климатической зоне;
- назначения, режима и параметров самого водохранилища;
- степени и характера хозяйственного освоения прилегающих территорий;
- многообразия природно-территориальных и аквальных комплексов и их пространственного размещения;
- структуры рекреационных занятий;
- интенсивности рекреационного природопользования.

Рекреационная нагрузка подсчитывается для каждого природно-территориального (ПТК) и аквального (АК) комплексов. Существующая нагрузка определяется по формуле

$$D_r = Q/S, \quad (1.4.1)$$

где  $D_r$  – рекреационная нагрузка на береговые комплексы, чел./га;  
 $Q$  – количество отдыхающих на данном рекреационном участке, чел.;  
 $S$  – площадь используемого комплекса, га ( $S = L \times B$ , где  $L$  – длина береговой линии на рекреационном участке;  $B$  – ширина функциональной зоны данного комплекса или функциональных зон).

Для расчёта допустимых рекреационных нагрузок предлагается учитывать следующие показатели:

$I$  – коэффициент рекреационного обеднения видового состава травянистой растительности:

$$I = N_p / N_k < 1, \quad (1.4.2)$$

где  $I$  – коэффициент рекреационного обеднения видового состава;  
 $N_p$  – количество видов на рекреационном участке;

На основании исследований, проведённых в рекреационных лесах Костромской, Ивановской, Тверской, Владимирской и Московской областей, предлагаются следующие нормы рекреационных нагрузок (табл. 1.4).

Таблица 1.4. Нормы допустимых рекреационных нагрузок на лесные площади для южно-таежных и хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ (Методические рекомендации...1985)

Тип леса	Среднегодовая единовременная допустимая рекреационная нагрузка (чел./га)					
	Южно-таёжные леса			Хвойно-широколиственные леса		
	Туризм	Экскурсии	Массовый отдых	Туризм	Экскурсии	Массовый отдых
1	2	3	4	5	6	7
Сосняки лишайниковые, сфагновые; ельники сфагновые; березняки сфагновые	0.05	0.4	0.1	0.05	0.4	0.1
Сосняки брусничные долгомошные; ельники черничные, чернично-мелкотравные, приручейно-разнотравные, долгомошные (долгомошно-болотнотравные); березняки и осинники приручейно-крупнотравные, долгомошные	0.1	0.8	0.2	0.2	1.2	0.3
Сосняки черничные; ельники кислично-мелкотравные (сложные мелкотравные), кисличные (сложные); березняки бруснично-вейниковые	0.3	2.0	0.5	0.4	2.8	0.7
Сосняки кисличные (сложные), кислично-широкотравные (сложные широколиственные); березняки и осинники кислично-мелкотравные (сложные мелкотравные), чернично-мелкотравные, чернично-широкотравные	0.6	4.0	1.0	0.8	5.2	1.3
Березняки и осинники кислично-широкотравные (сложные широколиственные)	0.9	6.0	1.5	1.2	8.0	2.0

По данным разных авторов, нормы плотности отдыхающих (рекреационные нагрузки) на территориях различного функционального назначения изменяются в широких пределах: для парков от 30 до 150 чел./га (Соколов, 1968; Фурсова, 1971); для лесопарков – от 8 до 20 чел./га (Тобилевич, 1967); для лесов – от 1 до 10 чел./га (Методические рекомендации... 1985).

Определение допустимых нагрузок на аквальные комплексы рассчитывается по наиболее развитым видам отдыха - по воздействию на их компоненты (нарушение при купании и при прохождении катеров и лодок и т.д.).

Определение степени и характера воздействия рекреационного водопользования на качество воды и определение допустимых нагрузок по этому компоненту аквальных комплексов также проводится по наиболее развитым “водным” видам отдыха, по отдельным загрязняющим веществам и по их сумме с таким расчётом, чтобы при уже существующих концентрациях в водоёме этих элементов, рекреационное “поступление” не привело бы к превышению принятых предельно-допустимых концентраций (ПДК).

Зная, что для каждого конкретного вида отдыха характерен определённый набор загрязняющих веществ и содержание этих веществ в воде водоёма, можно подсчитать допустимую рекреационную нагрузку по загрязнению на акваторию с учётом того, что

$$C_{\text{рекр.}} + C_{\text{вод.}} < \text{ПДК}, \quad (1.4.4)$$

где  $C_{\text{рекр.}}$  – концентрация данного ЗВ, поступающего от определённого вида рекреации;

$C_{\text{вод.}}$  – концентрация данного ЗВ в водоёме.

Если ЗВ поступает от нескольких видов отдыха, то формула приобретает вид

$$\sum C_{\text{рекр.}} + C_{\text{вод.}} < \text{ПДК}, \quad (1.4.5)$$

где  $\sum C_{\text{рекр.}}$  – сумма концентраций ЗВ, поступающих от  $n$ -количества видов отдыха;

$C_{\text{вод.}}$  – концентрация ЗВ в водоёме.

Рекреационная нагрузка может быть подсчитана из следующих соотношений:

$$D_a = S(W_{\text{рекр.}} / V), \quad (1.4.6)$$

где  $V$  – объём мелководной части водохранилища, глубиной до 2 м, примыкающей к пляжной зоне;

$SW_{\text{рекр.}}$  – объём загрязнений, поступающих от общего количества отдыхающих (по данному виду отдыха):

$$W_{\text{рекр.}} = C_1 Na, \quad (1.4.7)$$

где  $C_1$  – поступление данного ЗВ от одного отдыхающего;

$Na$  – количество отдыхающих на акватории.

Таким образом,  $Da = S(W_{\text{рекр.}} + W_{\text{вод.}}/V)$  (1.4.8)  
при  $(W_{\text{рекр.}} + W_{\text{вод.}}) / V < \text{ПДК}$ .

Допустимые нагрузки рассчитываются для каждого вида рекреации и должны ориентироваться, как правило, на наименее устойчивую составляющую системы “водосбор-водоём”, т.е. если наименее устойчивы береговые комплексы, то допустимая нагрузка будет равна допустимой нагрузке для береговых комплексов ( $D_{\text{т}}$ ); если же наименее устойчивы аквальные комплексы, она соответственно будет равна  $Da$ . Допустимая нагрузка для береговых или аквальных комплексов определяется по наименее устойчивому к рекреационному воздействию компоненту (например, растительная ассоциация или отдельный вид, почвенный покров, качество воды и т.д.).

Суммарная допустимая нагрузка по всем видам рекреации на водном объекте также должна отвечать этим требованиям. Как показывает опыт, соблюдение допустимых нагрузок позволяет снизить негативное воздействие на качество среды и, наоборот, их превышение приводит к выводу системы из равновесного состояния, и в конечном счёте процессы дигрессии береговых и аквальных комплексов могут стать необратимыми. В случае проявления признаков разбалансировки системы следует снизить нагрузку по виду рекреационного природопользования, вызвавшему нарушение, или, при возможности, заменить данный вид природопользования более безопасным. Наряду с этим необходимо разрабатывать и внедрять комплекс мероприятий, снижающих ущерб качеству среды по данному виду рекреационных занятий.

### 1.5. Классификация видов отдыха

Все виды рекреационного водопользования отличаются масштабами интенсивностью и характером воздействия на береговые и аквальные комплексы. В табл. 1.5 приведены некоторые характеристики отдельных видов рекреационного водопользования.

Таблица 1.5. Характеристика видов рекреационного водопользования (Авакян и др., 1990)

Вид рекреации	Использование видов природных комплексов	Сезон водопользования	Вид загрязнений	
			При отсутствии обустройства зон отдыха и низкой культуре водопользования	При обустройстве зон отдыха и высокой культуре водопользования
1	2	3	4	5
Отдых с использованием судов с ПЛМ	А	В-Л-О	Б-Орг.-Х	Б-Х
Отдых на парусных и весельных судах	А	В-Л-О	Б-Орг.	Нет
Рыболовство с лодки	А	В-Л-О	Б-Орг.	Орг.
Купание	А-Т	Л	Б-Орг.	Б
Виндсерфинг	А-Т	Л	Б-Орг.	Б
Подводная охота	А-Т	Л	Б-Орг.	Б
Охота на водоплавающую дичь	А-Т	О	Б-Орг.	Нет
Рыболовство со льда	А-Т	В-О-З	Б-Орг.	Орг.
Рыболовство с берега	Т-А	В-Л-О	Б-Орг.	Орг.
Стационарный неорганизованный отдых (более 3-х дней)	Т	В-Л-О	Б-Орг.-Х	Х
Кратковременный неорганизованный отдых	Т	В-Л-О	Б-Орг.	Нет

Примечание. Сезоны: З – зима; В – весна; Л – лето; О – осень.

Природные комплексы: А – аквальные; Т – территориальные (береговые).

Загрязнения: Б – биологической природы; Орг. – органической природы; Х – химической природы.

## 1.6 Функциональное зонирование рекреационных территорий

На рекреационных участках чётко прослеживаются определённые зоны, отличающиеся характером и интенсивностью рекреационного использования, характером и объёмами поступающих загрязнений, что связано с различным функциональным назначением этих зон.

Вопросам функционального зонирования уделялось большое внимание в научной литературе. Так, у зарубежных авторов встречается выделение 5-7 подзон (Hamill, 1971; Jaakson, 1972), в отечественной – 4-9 зон (Кавалаяускас, 1972; Родоман, 1972; Чижова, 1977).

В.П. Чижова выделяет следующие функциональные зоны:

1 – заповедная; 2 – заказная; 3 – буферная; 4 – историко-мемориальная; 5 – сельскохозяйственно-селитебная; 6 – индивидуального отдыха (лесная) – прогулочно-туристская и спортивно-охотничья; 7 – массового организованного отдыха (лесопарковая) – спортивно-игровая и сектор “тишины”; 8 – массового самодеятельного отдыха; 9 – рекреационной застройки – селитебно-парковая и пляжная.

Подобное деление включает всю территориально-рекреационную систему, т.е. зоны носят общий характер и имеют большое площадное распространение. Применительно к рекреационному использованию водохранилищ и его воздействию на качество воды необходимо проведение детальных исследований более мелкого таксономического ранга, что и позволяет сделать проводимое нами зонирование. Если брать за основу зоны, выделяемые Чижовой, то наше зонирование имеет более дробный характер и приходится на зоны 6-9.

В разных странах существуют разные подходы к районированию зон отдыха на водохранилищах. Так, канадские исследователи выделяют пять функциональных зон на побережье и три на воде (Jaakson, 1972). На побережье выделяют:

1. Зону застройки (предпочтение отдается не ленточному, а ячеистому типу застройки, для беспрепятственного доступа отдыхающих к воде).
2. Зону промежуточного использования, предназначенную под застройку отдельными объектами.
3. Зону нетронутой природы.
4. Зону общественного отдыха (парки, места для пикников, причалы, стоянки для автомобилей. На каждые 120 га прибрежной территории предусматривается не менее одной зоны общественного использования).
5. Буферную зону, разделяющую территории с различным типом использования.

Рекреационные зоны на воде включают:

1. Акваторию, непосредственно примыкающую к берегу, на которую приходится максимальная нагрузка.
2. Зону открытой воды в центре водоёма.
3. Заповедную зону.

Различия в функциональных зонах организованного и самодеятельного отдыха могут уменьшаться по мере снижения уровня санитарного и инженерного обустройства участков организованного отдыха, и наоборот, чем лучше оборудованы учреждения отдыха, тем больше различия в использовании и характере воздействия по функциональным зонам.

На участках неорганизованного отдыха нами выделяются следующие функциональные зоны, отличающиеся характером, интенсивностью и особенностями рекреационного воздействия:

1 - основная акватория водоёма. Используется для рыбалки, отдыха с использованием маломерного моторного флота, катания на парусных лодках, байдарках, виндсерфинга и т.д. Характеризуется поступлением биогенных элементов, нефтепродуктов и т.д. Нагрузки незначительные.

2 - мелководная (прибрежная) зона водоёма. Используется для купания, стирки, мытья посуды и др. Характеризуется поступлением биогенного и микробиологического загрязнений, СПАВ, моющих средств, вторичным загрязнением, нарушением аквальных комплексов. Нагрузки довольно существенны.

3 - пляжная зона. Характер воздействия аналогичен зоне 2. Воздействие сказывается в вытаптывании растительности, нарушении целостности почвенного покрова, его плотностных характеристик, значительном поступлении ЗВ. Ширина зоны - 10-15 м. Антропогенное воздействие значительное.

4 - зона расположения палаток ("жилая" зона неорганизованного отдыха). Ширина жилых зон - 20 - 50 м (редко до 100 м). Рекреационное воздействие проявляется в сильном нарушении почвенного и растительного покрова, значительном поступлении биогенных элементов и продуктов жизнедеятельности человека.

5 - зона ближних прогулок (или "туалетная" зона) - характеризуется поступлением продуктов жизнедеятельности человека, хозяйственно-бытовых отходов. Интенсивное антропогенное воздействие проявляется в уплотнении верхних горизонтов почв, вытаптывании и нарушении растительного покрова, поступлении биогенных элементов, микробиологическом загрязнении, замусоренности и т.д.

6 - зона "дальних прогулок" - грибные, ягодные и охотничьи угодья. Рекреационные нагрузки очень рассредоточены, воздействие сказывается исключительно (кроме участков крупных известных ягодников, "грибных мест", традиционно сильно нагруженных).

При решении проблем рекреационного природопользования необходимо проводить исследования всех функциональных зон с целью выявления влияния рекреационного использования на каждую из них и их роли в формировании качества воды.

При изучении береговых комплексов нами предлагается коэффициент рекреационного бонитета, позволяющий судить о состоянии комплексов при рекреационном воздействии. Для определения коэффициента рекреационного бонитета подсчитывается площадь функциональной зоны, площадь каждого ПТК в ней (т.к. функциональная зона может состоять из нескольких различных ПТК), определяется характер и протяжённость тропиной сети в каждом ПТК и её площадь, а также площадь вытоптаных участков, потерявших способность к самовосстановлению. Затем подсчитывается процентное отношение нарушенных участков в каждом ПТК к его площади:

$$K = S_p / S_k, \quad (1.4.9)$$

где  $K$  – коэффициент, определяющий способность данного ПТК к самовосстановлению (коэффициент рекреационного бонитета);

$S_p$  – площадь нарушенных участков;  $S_k$  – площадь всего ПТК в функциональной зоне.

Так как функциональная зона может включать в себя несколько ПТК, то  $K_f$  (коэффициент рекреационного бонитета функциональной зоны) представляет собой процентное отношение суммарной площади всех нарушенных участков к площади функциональной зоны:

$$K_f = \sum S_p / S_f, \quad (1.4.10)$$

где  $K_f$  – коэффициент рекреационного бонитета функциональной зоны;

$\sum S_p$  – суммарная площадь нарушенных участков;

$S_f$  – площадь функциональной зоны.

На основании коэффициента рекреационного бонитета и степени дигрессии растительного покрова (Казанская, 1972) определяется состояние ПТК в результате рекреационного использования:

- 1 – практически не нарушенное ( $K_f = 0 - 10 \%$  и 0 – 1-я стадия дигрессии);
- 2 – нормальное ( $K_f = 11 - 20 \%$  и 1 – 2-я стадии дигрессии);
- 3 – частично угнетённое ( $K_f = 21 - 30 \%$  и 3-я стадия дигрессии);
- 4 – угнетённое ( $K_f = 31 - 50 \%$  и 4-я стадия дигрессии);
- 5 – сильно угнетённое ( $K_f > 50 \%$  и 5-я стадия дигрессии).

Для простоты расчёта рекреационный бонитет функциональной зоны можно в целом определять по коэффициенту рекреационного бонитета комплекса-доминанта. Состояние ПТК, когда  $K_f = 20 - 30 \%$  и отмечается 3-я стадия дигрессии растительности, обычно наблюдается при допустимых рекреационных нагрузках. Сильно угнетённое состояние указывает на то, что процессы рекреационной дигрессии становятся необратимыми, система теряет способность к самовосстановлению. При этом возникает несколько вариантов: либо данный комплекс исключается из рекреационного использования, либо при определённых условиях происходит смена некоторых компонентов (природная или антропогенная) и комплекс используется для рекреационных целей в новом качестве. Например, на Волгоградском водохранилище в отдельных местах нарушение целостности растительного покрова привело к дефляционным нарушениям верхнего горизонта песчаных почв и расширению территорий песчаных пляжей. В результате эти участки перестали использоваться самостоятельными отдыхающими для палаточных стоянок, но интенсивно используются в качестве пляжей.



На Иваньковском водохранилище на участках с высокими рекреационными нагрузками при нарушении травяного покрова в ряде мест происходит подмыв берегов, в результате чего они становятся неудобными для купания, но зато пригодны для рыболовства с берега и оборудования стоянок для лодок и т.д.

Таким образом, проведение функционального зонирования и определение антропогенного пресса в зонах отдыха делают возможным определение поступления загрязняющих веществ с каждой функциональной зоны, а использование коэффициента рекреационного бонитета как универсального качественного показателя позволяет определить состояние функциональной рекреационной зоны и необходимость проведения природоохранных мероприятий.

# Роль физико-географических факторов в развитии рекреации

Масштабы рекреационного освоения территорий и структура рекреационных занятий зависят от основных характеристик самого водохранилища (параметров, гидрологического режима и назначения водохранилищ, экономической и транспортной освоенности территории, состава участников водохозяйственного комплекса и т.д.), а также в значительной степени от расположения водоёма в той или иной природно-климатической зоне, т.е. от физико-географических условий региона.

### 2.1. Природно-климатическая зональность

Распределение основных компонентов природы подчинено общему закону географической зональности, что обуславливает характер природных акватерриториальных экосистем (АТЭ) и их сочетаний как объектов рекреационного природопользования (водопользования). Зональные особенности природных ландшафтов, формирующиеся главным образом в зависимости от количества и соотношения тепла и влаги, в значительной степени осложняются целым рядом аazonальных факторов, вызванных геологическими, тектоническими и орографическими особенностями территории. Сочетание зональных и аazonальных характеристик определяет масштабы и структуру рекреационного природопользования, и их необходимо учитывать при проектировании зон отдыха на созданных и строящихся водохранилищах (рис. 2.1).

АТЭ природных зон обладают разной устойчивостью к рекреационному воздействию и, следовательно, различной рекреационной ёмкостью. Известно, что устойчивость экосистем находится в прямой зависимости от их сложности или разнообразия входящих в них элементов. На территории России наиболее многообразная и сложная ландшафтная структура наблюдается в зоне смешанных и широколиственных лесов. Следовательно, АТЭ данных зон наиболее устойчивы к рекреационному воздействию. По мере продвижения от этих зон к северу и югу видовое разнообразие почвенно-растительных ассоциаций уменьшается, что приводит к снижению их рекреационной устойчивости.

В пределах одной природной зоны можно выделить большое количество природных комплексов разного таксономического ранга, отличающихся различной рекреационной устойчивостью и ёмкостью. Причём эта характеристика комплексов может меняться в зависимости от параметров самих комплексов, их устойчивости и набора входящих в них элементов. Сочетание природных комплексов и их множественность определяют рекреационную устойчивость данной природной зоны. Создание водохранилищ приводит к большей живописности и привлекательности ландшафта и усложнению его структуры.

Однако при этом возникает ряд негативных последствий (подтопление и заболачивание берегов, интенсивная их переработка, сработка уровней и т.п.), которые значительно снижают рекреационный потенциал водоёмов. С другой стороны, водохранилища, как правило, являются ядром территориальной рекреационной системы (ТРС) с интенсивным рекреационным использованием акваториальных экосистем, что в ряде мест даже при высокой резистентной и упругой устойчивости комплексов может нарушить равновесное состояние АТЭ и привести к её дигрессии.

Природная зональность оказывает существенное влияние на структуру рекреационного природопользования, в частности водопользования. Развитие отдельных видов отдыха на берегах водохранилищ по природным зонам существенно отличается (табл. 2.1.1).

Наибольшее развитие всех видов отдыха приходится на зоны смешанных, широколиственных лесов и лесостепей. Благоприятны для развития многих видов отдыха зоны хвойных лесов и степная. Тундровая и лесотундровая зоны пригодны лишь для некоторых видов отдыха (в основном для видов отдыха с преимущественным использованием территории), тогда как в пустынной и полупустынной зонах развиты виды отдыха с преимущественным использованием акватории.

К видам отдыха, развитым во всех природных зонах, относятся рыболовство с берега и с лодки, отдых с использованием маломерного моторного флота и автотранспорта, т.е. те виды отдыха, которые менее требовательны к климатическим и почвенно-растительным условиям природной зоны (табл. 2.1.1). Организованный отдых и пеший туризм развиты практически повсеместно (кроме тундры – для первого и пустынь – для второго (табл. 2.1.1), т.к. их развитие связано с наличием уникальных лечебных или природно-исторических ресурсов. Широко развит стационарный неорганизованный туризм, но поскольку он предъявляет высокие требования ко всем компонентам природной среды, этот вид отдыха распространён не во всех природных зонах; а там, где он представлен, его размещение локализовано внутри зон.

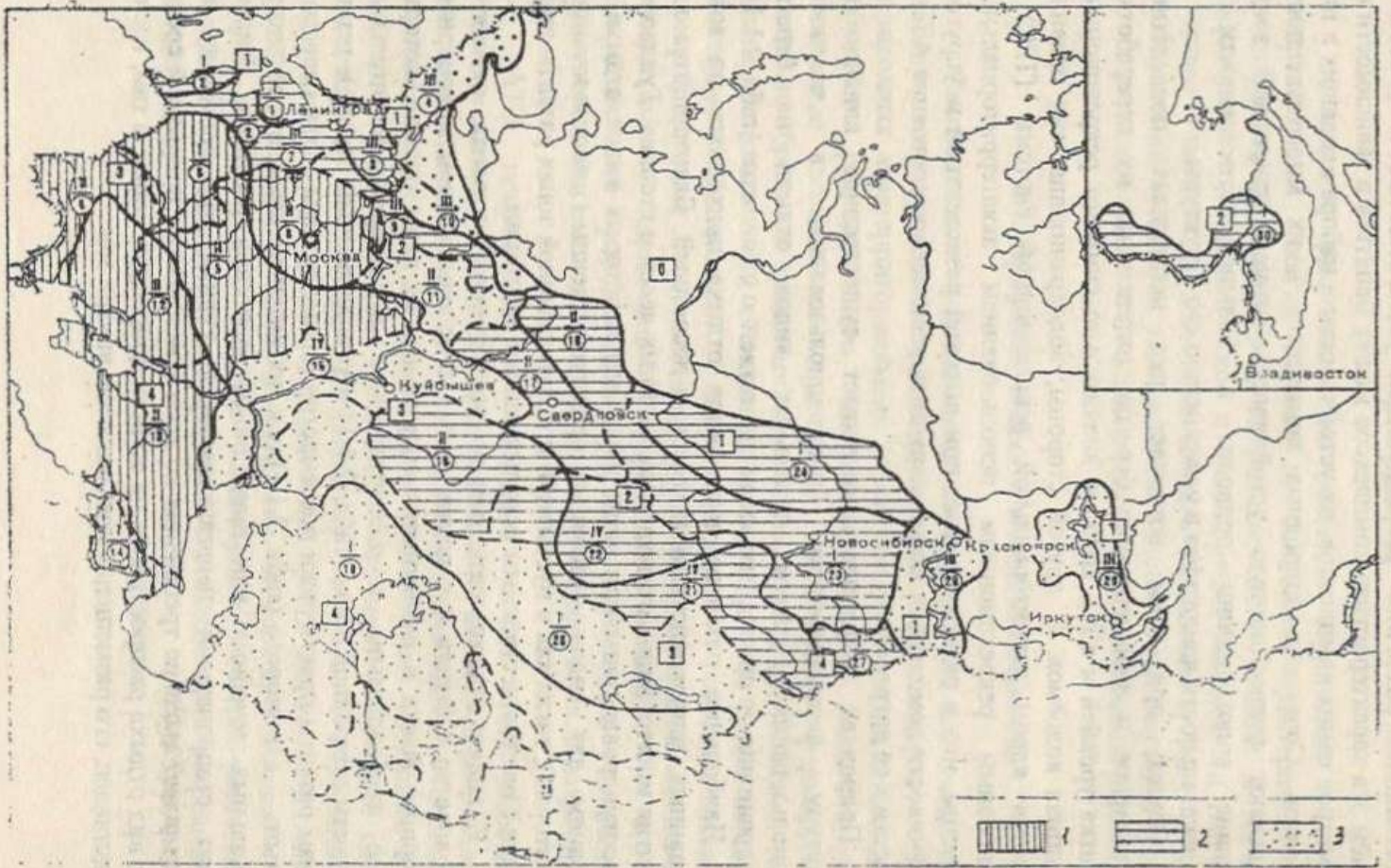


Рис. 2.1. Районирование территории бывшего СССР по значению водохранилищ для рекреации (Авакян и др., 1990)

Цифры в прямоугольнике – продолжительность купального сезона (по Л.С. Филиппович) (дней): 0-менее 30, 1 – 31-60, 2 – 61-90, 3 – 91-120, 4 – более 120; римские цифры – обеспеченность рекреационными акваториями (км<sup>2</sup>) на 1000 человек: I – до 0.1, II – 0.1-0.5, III – 0.5-1.0, IV – более 1.0.

Цифры в кружках – номера районов: 1 – Балтийский, 2 – Южно-Балтийский, 3 – Ленинградский, 4 – Северный, 5 – Западно-Украинский и Центрально-Черноземный, 6 – Белорусский, 7 – Псковско-Новгородский, 8 – Московский, 9- Вологодский, 10 – Котлас-Сыктывкарский, 11 – Кировский, 12 – Южноукраинский, 13 – Северо-Кавказский, 14 – Закавказский, 15 – Поволжский, 16 – Южно-Уральский, 17 – Среднеуральский, 18 – Уральский, 19 – Среднеазиатский пустынный, 20 – Южно-Казахстанский, 21 – Восточно-Казахстанский, 22 – Северо-Казахстанский, 23 – Новосибирский, 24 – Тобольский, 25 – Среднеазиатский долинный, 26 – Среднеазиатский высокогорный, 27 – Алтайский, 28 – Красноярский, 29 – Иркутский, 30 – Приамурский.

Районы возможного создания рекреационных водохранилищ: 1 – наиболее перспективные; 2 – перспективные в будущем; 3 – не перспективные.

В.И. Шенников, доктор географических наук, профессор кафедры географии, Иркутский национальный исследовательский университет.

Таблица 2.1. Возможности развития отдельных видов отдыха на водоёмах по основным природным зонам России (экспертная оценка)

Виды отдыха	Основные природные зоны							Сумма баллов
	Тундра и лесотундра	Хвойные леса	Смешанные леса	Широколиственные леса	Лесостепь	Степь	Полупустыни и пустыни	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стационарный неорганизованный	0*	2	3	3	3	3	0	14
Стационарный организованный	0	2	3	3	3	3	1	15
С использованием автомобилотранспорта	1	2	2	3	3	3	2	16
Пикники	0	1	2	3	3	3	2	14
Пеший туризм	2	2	3	3	2	1	0	13
Рыболовство с берега	2	2	3	3	3	3	2	18
Сбор грибов и ягод	3	3	3	3	2	1	0	15
Лыжные прогулки	1	2	3	3	1	0	0	10
С использованием м/м флота	1	2	3	3	3	3	1	16
Воднолыжный спорт	0	0	2	3	3	3	1	12
Купание	0	1	2	3	3	3	3	15
Парусный спорт	0	0	2	3	3	3	1	12
Виндсерфинг	0	0	2	3	3	3	2	13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Байдарочный спорт	1	2	3	3	3	2	0	14
Прогулки на лыжах	0	0	2	3	2	2	2	11
Рыболовство с лодки	1	1	3	3	3	2	2	15
Рыболовство со льда	0	1	3	2	1	0	0	7
Скиты на воднолыжной доске	3	2	2	1	1	1	1	11
Сумма баллов	15	23	46	51	45	39	20	

Оценка проводилась в баллах - от 0 до 3: 0 – данный вид отдыха не развит; 1 – развит слабо; 2 – развит; 3 – широко развит.

Зональные природно-климатические характеристики ограничивают в значительной степени такие виды отдыха, как рыболовство со льда, лыжные прогулки, воднолыжный спорт, виндсерфинг и парусный спорт. Байдарочный спорт внутри зон ограничен особенностями гидрографической сети.

В целях повышения эффективности рекреационного водопользования в пределах каждой АТЭ оценку значимости компонентов ландшафта по видам отдыха и определение устойчивости береговых и аквальных комплексов к рекреационному воздействию следует проводить с учётом зональных особенностей. Структура рекреационного водопользования, являясь производной зональных и азональных факторов, должна максимально удовлетворять потребностям населения в отдыхе и отвечать требованиям охраны АТЭ от рекреационной дигрессии. Решить эту дискуссионную проблему можно только на основе интегральных оценок АТЭ или объектов рекреационного природопользования с учётом их зональных особенностей.

При размещении и планировании зон отдыха необходимо определить значимость компонентов природной среды для различных видов отдыха,

что позволит правильно оценить рекреационный потенциал территории и выбрать наиболее оптимальную структуру отдыха.

## 2.2. Климатические факторы

В рекреационном природопользовании важную роль играют климатические характеристики, а именно: средние и экстремальные температуры воздуха зимы и лета, продолжительность купального сезона и температуры воды, количество солнечных и пасмурных дней, сумма и внутригодовое распределение осадков, повторяемость и скорость господствующих ветров, влажность, инсоляция и другие показатели, которые в значительной степени определяют масштабы, интенсивность и сочетание различных видов рекреационного природопользования (табл. 2.2.1). Кроме того, климат и погода существенно влияют на устойчивость береговых и аквальных экосистем к рекреационному воздействию и на интенсивность процессов самоочищения и самовосстановления, а также зачастую определяют характер рекреационной застройки, а следовательно, объём капиталовложений.

Климатические условия, обуславливая распределение рекреационных нагрузок по сезонам, формируя структуру рекреационных занятий, сами практически не испытывают изменений при рекреационном освоении территории.

Средние температуры воздуха и воды в зимний и летний периоды, повторяемость и сила ветра, количество солнечных и пасмурных дней, продолжительность купального сезона и продолжительность ледостава, годовое количество осадков, характер их выпадения и распределение по сезонам в значительной степени определяют масштабы развития и сочетания отдельных видов отдыха. Так, на водохранилищах Европейской части России широко развиты практически все виды водных рекреаций с использованием как береговой зоны, так и акваторий.

Для южных районов страны характерно широкое развитие видов отдыха с преимущественным использованием акватории и пляжной зоны. В районах с низкими температурами воды и малой продолжительностью купального сезона наиболее развиты виды отдыха с преимущественным использованием территории.

В работе Е.В. Колотовой (1998) проведён анализ биоклиматических характеристик для целей рекреационного природопользования и предложены варианты для их ранжирования.

По данным Г.В. Морозовой (1985), на организм человека благоприятно воздействует купание при температуре воды не ниже  $20^{\circ}\text{C}$ . Купание при температуре воды в диапазоне  $17-19^{\circ}\text{C}$  доступно для здоровых взрослых людей, а при  $14^{\circ}\text{C}$  – только для особенно закалённых спортсменов.



Таблица 2.2.1. Интегральная (экспертная) оценка климатических условий для рекреационного водопользования

Виды отдыха	Климатические характеристики										Сумма баллов
	Средняя температура июля	Средняя температура января	Среднее количество осадков июля	Среднее количество осадков января	Продолжительность ледостава и залегания снежного покрова	Количество пасмурных дней в купальный сезон	Количество солнечных дней в купальный сезон	Интенсивность солнечной радиации	Повторяемость ветра и волнения	Продолжительность купального сезона	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стационарный неорганизованный туризм	3	0	3	0	0	2	3	3	2	2	18
Стационарный организованный туризм	2	1	2	1	1	2	3	3	1	2	18
Отдых с использованием автотранспорта	2	1	2	1	1	2	3	3	2	2	19
Пикники	3	0	3	0	0	2	3	3	2	1	17
Пеший туризм	2	0	2	0	0	2	2	2	1	1	12
Рыболовство с берега	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	5
Сбор грибов и ягод	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
Льжные прогулки	0	3	0	3	3	0	0	2	2	0	13
Купание	3	0	2	0	0	2	3	3	3	3	19

Окончание табл. 2.2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Отдых с использованием маломерного моторного флота и водные лыжи	2	0	2	0	0	1	2	2	3	2	14
Парусный спорт и виндсерфинг	2	0	2	0	0	1	2	2	3	3	15
Байдарочный спорт	1	0	1	0	0	1	2	2	3	2	12
Прогулки на весельных лодках	3	0	3	0	0	2	2	1	3	3	17
Рыболовство с лодки	1	0	1	0	0	1	1	1	3	1	8
Рыболовство со льда	0	3	0	2	3	0	0	3	2	0	13
Охота на водоплавающую дичь	1	0	1	0	0	0	0	1	2	0	5
Итого	27	8	26	7	8	19	26	31	34	23	-

0 – 3 – значение климатических характеристик для вида отдыха (в баллах):

0 – не имеет значения;

1 – слабое значение;

2 – существенное значение;

3 – определяющее значение

Парусный и водно-моторный спорт также ограничиваются погодными условиями. Для этих видов отдыха существенное значение имеет ветровой режим (скорости и направление), который определяет и волновой режим водохранилищ.

Климатические условия для купания (по трёхбалльной шкале) с учётом температуры воды и воздуха, повторяемости и силы ветра, интенсивности солнечной радиации и продолжительности купального сезона для полупустынной, степной, полупустынной и пустынной зон (например, Волгоградское или Куртлинское водохранилища) могут быть оценены в 3 балла, для Средней полосы России (Иваньковское водохранилище, водохранилища Москворецкой системы и канала им. Москвы) – в 2 балла, для таёжной зоны (Иркутское или Байкальское водохранилища) – лишь 1 балл.

В работе А.А. Дорофеева и Н.А.Атрощенко (2002 а) приводится рекреационная оценка наиболее важных биоклиматических параметров, которые охватывают все стороны биоклимата и обладают наибольшей информативностью (табл. 2.2.2).

Таблица 2.2.2. Рекреационная оценка биоклиматических параметров (Дорофеев, Атрощенко, 2002 а)

Единица измерения параметров	Параметры и их оценка (балл)			
	Лимитирующие (неблагоприятные – 1)	Раздражающие (относительно благоприятные – 2)	Тренирующие (благоприятные – 3)	Щадящие (наиболее благоприятные – 4)
Количество часов солнечного сияния в году, час	Менее 1400	1400-1700	1700-2000	2000-2300
Повторяемость циклонов в год, дней в году	Более 260	200-260	140-200	Менее 140
Повторяемость дождливой погоды, количество дней в году	Более 180 или менее 60	140-180	100-140	60-100
Период, благоприятный для летней рекреации (количество дней с температурой более +15°С)	Менее 30	30-60	60-90	Более 90
Продолжительность купального сезона (количество дней с температурой более +17°С)	Менее 30	30-60	60-90	Более 90
Повторяемость слабых ветров, скорость менее 3 м/сек, %	Менее 10	10-30	30-50	Более 50

Таким образом, климатические условия являются определяющими при формировании структуры отдыха, в результате чего прослеживается чёткая смена приоритетных видов рекреации по природно-климатическим зонам. Так, для южных водохранилищ характерно развитие видов отдыха с преимущественным использованием акватории; в европейской части развиты как летние, так и зимние виды отдыха с интенсивным использованием акватории и территории; на северных водохранилищах преобладают зимние виды рекреаций с преимущественным использованием территорий.

### **2.3. Литолого-геоморфологические и гидрогеологические условия территории**

Литолого-геоморфологическая основа территории (слагающие породы, рисунок рельефа, сочетание высоких абразивных и низких, пологих аккумулятивных берегов, наличие выходов скальных пород или распространение песчаных аллювиальных пляжей и т.д.) во многом определяет, наряду с климатическими условиями, структуру рекреационного природопользования. Именно литолого-геоморфологическое строение территории служит базисом формирования и развития ландшафтных морфоструктур и обуславливает разнообразие и живописность береговых ПТК. Литолого-геоморфологическая основа определяет устойчивость береговых комплексов, характер и объём инженерно-планировочных, инженерно-мелиоративных, биотехнических, природоохранных и других мероприятий, направленных на оптимизацию рекреационного использования территории. Существует и обратная связь - литолого-геоморфологическая основа испытывает значительное рекреационное воздействие и претерпевает некоторые изменения.

Характеристики литолого-геоморфологических условий (крутизна склонов, расчленённость рельефа, высота берегов, механический и химический состав зоны аэрации и т.д.) определяют интенсивность поверхностного стока, его химический состав, а также характеристики грунтовой составляющей водного баланса водоёмов. В значительной степени литолого-геоморфологические условия территории определяют живописность и аттрактивность природных ландшафтов.

В настоящее время разработаны экспертные оценки литолого-геоморфологических условий территории, позволяющие определить их рекреационную ценность (Дорофеев, Атрощенко, 2002 а).

От механического состава слагающих пород зависят основные морфоструктуры рельефа, характер и мозаичность почвенного покрова.

От характера слагающих пород и структурных особенностей рельефа береговой зоны зависят интенсивность и характер переработки берегов водохранилищ. Например, интенсивная переработка, достигающая нескольких сотен метров, особенно на участках, сложенных легко размываемыми породами (пески, супеси и т.д.), отрицательно сказывается на размещении учреждений и зон отдыха. Вследствие переформирования берегов и вдольберегового перемещения наносов береговая линия становится более короткой и плавной, т.е. менее живописной (отдельные участки Каховского, Цимлянского и Кременчугского водохранилищ). Иногда в процессе подмыва и обрушения берегов водохранилищ может ухудшаться качество воды в зоне купания, что снижает рекреационную ценность. С этой точки зрения породы, слагающие береговую зону водохранилищ, следует оценивать по степени устойчивости к процессам размывания и переработки (табл. 2.3.1).

Таблица 2.3.1. Оценка слагающих пород по их устойчивости к размыванию и переработке

Слагающие породы	Характеристика	Балл	Оценка
Коренные скальные породы	Высокоустойчивые	3	Весьма благоприятные
Моренные суглинки и плотные глины	Устойчивые	2	Благоприятные
Тяжёлые и средние суглинки и глины	Среднеустойчивые	1	Средне-благоприятные
Супеси, пески	Неустойчивые	0	Неблагоприятные

Глубина и густота расчленения рельефа определяют возможности развития тех или иных видов отдыха и живописность ландшафта. Под глубиной расчленения понимается разница между максимальными и минимальными высотами, а под густотой - расстояние в километрах, через которое происходит изменение форм рельефа (Колотова, 1998).

Гидрогеологические условия береговой зоны и её отдельных участков (годовое и сезонное изменение залегания уровня грунтовых вод, связанное с режимом регулирования водохранилища, механическим составом и фильтрационными свойствами грунтов и т.д.) определяют характер увлажнения рекреационных территорий, наличие и распространение затопленных или, наоборот, хорошо дренируемых участков, что, в свою очередь, влияет на структуру рекреационного природопользования. На затопленных участках происходит ухудшение состояния древостоя, заболачивание местности ограничивает возможности ее рекреационного использования и вызывает в ряде случаев необходимость проведения

специальных мероприятий, направленных на повышение рекреационного бонитета зон отдыха.

Таблица 2.3.2. Глубина расчленения рельефа (Дорофеев, Атрощенко, 2002 а)

Критерии для оценивания		Оценка параметров	
Характер рельефа в ландшафте	Средняя глубина расчленения, м	Качественная	Балл
Плоский. Пологоволнистый, плоский и пологоволнистый. Волнистый с участками плоского и пологоволнистого	Менее 5 м	Неблагоприятные	1
Волнистый с участками мелкохолмистого. Волнистый с озёрными котловинами. Волнистый и пологоволнистый с участками холмистого, в т.ч. с озёрными котловинами	5 – 10 м	Относительно благоприятные	2
Холмисто-волнистый, в т.ч. с озёрными котловинами. Холмистый с участками грядового и волнистого. Долинный ступенчатый	10 – 30 м	Благоприятные	3
Холмистый с озёрными котловинами. Крупнохолмистый, увалистый. Грядово-холмистый, в т.ч. грядово-холмистый с озёрными котловинами	30 – 60 и более метров	Наиболее благоприятные	4

Таблица 2.3.3. Густота расчленения рельефа, её определение и оценка (Дорофеев, Атрощенко, 2002 а)

Критерий (густота расчленения), км	Качественная оценка	Оценка в баллах	Способ определения показателя по топокарте масштаба 1:200 000
Менее 0.5 км	Наиболее благоприятная	4	В большинстве квадратов Гауссовой сети (2 см х 2 см) имеется более 5 выраженных форм рельефа
0.5 – 1.0 км	Благоприятная	3	Во многих квадратах встречается 3-5 выраженных форм рельефа
1 – 3 км	Относительно благоприятная	2	В большинстве квадратов имеется всего 1-2 выраженные формы рельефа
Более 3 км	Неблагоприятная	1	В большинстве квадратов формы рельефа не выражены

От гидрогеологических условий, наряду с другими природными факторами, зависит в значительной степени интенсивность энергомассообмена в системе "водосбор-водоем". Химический и количественный состав грунтового стока часто влияет на качество поверхностных вод, а под действием интенсивных рекреационных нагрузок гидрогеологические характеристики, в свою очередь, претерпевают количественные и качественные изменения локального характера.

#### 2.4. Почвенно-растительный покров

Типы почвенно-растительных ассоциаций формируют разнообразие и аттрактивность береговых комплексов и в первую очередь реагируют на антропогенное воздействие, являясь индикатором дигрессии береговых экосистем. Степень дигрессии природно-территориальных комплексов и характер энергомассообмена находятся в прямой зависимости.

Почвенно-растительный покров является хорошим адсорбентом ЗВ, поступающих на территорию водосбора. От водно-физических свойств почвенного профиля, его характера, видового состава растительных ассоциаций и их пространственных сочетаний напрямую зависит качество поверхностного и грунтового стоков. Вот почему особенно важна сохранность природных комплексов в водоохранной зоне водных объектов, которая должна выполнять барьерную роль по отношению к поступающим со всего водосбора ЗВ. Характер и мозаичность почвенно-растительных разностей формируют аттрактивность и живописность береговых комплексов, играют значительную роль при планировании и проектировании зон организованного отдыха, а также обуславливают формирование зон неорганизованного (самодеятельного) отдыха. Почвенно-растительный покров в первую очередь реагирует на рекреационное воздействие и является индикатором рекреационной дигрессии береговых экосистем. Степень рекреационной дигрессии ПТК и характер энергомассообмена в системе "водосбор – водоём" находится в прямой зависимости. Наибольшими защитными свойствами обладают дерновые почвы и луговые травяные ассоциации.

Значительно повышает рекреационную ценность водохранилищ наличие на их берегах лесных массивов и куртинно-полянских комплексов, которые создают комфортные условия для отдыха (защищают от ветра, интенсивной солнечной радиации, благотворно влияют на психологическое состояние и т.д.).

Высшую водную растительность и донные отложения можно рассматривать как своеобразную почвенно-растительную ассоциацию,

которая тоже участвует в процессе энергомассообмена и в значительной степени определяет его интенсивность, являясь природным фильтром и адсорбентом ЗВ. От состава и распространения донных отложений и макрофитов в значительной степени зависят процессы самоочищения вод.

## 2.5. Поверхностные воды

Поверхностные воды являются одним из основных компонентов ландшафта при формировании рекреационного водопользования. Их основные характеристики (природный химический состав, температурный режим, гидрологические характеристики, гидробиологические особенности, скорость процессов самоочищения, характер и особенности дна, наличие и распространение мелководий и др.) зависят от природных условий территории. При формировании структуры рекреационного водопользования характеристики водоёма играют весьма значительную, а порой и определяющую роль. При интенсивном рекреационном водопользовании поверхностные воды испытывают значительный антропогенный пресс, в результате чего некоторые компоненты аквальных комплексов могут изменяться. Наиболее подвержены изменениям литоральные (мелководные) комплексы. Сильным изменениям подвергаются комплексы в зоне распространения подтопления или временного затопления, отличающиеся пониженной резистентной способностью к антропогенным нагрузкам, что необходимо учитывать при разработке районных планировок и комплекса природоохранных мероприятий.

При оценке рекреационной ценности территорий важны количественные показатели поверхностных вод, а именно:

- густота речной сети,
- заозёрность территории,
- заболоченность территории.

Наличие на водосборной территории живописных водных объектов существенно повышает живописность природных ландшафтов и их рекреационную ёмкость.

При рекреационном использовании поверхностных водоёмов важнейшее значение имеют характеристики качества вод. При этом учитывается как природный фон, значительно варьирующий в зависимости от природно-климатических особенностей, так и изменение качества воды в результате хозяйственной деятельности и рекреационного использования. Имеются стандарты качества воды по ряду показателей для различных видов рекреации (табл. 2.5.1- 2.5.3).



Таблица 2.5.1. Требования к качеству воды водных объектов, используемых для рекреации (ГОСТ 17.1.5.02-80 С.3 )

Показатель	Требования и нормы
Плавающие примеси	Отсутствие на поверхности воды плавающих плёнок, пятен минеральных масел и скопления других примесей
Посторонний запах (баллы)	Не более 2
Привкусы (исключая морскую воду) (баллы)	Не более 2
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике высотой 10 см
рН	6.5 – 8.5
Растворённый кислород, мг/дм <sup>3</sup>	Не менее 4
Биохимическая потребность в кислороде (БПК <sub>5</sub> ), мг/ дм <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	Не более 4
Токсические химические вещества (исключая солевой состав морской воды)	Не должны превышать норм, установленных Министерством здравоохранения СССР
Число лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) в 1 дм <sup>3</sup> при использовании водного объекта для - купания - водочно-парусного спорта	Не более 1000 Не более 10 000

Примечания: 1. Допускается увеличение БПК<sub>5</sub>, обусловленное "цветением" водоёма.  
 2. Выбор исследуемых токсических веществ при контроле качества воды определяется органами санитарно-эпидемиологической службы с учётом местных условий.  
 3. В случае превышения ЛКП при использовании водного объекта для купания для решения вопроса о необходимости проведения оздоровительных мероприятий или закрытия пляжа проводят дополнительные исследования на наличие сальмонелл, шигелл, энтеровирусов, стафилококков. При отсутствии в исследуемых пробах сальмонелл тифа и паратифов, шигелл и при благоприятной эпидемической ситуации по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы может быть продолжена эксплуатация водного объекта, если число ЛКП не будет превышать 10 000 в 1 дм<sup>3</sup>.

Таблица 2.5.2. Санитарно-микробиологическая регламентация загрязнения водоёмов (по Григорьевой, 1975)

Водоём	Титр				Количество (в 1 мл в 1 час.)		
	БГКП	энтерококков	Cl. perfringens	аммонификаторов	бделловибрионов (БОЕ)	кишечных фагов (БОЕ)	сапрофитов (37° С, 24 час.)
<b>Морской</b>							
-чистый	> 1	> 10	> 10	> 1	0	0	До 100
-загрязнён.	1-0.1	10-1	10-1	1-0.1	2	1-5	100-1000
-сильно загрязнен.	<0.1	<1	<1	<0.1	> 2	> 5	> 1000
<b>Донные отложения</b>							
-чистые	0.01	0.1	1	0.01	0	0	1-10 000
-загрязнен.	0.01-0.001	0.1-0.01	1-0.1	0.01-0.001	1-5	1-10	1-100000
-сильно загрязнен.	<0.001	<0.01	<0.1	<0.001	> 5	> 10	> 100000
<b>Континентальный</b>							
-чистый	> 1	> 10	> 10	> 1	0	0	До 100
-загрязнен.	1-0.1	10-1	10-1	1-0.1	2-3	1-10	100-1000
-сильно загрязнён.	< 0.1	< 1	< 1	< 0.1	> 3	> 10	> 1000
<b>Донные отложения</b>							
-чистые	> 0.01	> 0.1	> 0.1	>0.01	0-1	1-10	1-100 000
-загрязнён.	0.01-0.001	0.1-0.01	0.1-0.01	0.01-0.001	5-10	10-100	100 000 - 1 000000
-сильно загрязнен.	<0.001	< 0.01	<0.01	< 0.001	> 10	> 100	> 1000000

Таблица 2.5.3. Микробиологические критерии оценки водоёмов при загрязнении ПАВ и пестицидами (по Касьяненко и др., 1985)

Оценка водоёма	Индекс		Количество в 1 мл	
	БГКП	сальмонелл, ЭПКП	сапрофитов (37° С, 24 час.)	энтерофагов
Чистый	До 1 000	0	До 1 000	0
Загрязнённый	1 – 10 000	1 – 10	1 – 10 000	1 – 10
Сильно загрязнённый	> 10 000	> 10	> 10 000	> 10

## 2.6. Ландшафтно-структурные особенности территории

В зависимости от сочетания физико-географических условий и компонентов природы формируется ландшафтная структура территории. Многообразие и мозаичность распределения природных комплексов определяют рекреационную устойчивость территории, её живописность и привлекательность.

Чем сложнее и разнообразнее ландшафтная структура, тем более привлекательна данная территория для различных видов рекреации и тем более устойчива она к рекреационным нагрузкам.

Для определения значимости компонентов природы проводится оценка отдельных компонентов по видам отдыха, что позволяет выявить наиболее важные свойства данного компонента для конкретного вида отдыха. Интегральная оценка компонента показывает, для каких видов отдыха этот показатель является определяющим, а для каких он менее важен. Такая экспертная интегральная оценка позволяет выделить наиболее перспективные виды отдыха для различных водохранилищ.

Анализ интегральной оценки климатических условий (табл. 2.2.1) показывает, что для летних видов отдыха важны климатические характеристики, но более “требовательными” к температурному режиму, влажности и силе ветра, интенсивности солнечной радиации и другим являются купание (сумма баллов 19), прогулки на весельных лодках и рыбалка (17 баллов). Высокие требования к климатическим условиям предъявляет стационарный туризм (18 баллов), отдых с использованием автотранспорта (19 баллов), воднолыжный спорт и виндсерфинг. Аналогичным образом оцениваются и другие компоненты природы.

На основе полученных оценок отдельных компонентов проводится интегральная оценка компонентов природы для различных видов отдыха (табл. 2.6.1). Оценку природных компонентов можно проводить в баллах и в процентах. По сумме баллов для групп видов отдыха проводится сравнительный анализ условий рекреационного природопользования по ряду компонентов и, таким образом, определяется предпочтительная структура рекреационного водопользования.

В группе видов отдыха с преимущественным использованием территории наиболее высокие требования практически ко всем компонентам природы предъявляют стационарный организованный и неорганизованный туризм и пикники (сумма баллов от 20 до 23) (табл. 2.6.1).

В группе видов отдыха с преимущественным использованием акватории определяющее значение имеют климатические условия и характеристики поверхностных вод (режим уровней, температура и качество воды, волновой режим и др.). Из водных видов отдыха и спорта наиболее высокие требования к качеству природной среды предъявляют купание, водные лыжи и виндсерфинг за счёт большого веса климатических условий и характеристик акватории водохранилищ.

Среди видов рекреационных занятий отмечается избирательность в отношении к ведущему компоненту.

Климатические условия и режим погоды являются определяющими для стационарного неорганизованного туризма, пикников и купания. Для остальных видов отдыха они также имеют существенное, но не столь важное значение.

Литолого-геоморфологическое строение играет основную роль для стационарного организованным и неорганизованного отдыха, пикников пешего туризма, для водных видов отдыха и спорта его значение не столь велико.

Гидрогеологические условия влияют в значительной степени на развитие самостоятельного отдыха и пикников; для видов отдыха, связанных в основном с водой, значение этого фактора практически равно нулю.

Почвенно-растительные условия имеют существенное значение для развития неорганизованного стационарного туризма и пикников, а также при сборе грибов и ягод.

Уровенный и температурный режимы и качество воды имеют большое значение практически для всех видов отдыха, но определяющими являются для развития водных видов отдыха и спорта.

Таблица 2.6.1. Интегральная оценка значения компонентов природы для рекреационного природопользования (в баллах)

Группы видов отдыха	Виды отдыха	Компоненты природы										Сумма баллов
		Климат		Лито-геоморфологическая основа	Гидрогеологические условия	Почвы	Растительность	Поверхностные воды			Биологические ресурсы	
		Осадки	Температурный режим					Режим уровней	Температурный режим	Качество воды		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Отдых с преимущественным использованием территории	Стационарный неорганизованный	3	2	2	3	2	3	3	2	1	1	22
	Стационарный организованный	1	1	2	2	2	2	3	2	1	1	17
	Отдых с использованием автотранспорта	3	2	2	1	2	2	0	2	1	1	16
	Пикники	3	3	3	3	2	3	2	3	1	0	23
	Пеший туризм	2	2	3	2	1	2	1	1	1	0	15
	Рыболовство с берега	1	2	2	1	0	1	3	1	2	3	16
	Сбор грибов и ягод	3	1	0	0	2	2	0	0	0	3	11
	Лыжные прогулки	1	2	2	0	0	2	0	0	0	0	7
	Сумма баллов	17	15	16	12	11	17	12	11	7	9	

Окончание таблицы 2.6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Отдых с преимущественным использованием акватории	Отдых с использованием маломерного моторного флота	2	2	1	0	0	0	3	2	2	0	12
	Купание	3	3	2	1	1	1	2	3	3	0	19
	Парусный спорт и виндсерфинг	2	2	1	0	0	0	3	2	1	0	11
	Байдарочный спорт	2	1	1	0	0	0	2	1	2	0	9
	Прогулки на весельных лодках	3	2	1	0	0	0	2	1	1	0	10
	Рыболовство с лодки	1	2	1	0	0	0	2	2	2	3	13
	Рыболовство со льда	1	0	0	0	0	0	2	1	2	3	9
	Охота на водоплавающую дичь	1	0	0	2	0	2	2	1	1	3	12
	Сумма баллов	15	12	7	3	1	3	18	13	14	9	

0 – 3 – балльное значение компонентов для данного вида отдыха.

0 – не имеет значения; 1 – слабое значение;

2 – существенное значение; 3 – определяющее значение.

Значения компонентов природы для развития видов отдыха варьируют в широких пределах (от 0 до 38 %). Причём для наземных видов отдыха характеристики водоёма (уровенный и температурный режим, качество воды и т.д.) не являются определяющими, в то время как практически для всех видов отдыха с преимущественным использованием акватории эти факторы имеют большой удельный вес в интегральной оценке акваториальных комплексов как объектов рекреационного природопользования.

Естественно, что все компоненты ландшафта имеют не одинаковую значимость для различных видов отдыха (табл. 2.6.1). Как видно из таблицы, для видов отдыха с преимущественным использованием территории наиболее значимы климатические характеристики, геоморфологические условия и растительный покров. Наиболее высокие требования к природным характеристикам территории предъявляют такие виды отдыха, как стационарный неорганизованный и пеший туризм. Для видов отдыха с преимущественным использованием акватории наиболее важны характеристики водного объекта (режим уровней, температурный режим и качество вод) и климатические характеристики. Наиболее "требовательными" к этим характеристикам являются такие виды отдыха, как купание, рыболовство с лодки, парусный спорт и виндсерфинг.

Основные параметры компонентов ландшафта прямо или косвенно оказывают воздействие на формирование качества вод. Интенсивность и характер этого воздействия, а также его проявления весьма разнообразны (табл. 2.6.2).

Ландшафтно-структурные особенности территории определяют устойчивость природных комплексов к антропогенным нагрузкам и характеризуют их способность к самоочищению и самовосстановлению. Довольно значительные нагрузки выдерживают лесные и луговые природные комплексы на суглинистых дерново-подзолистых, дерново-подзолистых и луговых почвах. Наименее устойчивы природные комплексы сухих сосновых боров на слабоподзоленных супесчаных и песчаных почвах, а также комплексы с избыточным увлажнением.

После проведения натурных исследований компонентов природы и наиболее распространённых природных комплексов на районизируемых участках определяется характер преимущественного хозяйственного использования (сельскохозяйственное, селитебное, промышленное, транспортное и др.) и выделяются наиболее интенсивные источники загрязнения, что позволяет выявить наиболее нагруженные и, следовательно, наиболее экологически уязвимые участки берега и акватории.

Таблица 2.6.2. Схема взаимосвязи основных показателей компонентов ландшафта с качеством вод

Основные показатели	Факторы воздействия	Проявление воздействия
1	2	3
<b>Метеорологические факторы</b>		
Облачность	Интенсивность солнечной инсоляции, освещенность водной толщи	Влияет на интенсивность внутриводоемных процессов, интенсивность цветения воды и т.д.
Температура воздуха	Прогревание водной толщи	Влияет на интенсивность внутриводоемных процессов, количество растворенных веществ
Скорость и направление ветра	Интенсивность прогрева воды, силы волнения, размыв берегов	Влияет на внутриводоемные процессы, перенос загрязнений, поступающих с берега
Характер, количество осадков и их химический состав	Уровеньный режим, интенсивность плоскостного смыва и количество растворимых веществ	Влияет на количество воды и поступление веществ с берега, выпадение химических веществ на акваторию с осадками и взвесями
Состояние почвы	Интенсивность плоскостного смыва, скорости вымывания и скорости фильтрации	Влияет на смыв с поверхности и просачивание к уровню грунтовых вод
<b>Литолого – геоморфологические характеристики</b>		
Механический состав пород и их трещиноватость	Интенсивность и скорости прохождения воды по толще пород	Влияет на скорость просачивания к уровню грунтовых вод, скорость их пополнения
Химический состав пород	Формирование химического состава поверхностных и грунтовых вод	Определяет количество растворенных элементов, поступающих с поверхностным и грунтовым стоками
Высота над урезом воды	Уровень грунтовых вод, обрушение и подмыв берегов, аккумуляция денудационного материала	Определяет интенсивность влияния грунтовых вод, поступление механических и химических загрязнений



1	2	3
Крутизна склонов	Интенсивность плоскостного смыва	Влияет на количество и характер поступления механических загрязнений с береговой зоны
<b>Почвы</b>		
Строение почвенного профиля и его мощность	Интенсивность прохождения загрязнений по почве и их поглощение	Определяет количество выносимых загрязнений по профилю почв и объемы поступления в поверхностные и грунтовые воды
Механический состав, сложение, пористость	Интенсивность прохождения и поглощения загрязнений почвенным профилем	Влияет на характер и количество загрязнений, поступающих с поверхностным и грунтовым стоками
Плотность и влажность почв	Интенсивность плоскостного смыва, скорость вымывания и скорость фильтрации, поглощение веществ почвой	Определяет объемы и характер поступления загрязнений с береговой зоны
<b>Растительность</b>		
Видовой состав растительности	Интенсивность и избирательность поглощения химических элементов	Влияет на почвенный сток и качество вод
Сквозность крон и проективное покрытие	Интенсивность и количество осадков, поступающих на поверхность, влажность почвы, интенсивность испарения	Влияет на количество загрязнений, смываемых с поверхности, интенсивность их "вымывания" в почву и прохождение с поверхностным и грунтовым стоками
Степень ветрованности и характер	Интенсивность плоскостного смыва	Определяет количество и характер поступления веществ с поверхностным и грунтовым стоками
<b>Гидрологические характеристики</b>		
Характер водотока	Интенсивность внутриводоемных процессов	Формирует природное качество воды и определяет особенности трансформации веществ
Ширина, глубина, форма русла, характеристики дна	Скорость течения, водность, расходы воды, особенности течений	Определяет скорость и объемы переноса и трансформации загрязнений, интенсивность перемешивания и разбавления

1	2	3
Характер зарастания вышней водной растительностью	Интенсивность поглощения загрязнений из воды и донных отложений, изменение химического состава в результате процессов жизнедеятельности	Влияет на формирование качества воды
Температурный режим	Интенсивность внутриводоемных процессов и процессов жизнедеятельности гидробионтов	Влияет на количество растворенных веществ, интенсивность процессов энергообмена
<b>Гидрогеологические условия</b>		
Глубина залегания грунтовых вод	Интенсивность энергообмена между поверхностными и грунтовыми водами	Определяет объемы и характер поступления или выноса вещества с грунтовым стоком
Химический состав	Интенсивность растворения веществ	Влияет на интенсивность энергообмена между поверхностным и грунтовым стоками и качеством вод
Температурный режим	Интенсивность растворения и количество растворенных веществ	Влияет на концентрацию растворенных веществ

Все виды рекреационного природопользования, находясь в значительной зависимости от компонентов природной среды, сами оказывают воздействие на элементы акватерриториальных комплексов (АТК) водохранилищ. Степень и характер этого воздействия весьма различны и зависят от вида отдыха, его пространственного и временного размещения. Экспертная и аналитическая оценки влияния отдельных видов отдыха на АТК показали, что наиболее сильное воздействие оказывают следующие виды рекреационного природопользования (по степени убывания): отдых с использованием автотранспорта, стационарный неорганизованный отдых, отдых с использованием маломерного моторного флота и купание (табл. 2.6.3). Экологически чистыми видами рекреационного природопользования являются: зимние лыжные прогулки, парусный и байдарочный спорт и виндсерфинг, сбор грибов и ягод, рыболовство с берега. При развитии рекреации на водоёмах наиболее уязвимыми элементами АТК являются воды (а именно их качество), почва, наземная и высшая водная растительность. Основываясь на интегральной оценке воздействия отдельных видов отдыха на элементы АТЭ и устойчивости последних к рекреационному воздействию, можно выработать рекомендации по размещению рекреационных зон в пределах акватерриториальных экосистем (АТЭ) водохранилищ и оптимальной структуре рекреационного природопользования (табл. 2.6.4).

Таблица 3.6.3. Оценка воздействия рекреационных нагрузок на основные природные комплексы Ивацковского подзолища

Природно-территориальные комплексы	Характеристики растительного покрова					Рекреационная нагрузка		Общее состояние комплекса	Примечание
	Ср. высота древостоя, м или высота травостоя, см (для луговых комплексов)	Сомкнутость крон, % или проективное покрытие, % (для луговых комплексов)	Ср. диаметр деревьев, см	Состояние подроста и подлеска	Состояние травостоя	Чел./га	Оценка нагрузки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Сухие сосновые боры на подзолистых супесчаных и песчаных почвах	15-20	40	15-20	Практически отсутствуют  Развиты незначительно	Полностью вытоптан  Вытоптан частично	40-60  10-15	Выше допустимой  Допустимая	Угнетенное  Удовлетворительное	Обнажены корни деревьев, почвы уплотнены
2. Березово-сосновые разнотравно-злаковые леса на подзолистых супесчаных и песчаных почвах	20-25	40	20-30	Развиты  Подрост угнетен, подлесок отсутствует	Хорошо развит  Разрежен	30-40  41-60	Допустимая  Выше допустимой	Удовлетворительное  Угнетенное	Почвы сильно уплотнены
3. Березовые разнотравно-злаковые леса на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах	15-20	50	15-20	Хорошо развиты	Хорошо развит	10-20	Допустимая	Хорошее	
4. Березовые злаково-осоковые леса на дерново-подзолистых супесчаных почвах	15-20	50	15-20	Развиты	Развит	10-20	Допустимая	Хорошее	

Окончание табл. 2.6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Еловые разнотравные леса на дерново-подзолистых суглинистых почвах	15-20	40-50	20-25	Развиты хорошо	Развит хорошо	5-15	Допустимая	Хорошее	
6. Луговые комплексы:									
а) суходольные луга на супесчаных и песчаных почвах	10-15	50-60			Вытопан значительно	60-70	Выше допустимого	Угнетенное	Травостой угнетен
б) разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные на дерново-подзолистых суглинистых почвах	15-20	80-90			Хорошо развит	60-80	Допустимая	Удовлетворительное	Злаки слегка угнетены
в) разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные на дерново-подзолистых суглинистых почвах	15-30	80-90			Хорошо развит	60-80	Допустимая	Хорошее	
7. Куртинно-полянные комплексы на дерново-подзолистых суглинистых почвах	10-20	80-90		Развиты хорошо  Подрост не развит, подрост отсутствует	Развит хорошо  Развит	60-80  80-100	Допустимая  Допустимая	Хорошее  Удовлетворительное	Отмечаются признаки угнетения

таблица 2.8.4 интегральная оценка воздействия вида отдыха на АТЭ водокрании

Экологические темы	Элементы экосистем	Проявления воздействия	Виды отдыха																	Сумма баллов	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Территория	Берега	Размыв	2*	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
		Обрушение	1	1	2	0	0	1	0	0	3	2	0	0	1	1	1	1	1	1	15
	Почвы	Уплотнение	3	2	3	2	3	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	18
		Изменение мех. состава	2	1	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		Уменьшение профиля	2	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		Загрязнение нефтепродуктами	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		Поступление биогенных элементов	3	0	2	3	3	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	18
		Бактер. загрязнение	3	0	2	3	3	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	18
		Уменьшение общей биомассы	2	2	3	2	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	15
	Растительность	Изменение видового состава	2	2	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12
		Уменьшение проективного покрытия	3	2	3	2	2	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	17
		Снижение высоты травостоя	2	2	2	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11
		Ухудшение состояния древостоя	3	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	16

Окончание табл. 2.6.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Акватория	Качество воды	Поступление нефтепродукт.	2	1	3	0	1	0	0	0	3	0	2	0	0	0	1	0	1	14	
		Химическое загрязнение	2	2	1	1	1	1	0	0	3	3	2	2	2	2	3	3	2	30	
		Бактериальн. загрязнение	2	2	1	1	1	0	0	0	2	3	2	2	2	2	3	3	1	27	
		Смыв с берега нефтепродукт.	1	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
		Смыв с берега химических загрязнений	2	0	1	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	10
		Смыв с берега бактериальн. загрязнений	2	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	8
	Донные отложения	Нефтепродукт.	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1	1	1	0	1	12	
		Взвешенные вещества	1	1	1	0	0	0	0	0	2	3	1	0	1	1	1	0	1	13	
		Химическое загрязнение	-1	1	1	0	0	0	0	0	2	3	1	0	1	1	1	0	1	13	
		Бактериальн. загрязнение	1	1	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1	1	1	0	1	12	
	Гидробиоценозы	Снижение биомассы	2	1	2	0	0	1	0	0	2	2	1	0	1	1	1	2	2	18	
		Изменение видового состава	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	10	
		Изъятие биоресурсов	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	15	
Сумма баллов общая			49	28	49	26	28	11	6	3	31	38	11	4	10	10	16	14	27		
В том числе: территория акватория			29	15	30	22	23	6	6	3	6	14	0	0	1	1	1	3	12		
			20	13	19	4	5	5	0	0	25	24	11	4	9	9	15	11	15		

\*Степень воздействия: 0 – отсутствует; 1 – слабое; 2 – заметное; 3 – существенное.

Виды отдыха: 1 – стационарный неорганизованный отдых; 2 – стационарный организованный отдых; 3 – отдых с использованием автотранспорта; 4 – пикники; 5 – пеший туризм; 6 – рыболовство с берега; 7 – сбор грибов и ягод; 8 – лыжные прогулки; 9 – отдых с использованием маломерного моторного флота и водные лыжи; 10 – купание; 11 – парусный спорт; 12 – виндсерфинг; 13 – байдарочный спорт; 14 – прогулки на весельных лодках; 15 – рыболовство с лодки; 16 – рыболовство со льда; 17 – охота на водоплавающую дичь.

### Масштабы и перспективы рекреационного использования Иваньковского водохранилища

Иваньковское водохранилище, являющееся одним из основных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Москвы, создано на реке Волге в 1937 г. Водохранилище используется для целей гидроэнергетики, водоснабжения, судоходства, рыбного хозяйства, рекреации и транспорта.

Значительное рекреационное освоение Иваньковского водохранилища в последние годы объясняется целым рядом объективных причин, а именно:

1 – **выгодным экономико-географическим положением.** Территория относится к Центральному региону и расположена на пересечении транспортных магистралей, связывающих два крупнейших промышленно-культурных центра России – Москву и Санкт - Петербург;

2 – **благоприятными природно-климатическими особенностями территории:**

- умеренно-континентальный климат;
- разнообразие природно-территориальных комплексов;
- богатый видовой состав флоры и фауны;
- обилие разнообразных водных объектов;
- удовлетворительное экологическое состояние региона.

3 – **наличием богатого историко-культурного потенциала:** исторические места и памятники культуры и зодчества и т.д.;

4 – **хорошим экономическим потенциалом,** представленным различными отраслями промышленности и сельского хозяйства.

По административному делению территория водосборного бассейна Иваньковского водохранилища включает большую часть Тверской, большую часть Московской и незначительные части Смоленской и Новгородской областей.

#### 3.1. Физико-географическая характеристика водосборной площади

Площадь водосбора Иваньковского водохранилища составляет 40 000 км<sup>2</sup>, располагается в пределах Валдайской возвышенности и Валдайско-волжской низины между 57°34' и 55°17' с.ш. и 32°00' и 37°10' в.д. относится к Среднерусской ландшафтной провинции смешанных лесов, которая характеризуется тремя типами территорий: лесами, лугами и болотами.

По схеме физико-географического районирования территория региона относится к ландшафтной стране Русской равнины, на развитие ландшафта которой большое влияние оказали четвертичные оледенения. После отступления ледника широкое распространение здесь получили лесные ландшафты.

Ландшафтно-структурные особенности территории определяют многообразием и мозаичностью распространения основных природных комплексов, образующих данный ландшафт. Природные комплексы различного таксономического ранга формируются в результате сложны взаимосвязей и взаимодействий между основными компонентами природы: геологическим строением, рельефом, климатом, водами, почвами, растительностью и животным миром. Компоненты ландшафта, образуя единую систему, связаны между собой физическими, механическими, химическими и биологическими процессами.

**Коренные породы** представлены отложениями каменноугольно пермской и юрской систем. Наиболее близко к поверхности залегают отложения верхнего карбона, имеющие значительный уклон и перекрыты отложениями юрского периода и мощными толщами четвертичных пород. Верхнекаменноугольные породы представлены известняками и глинами, четвертичные породы - ледниковыми образованиями различных ледниковых эпох. Наибольшее распространение имеют отложения днепровского ледника и флювиогляциальные отложения валдайского, которые слагают верхние горизонты.

С геологическим строением территории связаны и месторождения полезных ископаемых. Так, имеются и разрабатываются общераспространённые нерудные полезные ископаемые: глины, песчано-гравийно-песчаные смеси, торф и сапропель, известняки и бурый уголь.

**Рельеф** региона довольно однообразный. На его формирование большое влияние оказала деятельность ледника и талых ледниковых вод. Развита типичная для равнинного рельефа ледникового, водноледникового, озёрного и аллювиального происхождения, которые представлены в основном слабовсхолмлённой, всхолмлённой и холмистой равнинами.

Рельефом ледникового происхождения является моренная равнина московского оледенения, которая находится в районе Волжского плёса к востоку и юго-востоку от г. Твери, около деревни Судимирки приплотинного участка водохранилища. Поверхность равнины, сложенная моренными суглинками, расчленена незначительно и местами осложнена моренными холмами высотой до 4 м. Преобладают абсолютные высоты 120-150 м БС.



Рельеф водноледникового происхождения, образованный разновысотными флювиогляциальными отложениями, сформированными грядками разных стадий отступления Московского оледенения, расположен в районе Шошинского плёса и на участке от устья реки Ламы до г. Иваньково. Это в основном пологоволнистая или плоская равнина с редкими отдельными грядами и холмами до 3 м высотой, сложенная песками. Абсолютные высоты – 130-150 м БС.

Рельеф озёрного происхождения распространён по левому берегу Шошинского плёса и на правом берегу р. Волги к югу от с. Городня и имеет вид плоской равнины, которая сложена преимущественно песками и супесями и в меньшей степени суглинками и глинами. Преобладают абсолютные высоты от 130 до 135 м БС.

Рельеф аллювиального происхождения преобладает в береговой зоне Иваньковского водохранилища и представлен поймой, первой и второй пойменными террасами реки Волги и её притоков.

Территория, прилегающая к Иваньковскому водохранилищу, является осевой частью Верхневолжской низменности. Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах от 124 до 178 м БС, достигая минимума у уреза реки Волги. Рельеф низменности слаборасчленённый, пологоволнистый и пологохолмистый с относительной глубиной расчленения 10-30 м и осложнён отдельными холмами и грядами водноледникового происхождения с относительными высотами 50-70 м БС. В непосредственной близости к реке Волге и Иваньковскому водохранилищу поверхность имеет вид плоской равнины местами с современными грядами.

Климат района определяется географическим положением территории в центре Русской равнины. Климат умеренно-континентальный со сменой циклональной и антициклональной ситуации в течение года, т.е. со сложными и разнообразными циркуляционными процессами различной направленности и интенсивности.

Среднегодовая величина радиационного баланса для исследуемой территории равна  $33.1 \text{ ккал/см}^2$ , среднегодовая температура воздуха составляет  $3.8^{\circ} \text{C}$  (табл. 3.1).

Переход среднесуточной температуры через  $0^{\circ} \text{C}$  происходит в апреле, в этот период разрушается и сходит снежный покров. Летняя погода формируется в условиях развития двух основных процессов: трансформации воздушных масс, поступающих в результате антициклональной и циклональной деятельности. Летние месяцы умеренно тёплые (дневные температуры воздуха  $+15 - +25^{\circ} \text{C}$ ). Самый тёплый месяц – июль (Иваньковское водохранилище и его жизнь, 1978).

Таблица 3.1 . Средние многолетние значения основных показателей климата Конаковского района (Мирзоев, Мирзоев, 1995)

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Средняя температура воздуха	-9.8	-9.2	-4.6	3.8	11.7	15.4	17.8	15.6	10.4	4.0	-2	-7.5	3.8
Абсолютный минимум температуры	-50	-42	-38	-19	-7	-3	-2	-1	-7	-22	-29	-38	-50
Абсолютный максимум температуры	4	4	14	22	30	32	36	37	31	21	13	7	37
Средняя скорость ветра (м/с)	3.4	3.4	3.4	3.1	2.9	2.7	2.4	2.5	3.0	3.0	3.5	3.3	3.1
Среднее количество осадков (мм)	32	28	32	33	43	75	85	7,6	59	52	41	37	593
Абсолютная влажность воздуха (МБ)	2.9	2.9	3.9	6.1	9.3	12.8	15.1	14.1	10.4	7.2	5.1	3.5	7.7
Относительная влажность воздуха (%)	83	78	68	59	50	56	58	63	68	76	84	87	69
Число ясных и пасмурных дней													
(нижняя облачность): ясных	2.5	2.7	6.9	7.2	5.7	5.8	4.8	5.6	4.1	3.0	2.5	2.4	53
пасмурных	17.5	12.7	9.9	6.9	6.3	5.2	5.3	5.6	9.3	15.0	18.4	20.2	132
Число часов солнечного сияния	23	54	103	153	236	249	252	204	124	67	35	21	1521
Среднее число дней с туманом	4	4	3	3	2	1	3	5	6	4	4	3	42
Среднее число дней с метелью	9	9	7	1	-	-	-	-	-	0.5	4	6	36.5
Среднее число дней с грозой	-	-	-	0.7	4	6	8	5	1	0.03	-	-	25
Среднее число дней с градом	-	-	-	0.2	0.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.04	-	-	1.9

Осень начинается с середины или с конца августа и длится до конца ноября. В начале осени усиливаются ветра, осадки приобретают затяжной характер. Значительная облачность ослабляет солнечную радиацию и способствует понижению температуры и уменьшению испарения. При сравнительно небольшом количестве осадков происходит прогрессивное иссушение влаги в почве.

В начале или в конце ноября появляется постоянный снежный покров. Самые холодные месяцы – январь и февраль (среднемесячные температуры воздуха –  $-9-17^{\circ}$  С). Количество осадков изменяется в зависимости от изобилия года от 500 до 700 мм в год, при среднегодовой норме 593 мм. Продолжительность вегетационного периода - от 100 до 170 дней.

**Почвы.** Основными почвообразующими породами на значительной территории водосборной площади являются моренные суглинки, реже – флювиогляциальные пески, аллювиальные отложения и торфяники. По механическому составу моренные отложения весьма разнообразны и представлены легкими, средними и тяжёлыми суглинками. Особенности рельефа, гидрологических и климатических условий, а также разнообразие почвообразующих пород и растительных ассоциаций привели к районированию на водосборе довольно пёстрого почвенного покрова. В основном преобладают дерново-подзолистые (разной степени выщелачивания), подзолистые и по понижениям дерново-глеевые и болотные типы почв. На поверхности речных террас и пойм развиты луговые и лугово-болотные почвы. Механический состав почв изменяется от глинистого и суглинистого до песчаного и супесчаного.

Почвенный покров водоохранной зоны представлен различными комбинациями подзолистых, болотно-подзолистых и болотного типов почв. В основном всю территорию подзолистого типа почв составляет дерново-подзолистый подтип почв, который является основой почвенного покрова водосборной площади водохранилища.

**Растительность.** По лесорастительному районированию территория относится к подзоне южной тайги, а точнее - к центральному району смешанных лесов Верхневолжской низины, для которого коренными и преобладающими лесообразующими породами являются ель и сосна. Растительность представлена в основном еловыми и широколиственно-еловыми лесами.

На водосборной площади основными лесообразующими породами являются сосна, ель, берёза, осина и ольха. В составе древостоя присутствуют дуб, липа, вяз, ясень, клён. Средняя лесистость водосбора составляет 34 %. Хвойные породы преобладают на 40 % покрытой лесом территории, а 60 % площади заняты вторичными мелколиственными берёзово-

осиновыми лесами на месте еловых и широколиственно-еловых лесов. Встречаются также вторичные берёзовые и сосновые леса на месте сосновых и широколиственно-сосновых лесов.

В распределении лесов прослеживается определённая закономерность. На вершинах и склонах возвышенностей распространены дубово-ясеневые, елово-дубовые леса с орешником в подлеске. В состав древостоя входят также клён, вяз, липа, ольха, берёза и осина.

По долинам рек на песчаных террасах развиты сосновые леса: боры-зеленомошники – на сильно увлажнённых участках и боры-беломошники на сухих песчаных грядах и холмах.

На равнинных участках плоские и пониженные участки заняты еловыми лесами, чаще всего это ельники-зеленомошники. При избыточном увлажнении здесь преобладают леса из мелколиственных пород: березняки, осинники, ольшанники.

Значительные площади занимают пойменные и материковые луга (в основном – суходольные). Широко развиты болота – около 18 % территории. На верховых сфагновых болотах произрастают сосна и берёза карликовая, распространены ягодники (клюква, голубика). Растительный покров низинных болот представлен чёрной ольхой, берёзой, в подлеске развиты ивняки, черёмуха, чёрная смородина. Травостой составляют осоки, злаки, хвощи и крупное болотное разнотравье.

**Воды.** Регион богат водными ресурсами. В Тверской области насчитывается свыше 600 озёр. Главной рекой является Волга. Все крупные притоки Волги, как правило, левобережные и имеют значительные площади водосборов. Крупнейшие притоки Волги и Ивановского водохранилища – Жукопа, Селижаровка, Тудовка, Тверца, Тьма, Шоша, Лам. Непосредственно в водохранилище впадает 10 рек длиной более 10 км (Ивановское водохранилище и его жизнь, 1978). Реки имеют, как правило, типичный облик равнинных рек, а именно: долины рек обычно трапециевидные или ящикообразные, при пересечении моренных гряд сужаются, а в пределах Верхневолжской низины становятся неясно выраженными. Средняя ширина долин – 1-2 км (у Волги – до 5-10 км). Относительная глубина вреза долин основных притоков Волги составляет 3-40 м. Большинство рек имеет смешанное снеговое и грунтовое питание, причём более 60 % годового стока приходится на весеннее половодье.

На территории водосбора расположено несколько групп озёр, образующих озёрные районы – Селижаровский и Верхневолжский.

### 3.2. Масштабы рекреационного природопользования на водохранилище

При создании Иваньковского водохранилища рекреация не входила в состав водопользователей. Однако в настоящее время рекреация на водохранилище и его притоках стала одним из наиболее развитых видов использования.

- На водохранилище широко развит как организованный, так и самостоятельный туризм.

Учреждения отдыха принадлежат более чем 20 различным ведомствам. Из 29 оздоровительных учреждений 7 с круглогодичным режимом эксплуатации, 13 – сезонного использования и 9 учреждений в настоящее время не функционируют. Большинство здравниц расположено на берегах Волжского плёса водохранилища, который отличается от других участков водоёма хорошей транспортной доступностью.

Все учреждения (сезонного и круглогодичного) отдыха имеют высокий уровень инженерного обеспечения и общего санитарного состояния, который в целом оценивается от удовлетворительного до довольно высокого.

- При полной загрузке в учреждениях сезонного летнего и зимнего отдыха одновременно могут отдыхать соответственно более 1800 и более 2800 человек, а в учреждениях круглогодичного отдыха – свыше 2800 человек. Таким образом, в летний период только по организованному отдыху ежедневная нагрузка может достигать 4600 человек. При полной загрузке учреждений круглогодичного отдыха ежегодная посещаемость может составить более 1 млн человек.

В учреждениях отдыха в течение года рекреационные нагрузки распределены крайне неравномерно. В летние месяцы отмечаются наиболее высокие нагрузки за месяц, а в весенне-осенний период нагрузки снижаются, хотя общая сезонная нагрузка выше (вследствие повышенной растянутости периода).

Уровень инженерного обеспечения и общего санитарного состояния учреждений организованного отдыха довольно высокий. Из 29 учреждений 16 (55 % от общей вместимости) сбрасывают хозяйственно-бытовые сточные воды на сооружения полной биологической очистки. Санитарные базы сезонного отдыха имеют водонепроницаемые выгребы для сброса сточных вод.

Таблица 3.2.1. Организованный отдых на Иваньковском водохранилище

Рекреационная нагрузка	Тыс. чел./дней	% от общей нагрузки
Общая за год	1 200	100.0
За летний сезон	414	34.5
За осенне-весенний сезон	786	65.5
Средняя за месяц	100	8.3
За летний месяц	138	11.5
За осенне-весенний месяц	87.3	7.2

Воздействие учреждений отдыха на качество воды водоемов сказывается в поступлении хозяйственно-бытовых сточных вод. Для Иваньковского водохранилища доля загрязнений, вносимых сточными водами учреждений отдыха, не превышает 1-3% от общего поступления загрязняющих веществ.

За последние годы водохранилище интенсивно используется для неорганизованного отдыха населения (табл. 3.2.2).

Из 183 км береговой зоны Иваньковского водохранилища только 65% пригодны для рекреационного водопользования. Из них 29% пригодны для отдыха с использованием акватории и побережья и 36% - для отдыха с использованием только акватории. В условиях Иваньковского водохранилища более 35% его береговой линии не пригодны для рекреационного использования вследствие антропогенного фактора и природных условий (рис. 3.2.1).

Благоприятные для рекреационного использования участки испытывают довольно значительные антропогенные нагрузки, что приводит к развитию процессов рекреационной дигрессии береговых и аквальных комплексов водохранилища.

Таблица 3.2.2. Структура неорганизованного (самодеятельного) отдыха на Иваньковском водохранилище

Категории отдыха	Всего человек	В том числе		
		палаточный туризм	отдых с использованием м/м флота	отдых с использованием автотранспорта
В будний день	4390/2580*	3150/1650	1150/260	90/670
В выходной день	6750/7270	4950/2500	1250/270	550/4500

\* числителе - 1989 г., в знаменателе - 1998 г.

Примечание. При подсчете предполагалось, что в одной палатке и в одной моторной лодке в среднем по три человека, а в одной машине - 4 человека.

Рекреационная нагрузка на территории береговой зоны изменяется в широких пределах:

- в зонах сезонного отдыха - 4-10 чел./га,
- в зонах круглосуточного организованного отдыха - 4 - 125 чел. /га,
- в зонах неорганизованного отдыха - 2 - 250 чел./га.

По нашим подсчётам, нагрузка по самодеятельному отдыху и туризму составляет более 3.0 млн человек в год. Максимальные нагрузки приходятся на выходные дни в летний период.

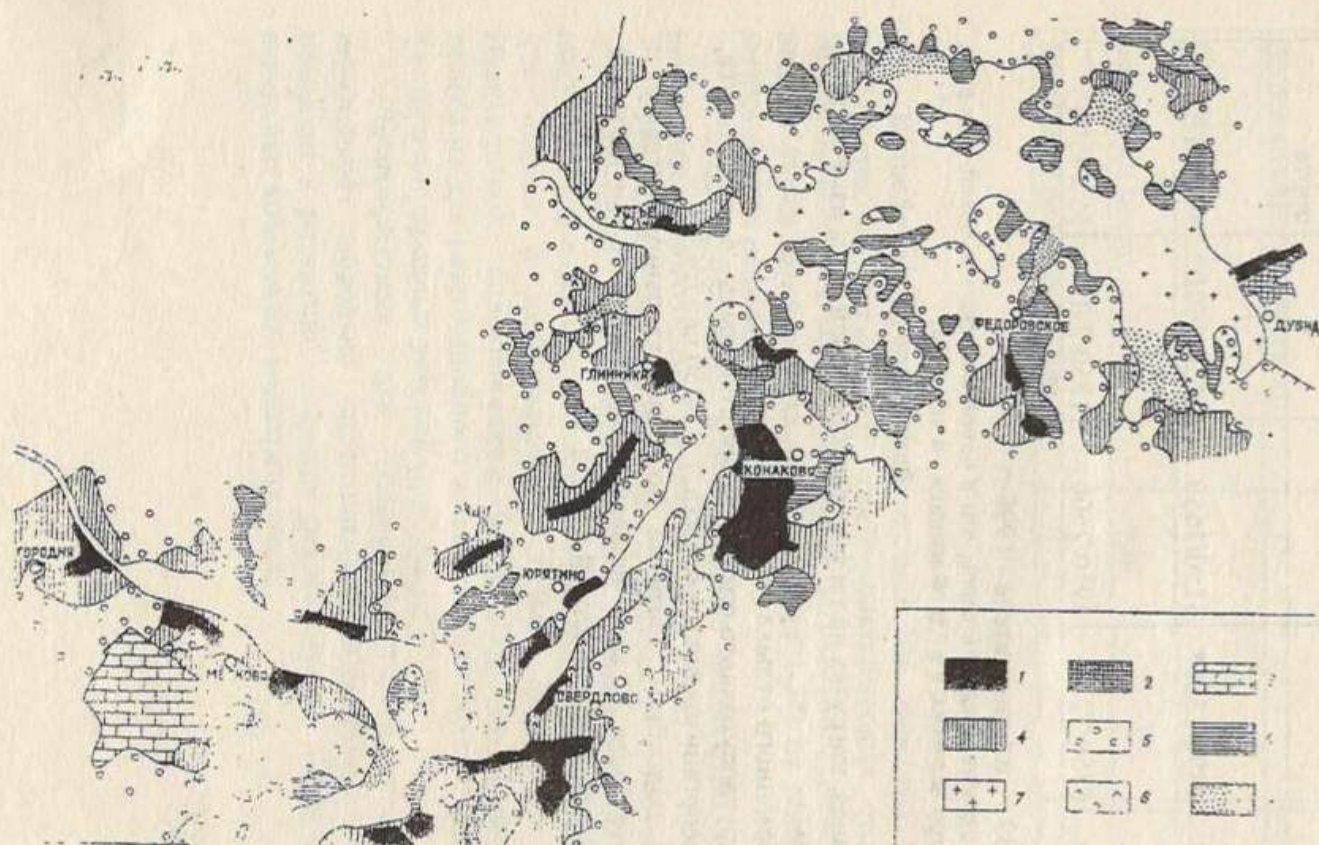


Рис. 3.2. Схема функционального зонирования Иваньковского водохранилища (Авакян и др., 1990).  
 Функциональные зоны: 1 – селитебные; 2 – промышленные; 3 – торфоразработки; 4 – сельскохозяйственные;  
 5 – природные; 6 – неблагоприятных природных процессов (подтопление и заболачивание);  
 7 – неблагоприятных антропогенных воздействий; 8 – рекреационные; 9 – биопродуктивные нерестилища



### 3.3. Структура видов отдыха

На Иваньковском водохранилище представлены все виды отдыха, характерные для рекреационного природопользования на водных объектах.

Довольно интенсивно развито любительское рыболовство.

Иваньковское водохранилище является рыбохозяйственным водоемом 1-й категории. Как показали исследования на водохранилище зимой 1976-1977 гг. (Турунина и др., 1982), общая численность любителей рыбной ловли составила около 250-300 тыс. чел./год. За указанный период в водоем было внесено 70-84 т прикорма, а также поступило 4.5-5.5 т окисленных веществ, 0.7-0.9 т хлоридов, 0.3 т фосфатов и 0.7-0.9 т азота аммонийных солей.

На посещаемость и рыболовную нагрузку оказывают влияние гидроусловия и сезонность лова. Наибольшее количество рыболовов-любителей приходится на зимнее время (летом их количество в 2-3 раза меньше). В зимнее время наибольшее количество рыболовов наблюдается в марте (до 6-8 тысяч человек в день в 80-х гг., 15-20 тысяч - в 90-х), в летний период - в августе (до 1.5 - 2.0 тысяч человек в день). Большинство рыболовов (до 90%) в летнее время лов рыбы производят с лодок.

Время рыбалки составляет в среднем 1/3 активного периода суток. Расчеты на основе физиологических показателей позволили определить, что за это время загрязнение водохранилища за год составляет 5-7 т окисленных веществ, 0.7 - 0.8 т аммонийного азота, 0.3 т минеральных окислений фосфора и около 1 т хлоридов. Кроме того, применяя прикормку рыб, рыболовы вносят в водоем ещё 70-80 т различных веществ (Никаноров, Турунина, 1977).

В настоящее время Иваньковское водохранилище характеризуется по комплексу показателей как евтрофное, и дополнительный привнос биогенных элементов ускорит процесс евтрофирования.

Из многочисленных видов рекреации, влияющих на санитарное состояние водных объектов, следует особо выделить отдых с использованием маломерного моторного флота с подвесными лодочными моторами (ПЛМ) и купание как наиболее массовые виды рекреационной деятельности населения.

Количество загрязняющих веществ, поступающих в воду от ПЛМ, не постоянно и зависит от мощности мотора, типа всасывающего и выхлопного устройства, числа оборотов двигателя и его технического состояния. Общее загрязнение водоемов нефтепродуктами может быть довольно значительным. Подсчитано, например, что в Иваньковское

водохранилище от ПЛМ поступило в 1975 г. 23-46 т, а в 1976 г. 18-35 т бензина (Никаноров, Турунина, 1977).

Наибольшие опасения вызывают канцерогенные выбросы лодочных моторов, прежде всего бенз(а)пирена (БП). Экспериментально установлено, что за 1 час работы лодочного мотора (различного типа) в воду поступает 190-600 мкг БП. Количество БП, которое поступает в водоем от одного лодочного мотора за навигационный период, оставляет около 30 мг.

Натурные исследования участка реки, где расположена база маломерного флота на 1500 судов, показали, что содержание БП в донных отложениях примерно в 10 раз больше, чем на участке, расположенном выше базы. В пробах воды отмечено увеличение концентрации БП в 4.5 раза (Клубков, 1977).

На участках водохранилища, испытывающих нагрузки по маломерному моторному флоту, отмечались следующие изменения качества воды:

- средние концентрации нефтепродуктов в воде водохранилища увеличивались от 0.19 мг/л в период ледостава до 0.57 мг/л в период навигации. Процент проб воды с содержанием нефтепродуктов, превышающих ПДК, составляет 5.2 в ледостав и 72.8 в период летней навигации;

- при суточной рекреационной нагрузке около 140 моторных лодок на акваторию залива концентрация нефтепродуктов в воде варьировала от 0.1 до 2.15 мг/л, при средних значениях 0.54 мг/л. В 54.4% проб концентрация нефтепродуктов в воде превышала ПДК для объектов культурно-бытового назначения. Пределы превышения обнаруженных концентраций нефтепродуктов составили 1.2 - 7.2 ПДК.

Маломерный моторный флот при интенсивном использовании может являться существенным источником загрязнения водоёма нефтепродуктами.

В 1980-е гг. интенсивное использование маломерных моторных судов на акватории Иваньковского водохранилища вызывало существенные опасения, т.к. выхлопные газы ПЛМ составляли 10-20% (порой до 50%) потерь топлива.

В годы перестройки в связи с резко изменившимися социально-экономическими условиями использование маломерных моторных судов сократилось почти в 20 раз, что само по себе сняло вопрос о введении ограничений на использование маломерных судов на водохранилище, как особо загрязняющего вида водопользования.

Однако в последние годы использование катеров, яхт, лодок с подвесными и стационарными моторами, а также скуттеров и других плавсредств вновь значительно увеличилось. Причём возросла доля импортных мощных моторов.

Из восьми тысяч базирующихся на водохранилище маломерных судов 1/4 (около двух тысяч) применяется для рыбной ловли. В настоящее время количество и время использования моторных лодок значительно сократилось.

Таблица 3.3.1. Распределение моторных лодок рыболовов любителей (в день)

Плясы водохранилища	1976 г.	1978 г.	1998 г.
Верхневолжский	660	585	125
Средневолжский	80	123	40
Нижневолжский	313	346	95
Всего	1053	1034	260

За час работы отечественного мотора в воду выделяется около 142 кг горюче-смазочных материалов (Князев, 1980). Общее загрязнение водоемов нефтепродуктами при массовом развитии маломерного флота может быть довольно значительным.

Масштабы развития отдыха с использованием маломерного моторного флота на Иваньковском водохранилище несколько изменились. Количество моторных лодок на водоеме сократилось в среднем в 4-5 раз, а время использования мотора на 2-3 часа в день. Соответственно в 1998 г., по нашим расчётам, в водохранилище от ПЛМ поступило 3.2 – 6.1 т бензина.

Одним из довольно массовых видов отдыха на водоеме является купание.

Влияние купания на качество воды Иваньковского водохранилища впервые изучалось в 1973 г. (Бойченко, 1977).

Исследования (Авакян и др., 1990) показали, что в зоне пляжа с числом купающихся около 100 человек санитарно-бактериологические показатели качества воды изменялись незначительно. Количество сапрофитной микрофлоры в воде увеличивалось в среднем с 74 до 100 микробных клеток в 1 мл, а коли-индекс от 100 до 270, т.е. до уровня, который на 1-2 порядка меньше, чем нормируется для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

На пляже Редкинского опытного завода (32 км ниже г. Твери) общее количество единовременно купающихся составило 50 - 70 человек, за время добегания от контрольного створа (выше зоны купания) до выхода с зоны пляжа - 100 - 120 человек. При этих нагрузках отмечалось увеличение в воде аллохтонной сапрофитной микрофлоры, коли - индекса. На выходе водных масс более выражено преобладание в воде аллохтонной микрофлоры над автохтонной, возрастает также индекс, что говорит о

свежем фекальном загрязнении. В целом изменение воды по бактериологическим показателям носит локальный, быстро затухающий по времени характер.

Количество лактозоположительных кишечных палочек в воде на выходе водных масс в зону пляжа иногда на два порядка превышает нормативы "Гигиенических требований к зонам рекреации водных объектов", что связано с отрицательным влиянием на качество воды выпуска сточных вод от г. Твери и поступлением в водоём биологического загрязнения от объектов, расположенных на водосборах Верхней Волги и р. Тверцы.

В 1982 г. качество воды в зоне пляжа г. Конаково исследовалось при более высоких рекреационных нагрузках, которые в течение дня возрастали от нескольких человек в 6 часов 30 минут до 300 человек в 15 часов. Результаты исследования представлены в табл. 3.3.2.

Таблица 3.3.2. Влияние массового купания на некоторые показатели качества воды, Конаковский городской пляж 1982 г. (Авакян и др., 1990)

Время отбора проб воды	Нагрузка на пляж, чел.	Температура, °С		Показатели качества воды			
		воды	воздуха	Количество сапрофитов в 1 мл	Коли-титр	Хлориды, мг/л	Сульфаты, мг/л
6 час. 30 мин. – 7 час. 00 мин.	5	22.0	18.0	30-70	0.1- 0.04	6.2- 2.8	21.0
9 час. 50 мин. – 10 час. 35 мин.	60	23.5	23.0	30-100	0.4- 0.04	6.2- 6.8	16.5- 30.0
12 час. 30 мин. – 13 час. 20 мин.	300	23.0	24.5	30-70	1.2- 0.04	6.8- 7.4	16.5- 36.0
15 час. 00 мин. – 15 час. 30 мин.	290	23.5	27.0	40-90	0.4- 0.04	6.2- 7.4	15.7- 36.0

Из представленных сведений видно, что качество воды по бактериологическим показателям при возрастании рекреационных нагрузок изменяется в очень небольших пределах. Даже при пиковых нагрузках вода по количеству сапрофитной микрофлоры характеризовалась как чистая. В отдельных пробах воды отмечается некоторое снижение коли-титра и незначительное увеличение хлоридов. Более существенно изменяется концентрация сульфатов, увеличиваясь в некоторых точках на 14-71%. Следует отметить, что вода исследовалась также на наличие в ней патогенной микрофлоры, которая ни в одной из проб не была обнаружена.

Летом 2002 г. нами проводились исследования влияния массового купания на качество воды Иваньковского водохранилища в районе городского пляжа г. Конаково (табл. 3.3.3).

Таблица 3.3.3. Влияние массового купания на некоторые показатели качества воды на Конаковском городском пляже в июле 2002 г.

Время отбора проб воды	Нагрузка на пляж, чел.	Температура, °С		Показатели качества воды, мг/л				
		воды	воздуха	Аммонийный азот	Нитраты	Натрий	Минеральный фосфор	Сульфаты
8 час. 30 мин. - 9 час. 30 мин.	20	22.5	20.0	0.7-0.49	0.079-0.139	1.25-2.9	0.005-0.021	22-27
15 час. 30 мин. - 16 час. 00 мин.	1400	26.5	27.5	0.28-0.45	0.094-0.201	1.71-3.61	0.012-0.075	26-31

Исследования показали, что количество отдыхающих во время пиковых рекреационных нагрузок возросло более чем в четыре раза по сравнению с началом 80-х годов (с 300 до 1400 человек). Отмечено увеличение концентраций нитратов, минерального фосфора, натрия и сульфатов в воде водохранилища при увеличении числа купающихся.

В табл. 3.3.4 представлены результаты бактериологического анализа проб воды, отобранных в двух створах Иваньковского водохранилища летом 1997 г., по которым можно сделать вывод о вполне благополучной ситуации по микробиологическому загрязнению воды водоема в период массового купания.

При купании в водоем поступает определенное количество биогенных элементов. Каждый купающийся вносит в среднем 75 мг фосфора и 695 мг азота (Шамардина, 1975). Величина эта усреднена, т.к. количество биогенов, поступающих от купающихся, зависит от продолжительности купального сезона данного года, погодных условий, температуры воды и воздуха, т.е. факторов, которые определяют продолжительность и частоту пребывания человека в воде.

Формулы для расчёта объема поступления биогенных элементов в водный объект от купающихся:

$$V_1 = P \times A \times \alpha; \quad V_2 = N \times A \times \alpha, \quad (3.3.1)$$

где  $V_1$  и  $V_2$  - соответственно количество общего фосфора и общего азота, поступившего в водоём, г/сут.;  $P$  - количество общего фосфора,

поступившего в водоём от 1 купающегося, г; N - количество общего азота, поступившее в водоём от 1 купающегося, г; A - количество купающихся;  
 $\alpha$  - число дней купания .

Таблица 3.3.4. Данные бактериологического анализа проб воды, отобранных в створах Иваньковского водохранилища 2 июля 1997 г. (по данным Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора г. Конаково и Конаковского района)

№ п/п	Створ	Вертикаль	Число бактерий, температура 22 <sup>0</sup> С	Число бактерий, температура 37 <sup>0</sup> С	Количество ЛПКП	Энтерококк	E coli
1	Городня	Правый берег	7•10	10 <sup>2</sup>	620	<50	60
		Фарватер	10 <sup>2</sup>	7•10	2400	<50	2400
		Левый берег	10 <sup>2</sup>	Протей	230	<50	230
2	Карачарово	Правый берег	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	60	<50	60
		Фарватер	10	Протей	<50	<50	<50
		Левый берег	6•10	3•10	60	<50	<50

Для Иваньковского водохранилища максимально возможная продолжительность купального сезона равна 90 дням. При благоприятных погодных условиях и существующем уровне купающихся 15 000 человек максимальное поступление по азоту может составлять 900 кг и по фосфору около 100 кг за сезон.

Допустимая нагрузка по биогенным элементам на водоём не должна в сумме с другими поступлениями этих элементов превышать ПДК:

$$\frac{C_p + C_v + C_n + C_a}{V} \leq \text{ПДК} \quad , \quad (3.3.2)$$

где:  $C_p$  - количество биогенных элементов ( общего фосфора или общего азота), поступающего от рекреации;

$C_v$  - содержание этих веществ в водоёме;

$C_n$  и  $C_a$  - количество биогенных элементов, поступающее в водоём от природных и антропогенных источников соответственно;

$V$  - объём воды, участвующий в разбавлении.

Допустимая рекреационная нагрузка по биогенным элементам вычисляется по формуле

$$\frac{C_{p..}}{V} \leq \text{ПДК} - \frac{C_{в}+C_{п}+C_{а}}{V} \quad (3.3.3)$$

Аналогично можно рассчитать нагрузку по любому загрязняющему веществу, поступающему от различных видов рекреации.

Береговая зона Ивановского водохранилища характеризуется большим разнообразием природных комплексов, что делает её особенно привлекательной для развития неорганизованного стационарного туризма.

При высоких рекреационных нагрузках береговые комплексы испытывают значительный антропогенный пресс, что нередко приводит к их дигрессии. Ландшафтная дигрессия проявляется в изменении видового состава проективного покрытия травяного (мохового) покрова, что, в свою очередь, сказывается на изменении условий плоскостного смыва, объёмах и характере поступающих в мелководную зону водоёма ЗВ.

Рекреационные нагрузки на прибрежную территорию рассчитывались нами по формуле

$$P = T / S, \text{ где} \quad (3.3.4)$$

**P** - рекреационная нагрузка (чел./га);

**T** - общее количество отдыхающих в рекреационной зоне (чел.);

**S** - площадь рекреационной зоны, га ( $S = L \times B$ ), где **L** - глубина рекреационной зоны от уреза воды; **B** - длина береговой зоны в пределах рекреационного участка).

В весенний период все функциональные зоны рекреационных участков свободны от фекального загрязнения и процессы самоочищения в них идут довольно интенсивно. Во время пика рекреационных нагрузок песчаные почвы всех функциональных зон несут следы свежего фекального загрязнения. Наиболее загрязненными являются зоны палаточных стоянок и хозяйственно-бытовая (низкие титры БГКП и нитрификатов); незначительная степень загрязнения в зоне пляжа и дальних прогулок.

Как видно из данных табл. 3.2.2, в последнее время значительно возросла доля отдыха с использованием автотранспорта. Это сказалось на качестве ранимых прибрежных и мелководных комплексов, на увеличении поступления в мелководную зону водохранилища нефтепродуктов, продуктов жизнедеятельности человека, сильной замусоренности и захламленности побережья водоема и его притоков. Отдых с использованием автомобильного транспорта без соблюдения правил поведения в водоохранной зоне и допустимых рекреационных

нагрузок приводит к дигрессии береговых и аквальных комплексов водоёма, служит значительным источником поступления загрязнений в воду.

В последнее десятилетие произошло как изменение структуры видов отдыха, так и удельного веса их в поступлении ЗВ в водоём. В предыдущие годы значительное опасение вызывало интенсивное развитие на водоёме маломерного моторного флота. Вставал вопрос об ограничении этого вида отдыха. В настоящее время использование моторных катеров и лодок сократилось в 5-7 раз, а следовательно, снизилось отрицательное воздействие этого вида отдыха на водоём. Неорганизованный стационарный отдых, широко развитый на водохранилище и его притоках в 80-е гг., также сократился в последнее время за счёт увеличения количества садовых и садово-огородных товариществ и индивидуального строительства. Зоны неорганизованного отдыха оказывают, как правило, локальное и сезонное воздействие на качество воды. Основной пресс испытывают береговые комплексы при этом виде отдыха.

Значительно увеличилась доля зимнего рыболовства. Учитывая, что при этом виде рекреационного использования 100% продуктов жизнедеятельности человека приходится на акваторию водоёма, можно отнести этот вид отдыха к одним из самых существенных поставщиков биогенных элементов в водоём.

Купание - довольно массовый вид отдыха. В основном для благоприятных погодных условий его масштабы существенно не изменились. Купание является поставщиком биогенных элементов, микробиологического и вторичного загрязнения.

Рекреационное природопользование на Иваньковском водохранилище и его притоках имеет довольно значительное распространение. Однако при рациональном и грамотном планировании зон отдыха и их частичном или полном обустройстве рекреационный потенциал территории может быть существенно увеличен, а негативные последствия рекреационного воздействия значительно снижены.

### **3.4. Изменение береговых комплексов водохранилища под действием рекреационных нагрузок**

Рекреационное использование береговых ПТК вызывает существенные изменения. При допустимых рекреационных нагрузках к следующему рекреационному сезону все элементы береговых комплексов восстанавливаются. В тех же случаях, когда рекреационные нагрузки превышают допустимый уровень, развиваются процессы рекреационной дигрессии. В первую очередь на рекреационное воздействие реагирует



наиболее "ранимый" элемент системы. Это может быть какой-то вид (или виды) в растительной ассоциации или нарушения почвенных характеристик и т.д.

При появлении признаков рекреационной дигрессии необходимо создать условия для перераспределения нагрузок. Это может быть достигнуто путём направления потоков отдыхающих к более удалённым или менее доступным комплексам-аналогам или проведения природоохранных или мелиоративных мероприятий.

### *Воздействие рекреационного природопользования на почвы*

Рекреационное воздействие на почвенный покров проявляется в уплотнении (или разбивании) верхних горизонтов, что приводит к усилению плоскостного смыва и возникновению процессов водной эрозии.

Интенсивность воздействия существенно отличается не только по функциональным зонам, но и внутри каждой зоны, что связано с неравномерностью распределения нагрузок по самим зонам и внутри их.

Так, жилые зоны характеризуются высокими, постоянно действующими нагрузками, в результате чего образуются значительные уплотнённые площадки на месте стоянки палаток, а также ярко выраженная тропиновая сеть.

Обследования рекреационных участков показали, что при супесчаном и глинистом характере почвенного профиля отмечается повышение плотности на рекреационных участках в 0.5-1.5 раза по сравнению с контролем.

Хозяйственно-бытовая функциональная зона характеризуется развитой тропиновой сетью и значительным поступлением хозяйственно-бытовых отходов и продуктов жизнедеятельности человека. Это вызывает опасность бактериального загрязнения верхних горизонтов почв, что может, в свою очередь, привести к загрязнению поверхностных и грунтовых вод на участках, подверженных этому виду воздействия.

Довольно часто хозяйственно-бытовые (туалетные) зоны на участках самодеятельного отдыха вынесены в заросли прибрежных кустарников. В дождливые периоды и во время паводков с этих участков смывается значительное количество загрязнений, что приводит к ухудшению качества воды в пляжной зоне. Проведённые исследования показали, что в весенний период почвы и поверхностный сток со всех функциональных зон на участке неорганизованного отдыха (остров Бисовка) не содержали бактериального загрязнения. В летний период в хозяйственно-бытовой, пляжной и жилой функциональных зонах было отмечено бактериальное загрязнение (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1. Некоторые бактериологические показатели в почве пляжей на участках неорганизованного отдыха

Дата отбора	Место отбора	Титры		Нитрифицирующие бактерии	Термофильные бактерии, сод. в 1 г почвы
		БГКП	Сl perfringens		
27.05.86 г.	о. Низовка	0.2	0.07	0.004	2533
15.07.86 г.	о. Низовка	0.4	-	-	37 277
11.05.87 г.	о. Низовка	Нет роста	0.4/1.6	0.00004	19
29.06.87 г.	о. Низовка	0.4	Нет роста	0.0004	350
03.06.86 г.	б/о Кристалл	0.04	0.00007	0.004	2792
21.07.86 г.	б/о Кристалл	Нет роста	Нет роста	0.004	338 041
18.05.87 г.	б/о Кристалл	1.8	1.8	0.0004	250 000
29.06.87 г.	б/о Кристалл	0.005	2.0	0.0005	31 000

### *Воздействие рекреационного природопользования на растительность*

На участках интенсивного рекреационного использования отмечаются следующие признаки рекреационной дигрессии:

- обеднение видового состава;
- снижение высоты травостоя;
- ухудшение жизненного состояния растений;
- разреживание (до полного вытаптывания) травяного покрова;
- уменьшение биомассы;
- внедрение рудеральных видов;
- смещение фенологических фаз;
- поломки и порубки древостоя;
- при высоких нагрузках – обнажение корневой системы.

Снижение видового разнообразия иногда бывает довольно значительным за счёт выпадения видов, не стойких к вытаптыванию или не выносящих уплотнения почв.

Существуют градации оценки экологического состояния природных комплексов по оценке состояния растительности и почв (табл. 3.4.2).

Для жилых зон рекреационных участков с высокими рекреационными нагрузками обычно характерны очень сильная и сильная степень нарушенности. Для хозяйственно-бытовой зоны – средняя, для зоны дальних прогулок – слабая и очень слабая. Если зона дальних прогулок является хорошим грибным или ягодным угощем, то и здесь

может отмечаться средняя или даже сильная степень нарушенности. Особенно это касается известных ягодников.

Таблица 3.4.2. Критерии эколого-биологической оценки лесных экосистем по древесному и травяному покрову (Гунин, Востокова, 2000)

Состояние лесной экосистемы (степень нарушенности)	Критерии оценки (в %) уничтоженного древостоя коренной породы	Присутствие рудеральных травянистых видов
Хорошее (очень слабая)	Менее 10	Отсутствуют или единичны
Удовлетворительное (слабая)	До 30	До 5-6 видов со средним обилием
Посредственное (средняя)	30-60	Более 5 видов со средним обилием
Плохое (сильная)	Более 60	Более 5 видов с высоким обилием
Очень плохое (очень сильная)	Почти полностью уничтожен	То же или почти монодоминантное сообщество иван-чая

Характер и интенсивность воздействия на природные экосистемы неорганизованного стационарного туризма аналогичны влиянию туристических угодий (табл. 3.4.3). Проявления рекреационного воздействия на почвенно-растительный покров сказываются аналогично (табл. 3.4.4).

Таким образом, рекреационное воздействие на береговые комплексы водохранилищ сказывается весьма существенно и проявляется в экологическом состоянии почв, растительности, поверхностного и грунтового стоков.

На Иваньковском водохранилище масштабы рекреационного природопользования весьма значительны и представлены многими видами отдыха, наиболее популярными из которых являются любительское рыболовство (особенно в зимний период), купание, отдых с использованием маломерных судов (моторные лодки и катера, байдарки, яхты и др.) и автотранспорта, сбор грибов, ягод и растительного сырья (лечебные травы и т.д.), лыжные и велосипедные прогулки и походы; в последнее время всё большую популярность получает конный туризм. Очень слабо развит и практически не пропагандируется в районе культурно-познавательный, экстремальный и экологический туризм.

Таблица 3.4.3. Эколого-биологическая оценка лесных экосистем, нарушенных различными факторами (Гунин, Востокова, 2000)

Состояние лесной экосистемы (степень нарушения)	Критерии оценки в зависимости от фактора		
	Лесные пожары	Рубка леса	Выпас, рекреация и комплекс факторов
Хорошее (очень слабая)	Частичное повреждение коры деревьев и подстилки	Выборочная, уничтожено менее 10 % коренной породы	Почти отсутствует, рудеральные травы единичны
Удовлетворительное (слабая)	Частичное сгорание подстилки на площади менее 25 %	Нарушена лесная подстилка на площади менее 25 %	До 5-6 рудеральных видов со средним обилием
Посредственное (средняя)	Полное сгорание подстилки на свежих горях на 25-50 % площади	Свежие и трех-летние вырубки с нарушенными верхними горизонтами почв на 25-50% площади	Более 5 рудеральных видов со средним обилием или 1-2 вида с высоким обилием
Плохое (сильная)	Сплошное прокаливание верхних горизонтов почвы, полностью уничтожен древостой на 25-50 % площади	Вырублено более 60 % коренной породы, развиты плоскостной смыв и линейная эрозия	Более 5 рудеральных видов с высоким обилием, почти полностью уничтожены лесные травы
Очень плохое (очень сильная)	Сплошное прокаливание почв и полностью уничтожен древесно-кустарничковый ярус на площади более 75 %	Почти полностью уничтожен древостой, развиты процессы эрозии, почвы в верхних горизонтах уплотнены и эродированы на площади более 75 %	То же или монодоминантные сообщества или травянистый покров отсутствует

Таблица 3.4.4. Критерии эколого-биологической оценки состояния луговых экосистем (Методология ... 1993)

Степень нарушенности экосистемы при перевыпасе	Доля видов-индикаторов в % от общего покрытия растительностью	Снижение задернованности почв, в % от общего покрытия растительностью фоновых ненарушенных участков
Слабая	5-25	До 10
Средняя	26-50	11-30
Сильная	51-75	31-50
Очень сильная	Более 75	Более 50

Неоднородность физико-географического (ландшафтного) строения территории водосбора весьма существенна. В значительной степени отличаются участки и по интенсивности хозяйственного и рекреационного использования. От основных особенностей природных и антропогенных факторов зависят интенсивность и направленность процессов антропогенной дигрессии природных комплексов. Для анализа и сравнения различных участков по их экологическому состоянию и тенденциям развития проводится оценка устойчивости береговой зоны водных объектов по основным природным комплексам (рис. 3.4.1).

Ландшафтно-структурные особенности территории оказывают влияние на формирование основных составляющих водного баланса водного объекта: поверхностный, почвенный и грунтовый стоки, а также определяют устойчивость природных комплексов к рекреационному воздействию.

При оценке рекреационного воздействия на береговые и аквальные комплексы водных объектов анализируются ландшафтно-структурные особенности территории и определяется устойчивость природных комплексов к рекреационным нагрузкам. Для этого исследуются особенности воздействия различных видов рекреационного использования на основные компоненты природы и определяется роль последних в формировании качества воды.

Рекомендации по снижению негативных последствий рекреационного воздействия должны базироваться на учете допустимых нагрузок по различным видам отдыха как на отдельных участках водного объекта, так и для всей экосистемы водного объекта в целом.

Рекреационное освоение Иваньковского водохранилища уже в настоящее время приобрело значительные масштабы, в дальнейшем, очевидно, оно может быть увеличено. На рис. 3.4.2 приведена схема перспективного рекреационного освоения Иваньковского водохранилища.

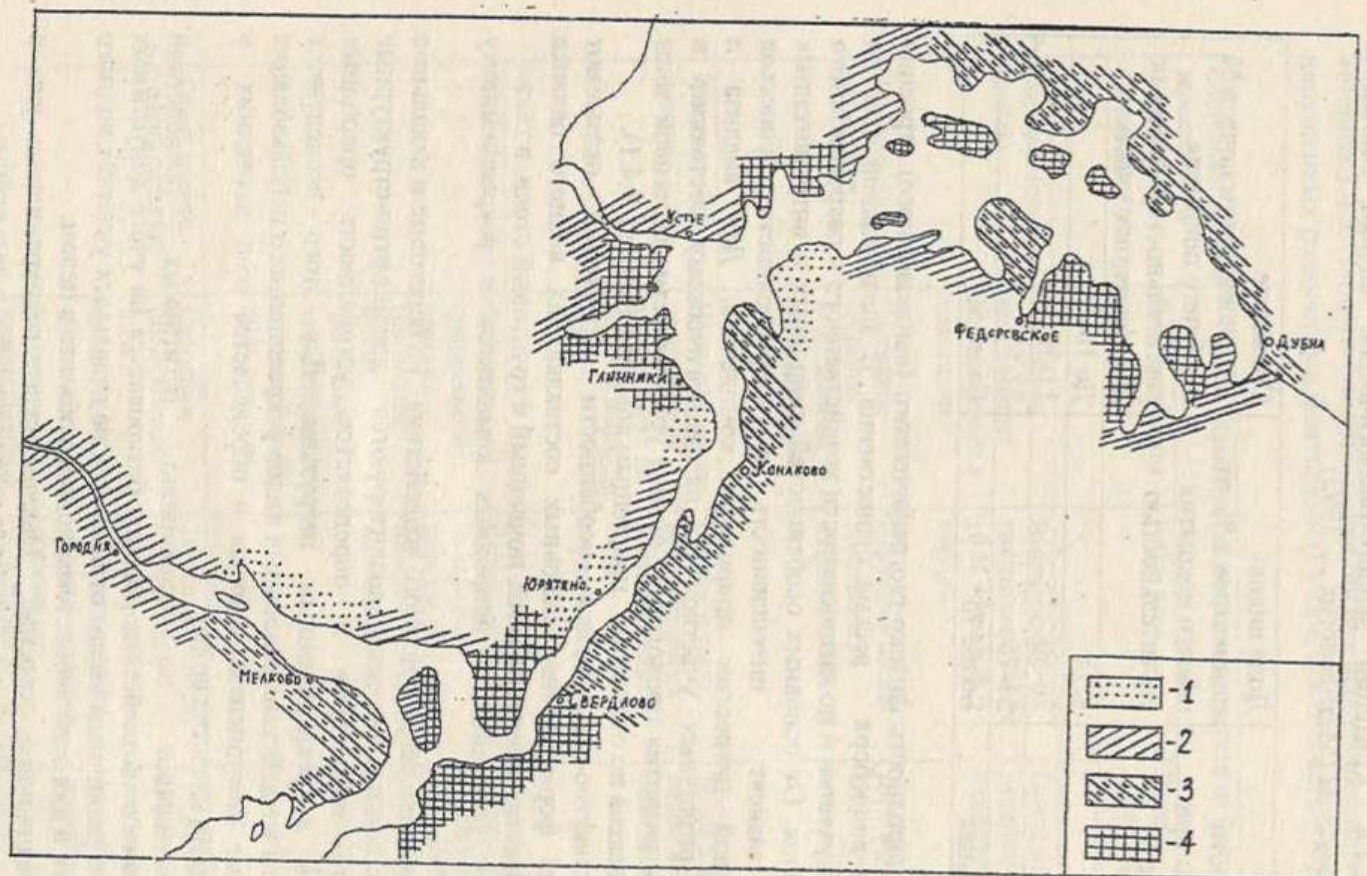


Рис. 3.4.1. Устойчивость береговых комплексов Иваньковского водохранилища к рекреационным нагрузкам: 1 (менее 5 чел./га) – неустойчивые комплексы; 2 (6-20 чел./га) – малоустойчивые комплексы; 3 (21-40 чел./га) – среднеустойчивые комплексы; 4 (более 40 чел./га) – устойчивые комплексы.

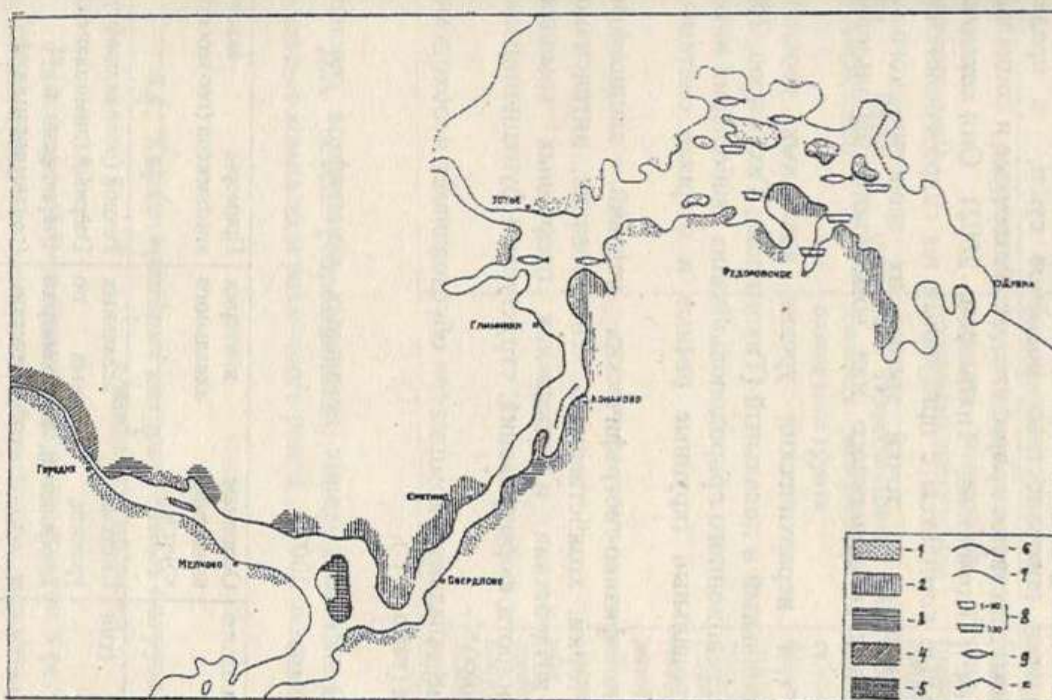


Рис. 3.4.2. Схема перспективного рекреационного освоения Иваньковского водохранилища:  
 1-5 – рекреационные нагрузки в зонах перспективного рекреационного освоения (чел./га):  
 1 – 10-20; 2 – 21-40; 3 – 41-60; 4 – 61-80; 5 – 81-100; 6 – берега, пригодные для рекреации;  
 7 – берега, непригодные для рекреации; 8 – перспективные угодья для рыболовства;  
 9 – стоянки маломерного флота в выходной день

87

## Глава 4

### Гидролого-гидрохимическая характеристика аквальных комплексов Иваньковского водохранилища

Под аквальными геосистемами понимаются относительно обособленные участки поверхностных водоёмов суши, в пределах которых тесно взаимодействуют природные, хозяйственные и социальные компоненты среды (Тихомирова, Тихомиров, 2002). Они включают природные аквальные комплексы с присущими им гидроэкосистемами, которые рассматриваются с точки зрения их экологического или ресурсного состояния, современного или возможного использования человеком.

Выделяют три иерархических уровня аквальных геосистем: глобальный, региональный и локальный (Тихомирова, Тихомиров, 2002). С точки зрения рекреационного природопользования наибольший интерес представляет региональный (крупные речные и озёрные системы) и локальный уровни.

Разнообразие физико-географических условий, ландшафтного устройства территории, хозяйственного использования, интенсивности антропогенного воздействия и изменения природных комплексов определяет особенности формирования, структуры и функционирования аквальных комплексов.

Разнообразие аквальных комплексов обуславливает необходимость их классификации (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Классификация аквальных ландшафтов геосистем (Тихомирова, Тихомиров, 2002)

Ранг аквального комплекса	Основные выделения комплекса	критерии аквального	Примеры аквальных комплексов (геозкосистем)
1	2		3
Тип ландшафта (тип геозкосистемы)	Система урочищ, сходных по морфологии, морфометрии и географическим процессам	аквальных	Речной (реоландшафт) Озёрный (лимноландшафт) Озёрно-речной (реолимноландшафт)
Тип местности (подтип геозкосистемы)	Сочетание урочищ	аквальных	Пойменная, надпойменно-террасовая, русловая, котловинная, устьевая, истоковая местности



1	2	3
Тип урочища (разряд геоэкосистемы)	Комплекс фаций, обособленных неровностями рельефа (ПТК на мезоформе рельефа)	Урочища заливов, открытой литорали, заостровные, плёссовые (пелагиально-профундальные)
Тип подурочища (подразряд геоэкосистемы)	Группа гидробиоценозов на элементе мезорельефа и нескольких типах грунта	Подурочища зарастающей литорали, незарастающей (планктонной) литорали, сублиторали и профундали
Тип фации (вид геоэкосистемы)	По гидробиоценозу на элементе мезорельефа и одном типе грунта	Аквафации отдельных зон зарастания на частях склона литорали, фитокомплексы: сплавино-болотные, сильного, умеренного и слабого зарастания. Аквафации незарастающей литорали: псаммо- и литокомплексов. Пелагиально-профундальные аквафации: разной степени планктонной продуктивности с пелофильными гидробиоценозами

Для целей рекреационного природопользования используются аквальные комплексы различного ранга.

#### 4.1. Характеристика антропогенных нагрузок на аквальные комплексы водоема

Иваньковское водохранилище расположено в регионе интенсивного промышленного и сельскохозяйственного освоения, что определяет довольно высокий уровень антропогенных нагрузок на аквально-территориальные комплексы водоема.

На Иваньковском водохранилище сформировались сильноизмененные геоэкосистемы: речные (реокомплексы), озерные (лимнокомплексы) и озерно-речные (реолимнокомплексы) водохранилищ, самыми распространенными видами которых являются пелагиально-профундальные пелофильные и сильнозарастающие литоральные заливы.

Природно-антропогенные реокомплексы водохранилищ характеризуются более высокими значениями концентраций химических элементов в грунтах, вследствие заиления первоначальных песчаных отложений, и низкими показателями качества воды (по сравнению с природными реокомплексами) из-за больших глубин и, как следствие, менее благоприятных условий формирования химического состава водных масс (Тихомирова, Тихомиров, 2002).

Основу промышленного производства на водосборном бассейне Иваньковского водохранилища составляет энергетика, легкая, машиностроительная, химическая промышленность, также развиты пищевая, целлюлозно-бумажная, деревообрабатывающая промышленность и др. Энергетическая промышленность региона представлена Конаковской ГРЭС и тремя ТЭЦ, расположенными в г. Твери, все станции отводят нормативно-чистые и нормативно-очищенные воды непосредственно в Иваньковское водохранилище. Всего в бассейне находится 316 промышленных предприятий. В водные объекты сточные воды сбрасывают 85 предприятий, остальные неочищенные стоки направляют на городские станции очистки. (Иваньковское водохранилище ... 2002). На сегодняшний день, по госотчетности 2 ТП-водхоз, в водные объекты региона загрязняющие вещества поступают от 123 выпусков промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, 21 из которых расположен в водоохранной зоне Иваньковского водохранилища (без учета г. Твери).

Объем сточных вод, поступающих в водоемы Тверской области, уменьшился за период с 1990 по 1999 г. с 225.19 до 161.08 млн м<sup>3</sup>. Масса загрязняющих веществ, содержащаяся в сточных водах, уменьшилась за этот же период с 364.04 до 103.82 тыс. т (рис. 4.1.1).

Дозы внесения минеральных удобрений на сельскохозяйственные поля были снижены в 90-е гг. по сравнению с 80-ми в 10 - 15 раз (рис. 4.1.2).

Спад в 90-е гг. промышленного и сельскохозяйственного производства на исследуемой территории не привел к значительному улучшению экологической обстановки, а в некоторых случаях даже ухудшил ее. Это является следствием прежде всего интенсивной застройки в последнее десятилетие водоохранной зоны водоема. Так, количество садовых товариществ в береговой зоне водохранилища только по Конаковскому району возросло за последние 20 лет с 25 до 123, а площадь их увеличилась с 185.72 га до 2673.68 га (рис. 4.1.3). Очень интенсивно ведется строительство индивидуальных коттеджей в непосредственной близости от воды. При этом бытовые сточные воды сбрасываются прямо в водоем. Значительная антропогенная нагрузка на водосборный бассейн водохранилища и не соблюдение Постановления правительства РФ от 23.11.1996 г. №1404 "Об утверждении Положения о

водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах” привело к значительному ухудшению качества воды Иваньковского водохранилища. Превышение ПДК в последние годы наблюдается по таким показателям, как медь, нефтепродукты, общее железо, марганец, формальдегид, азот аммонийный, БПК<sub>5</sub>. В водохранилище развиваются такие процессы, как евтрофирование, зарастание и заболачивание мелководий.

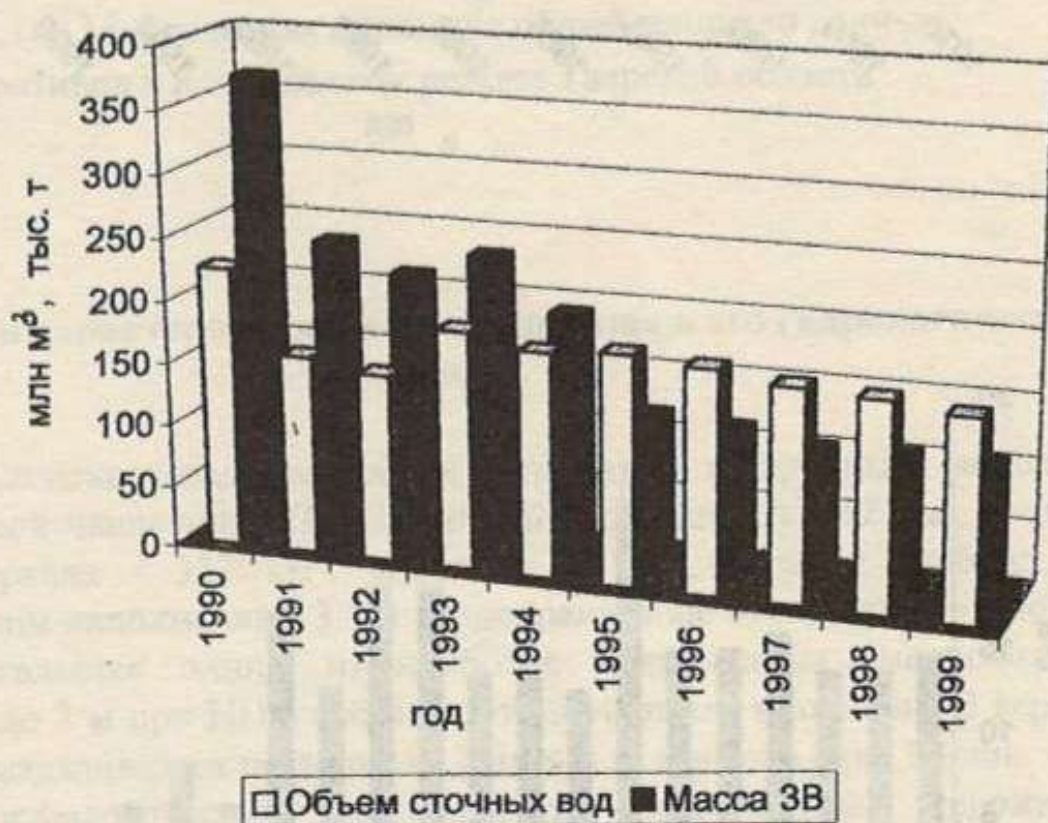


Рис. 4.1.1. Многолетняя динамика объема сточных вод и массы взвешенных веществ, сброшенных в водные объекты Тверской области

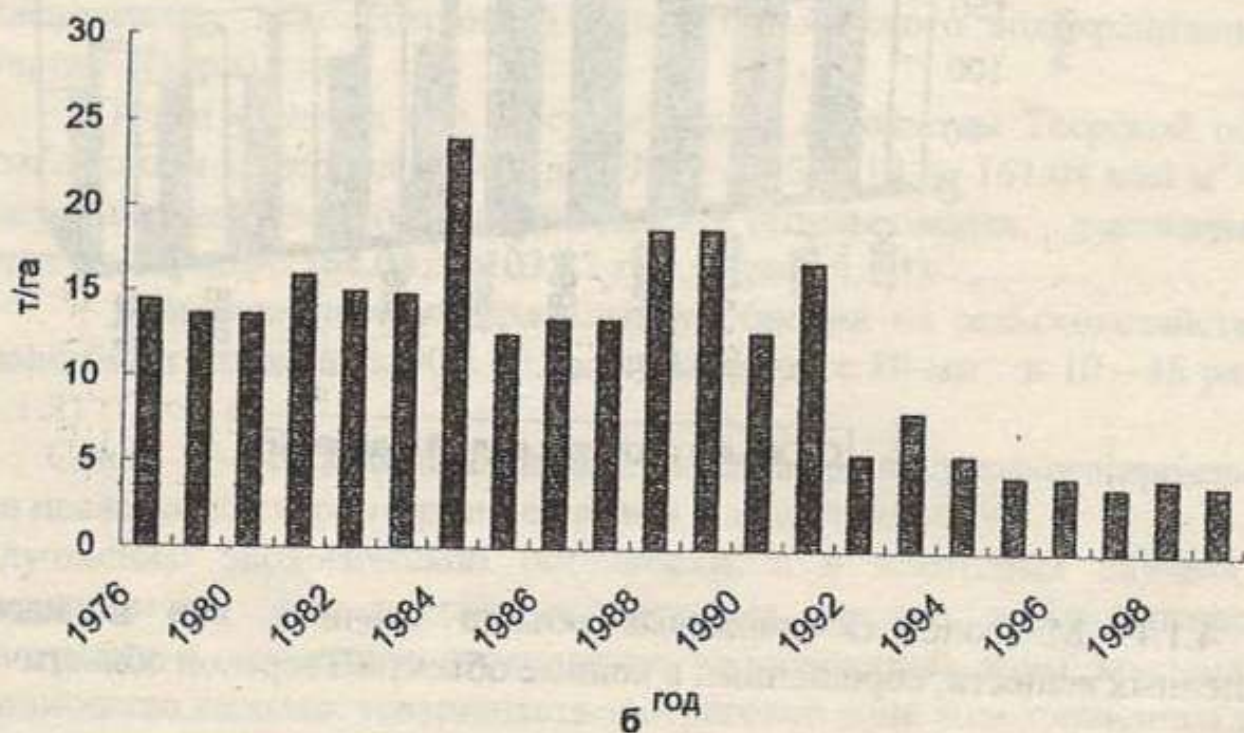
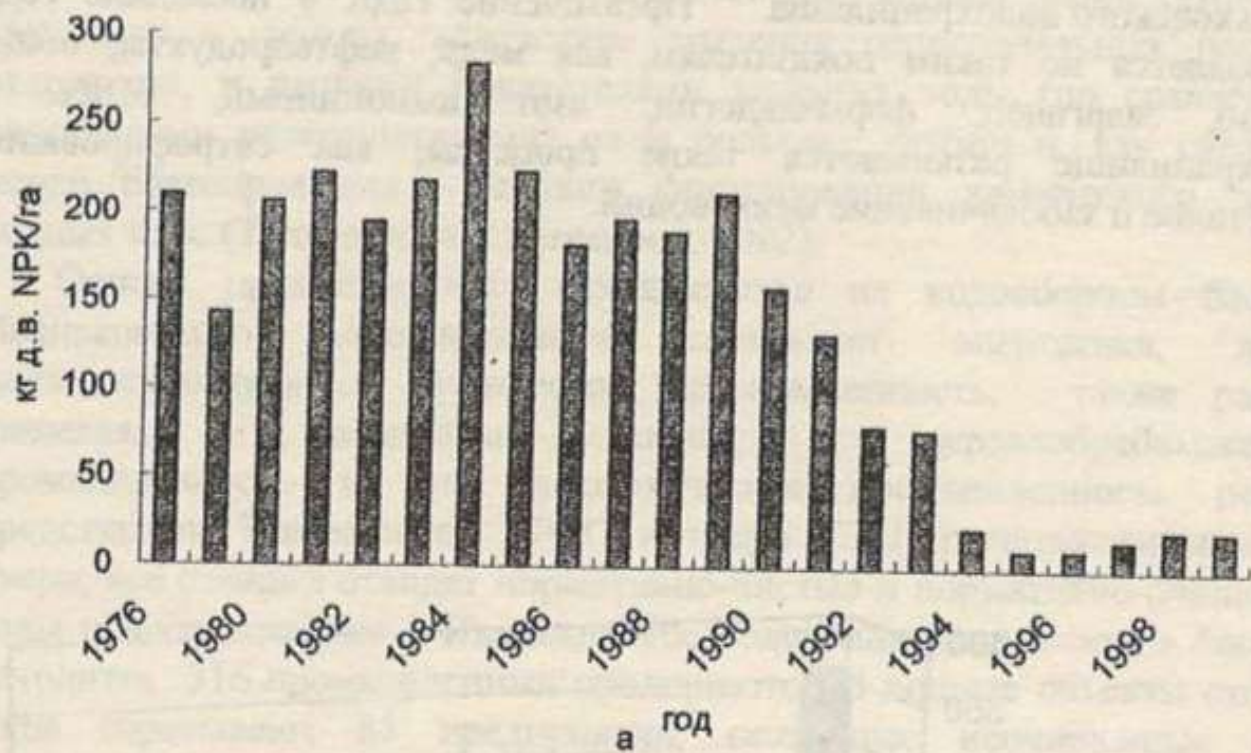


Рис. 4.1.2. Многолетняя динамика доз внесения минеральных (а) и органических удобрений (б) в Конаковском районе Тверской области

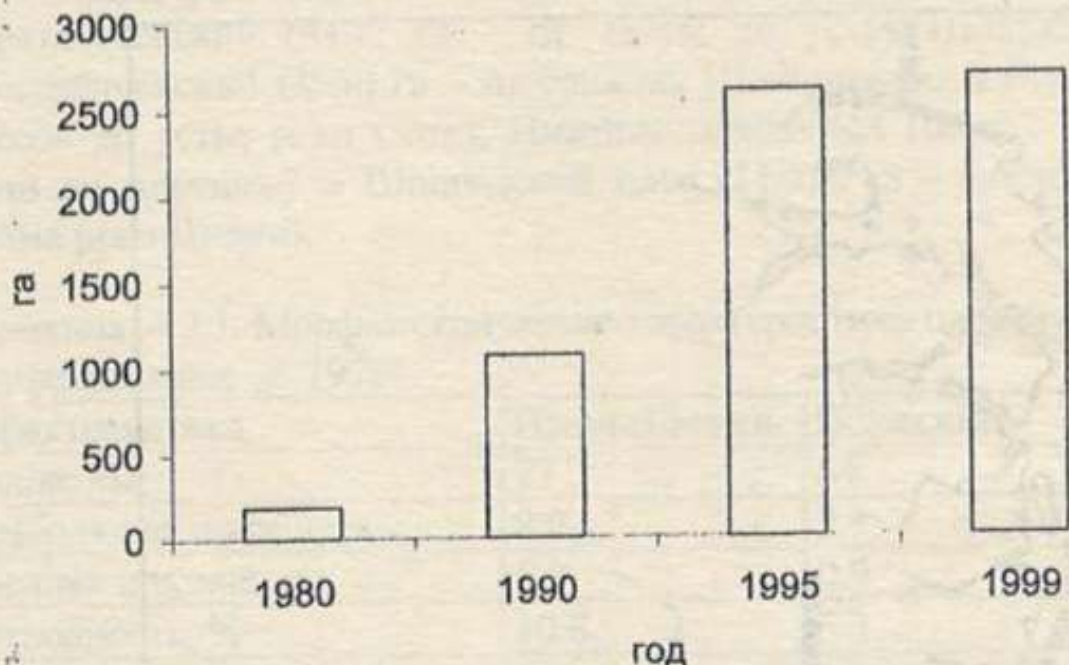


Рис. 4.1.3. Многолетняя динамика общей площади дачных кооперативов в Конаковском районе Тверской области

#### 4.2. Общая характеристика водохранилища и его гидрологический режим

Иваньковское водохранилище относится к крупным водоемам. Объем водной чаши при НПУ (124.0 м БС) составляет  $1.12 \text{ км}^3$ , площадь водного зеркала -  $327 \text{ км}^2$ , длина - 127 км, средняя глубина при максимальном наполнении - 3.4 м. Водоохранилище относится к русловому типу и является одним из наиболее мелководных (мелководья с глубинами до 2 м при НПУ составляют 48 % от его площади). В верхней части оно раздваивается по долинам Волги и её притока реки Шоши.

Геоморфологические особенности затопленной территории определили довольно сложную конфигурацию водохранилища. По форме котловины, очертаниям и характеру берегов водохранилище обычно подразделяется на три плеса - Иваньковский, Волжский и Шошинский (Иваньковское водохранилище... 1978) (рис. 4.2.1). Принятые большинством исследователей названия и границы плесов были предложены А.В. Гавеманом (1955), который называет Иваньковским плесом участок водохранилища от устья Сози до плотины, Волжским - участок от устья Сози до г. Твери, Шошинским - затопленную долину Шоши. Основные морфометрические характеристики плесов приведены ниже (табл. 4.2.1).

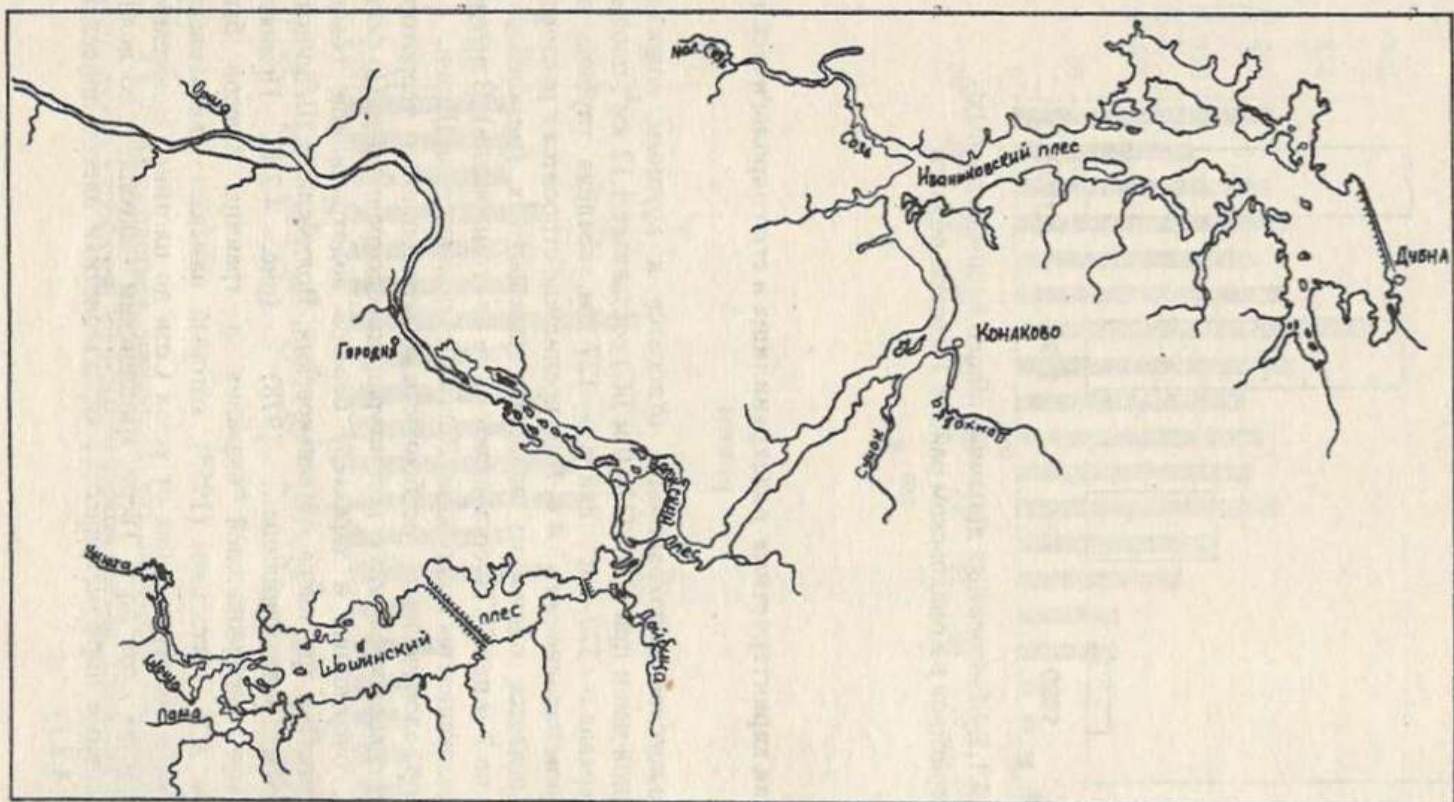


Рис. 4.2.1. Схема Ивановского водохранилища

Некоторые авторы (Никаноров, 1975) выделяют четыре плёса: Верхневолжский (4400 га – от Твери до устья Шошинского плёса), Средневолжский (2950 га – от слияния Шошинского и Верхневолжского плёсов до устья реки Сози), Нижневолжский (14 100 га – от устья реки Сози до плотины) и Шошинский плёс (11 250 га – затопленная низкая пойма реки Шоши).

Таблица 4.2.1. Морфометрические характеристики плесов (Иваньковское водохранилище ... 1978)

Характеристика	Иваньковский	Волжский	Шошинский
Длина, км	27	84	36
Наибольшая ширина, км	8.0	2.1	5.0
Средняя ширина, км	5.9	0.9	4.0
Островность, %	10.8	6.3	21.6
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	141	74	112
Процент от площади водохранилища	43	23	34
Средняя глубина при НПУ	3.3	4.9	1.7
Коэффициент развития береговой линии	6.6	-	10.1
Объем при НПУ, км <sup>3</sup>	0.46	0.47	0.19
% от объема водохранилища	41	42	17

Водоохранилище характеризуется высокой степенью зарастания мелководий. Распределение пяти основных категорий высшей водной растительности по плёсам представлено в табл. 4.2.2.

Таблица 4.2.2. Площади зарастания водохранилища (га; Доклад... 1999)

Наименование плёса	Шошинский	Верхневолжский	Средневолжский	Иваньковский	Всего
Состав растительности					
Воздушно-водная	4247	678	220	919	6064
Плавающая	150	130	60	155	495
Погружённая	70	20	5	160	255
Телорез	131	50	25	299	505
Сплавины	147	100	30	882	1159
Итого	4745	978	340	2415	8478
Степень зарастания, %	40.9	14.7	15.5	16.9	25.5

Гидрологический режим водохранилища определяется природными условиями водосбора, морфологическим строением чаши водохранилища и режимом подачи воды в канал имени Москвы, в нижний бьеф Ивановского гидроузла и на Конаковскую ГРЭС.

Водохранилище является проточным – годовой коэффициент внешнего водообмена в годы с различной водностью меняется от 6.0 до 16.0. Однако полный водообмен между основным объёмом водохранилища и застойными (заросшими водной растительностью) мелководьями и заливами происходит лишь в процессе зимней сработки и весенне-летнего наполнения водохранилища.

С 1969 г. существенное влияние на гидрологический, гидрофизический, гидрохимический и гидробиологический режим приплотинного участка водохранилища оказывают сбросы подогретых (на  $8 - 10^0$  С по сравнению с водохранилищем) вод Конаковской ГРЭС.

Режим течений в водоеме определяется в основном работой гидросооружений и ветром. Скорости течения изменяются как по сезонам года, так и по плесам. Наиболее проточным является Волжский плес, для которого в период половодья и зимней сработки уровня характерен речной режим. В навигационный период средние по вертикали скорости течения в русловой части Волжского плеса составляют 0.2 - 0.25 м/с, в Ивановском - 0.10 - 0.12 м/с, а в Шошинском не превышают 0.06 м/с.

Основой для выполнения всех видов исследований, связанных с особенностями формирования и динамики водных масс, гидрохимического и гидробиологического режимов водоема, является водный баланс, который отражает совокупное воздействие факторов, обусловленных колебаниями климата и антропогенной деятельностью на водосборе (Литвинов, 1994).

Основные составляющие водного баланса Ивановского водохранилища - поверхностный приток в водоем, на долю которого приходится 97.5 % общего прихода, и сброс воды через Ивановский гидроузел - 80% общего расхода.

Средняя годовая величина притока воды в водохранилище за многолетний период (1948-1992 гг.) составила  $9680 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, а за период с 1948 по 1998 г. -  $9600 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>. Большая часть притока воды поступает в водохранилище весной: по средним многолетним данным на весну (апрель, май месяц) приходится 43% , на лето (июнь-август), осень (сентябрь-ноябрь) и зиму (декабрь-март) - по 19% годового притока.

Основную роль в наполнении и питании Ивановского водохранилища играет Волга, которая даст, по нашим расчетам, около 59% общего притока, на долю Тверцы приходится 24%, Шоши и притоков Шошинского плеса - 11% общей величины поверхностного притока.



Осадки на зеркало водохранилища - вторая по величине приходная статья водного баланса Иваньковского водохранилища - составляют около 2% общего прихода, или около  $0.2 \text{ км}^3$  от объема водохранилища при НПУ. Около 75% годовой суммы осадков приходится на период открытой воды (апрель-октябрь).

Среднегодовая величина сброса через Иваньковский гидроузел за многолетний период составляет  $7790 * 10^6 \text{ м}^3$ . Большая часть сбросов (43%) производится в апреле - мае.

Второй по величине расходной статьей водного баланса Иваньковского водохранилища является забор воды в канал имени Москвы - 17.5% общего расхода, или  $1720 * 10^6 \text{ м}^3$  за многолетний период (1948 - 1992 гг.).

Испарение с водной поверхности невелико и по суммарной величине близко к сумме осадков, выпадающих на зеркало водохранилища.

За период наблюдений с 1951 по 1990 г. в бассейне Верхней Волги наблюдалось три фазы водности - многоводная (1951-1962 гг.), маловодная (1963-1976 гг.) и вновь многоводная (1977-1990 гг.). В период многоводной фазы объем притока и сброса воды из верхневолжских водохранилищ, в том числе и Иваньковского, в подавляющем большинстве лет превышал среднемноголетнюю величину, а в период маловодной - был ниже ее (Литвинов, 1994).

В различные по водности фазы меняется и вклад отдельных составляющих водного баланса. Несмотря на то, что осадки и испарение по абсолютной величине изменяются незначительно, характерным для маловодной фазы является повышение их роли в водном балансе (Литвинов, 1994). Наши исследования показали, что количество осадков, выпавших за вегетационный период, оказывает влияние на формирование качества воды Иваньковского водохранилища (Григорьева, Ковальшева, 1995).

Особенно большое значение для использования водохранилищ для отдыха имеет уровенный режим. По данным американских ученых, колебания ровня воды не должны превышать 60 см (Shannon, 1963). При использовании оборудования, приспособленного к переменному уровню воды, этот предел можно увеличить, однако не на всех водохранилищах. Например, на Цимлянском водохранилище при сработке уровня на 1 м обсыхает  $160 \text{ км}^2$  территории мелководий, а при сработке на 2 м -  $314 \text{ км}^2$ . При этом урез воды может отступить в некоторых прибрежных районах водохранилища на несколько километров. Такое же явление отмечается на ряде других водохранилищ. Поэтому размещение рекреационных учреждений на участках побережий, где положение уреза воды значительно изменяется, сопряжено со значительными трудностями, а

зачастую и невозможно, так как зоны отдыха в течение многих месяцев могут оказаться отрезанными от воды.

Однако Волжские и некоторые другие равнинные водохранилища, навигационный уровень которых изменяется в пределах 1.5-2.0 м, вполне пригодны для рекреации при соответствующем оборудовании лодочных причалов и пляжей.

Уровненный режим водохранилищ определяется, как правило, соотношением двух составляющих водного баланса: притоком воды в водохранилище и сбросом ее через гидросооружения. Годовой ход уровня зависит от типа регулирования и назначения водохранилища.

Иваньковское водохранилище осуществляет сезонное регулирование стока. Среднемноголетний объем весеннего поступления воды в водохранилище равен, по нашим подсчетам,  $4.2 \text{ км}^3$ , что в 3.5 раза больше объема чаши водохранилища при НПУ, поэтому основная черта уровненного режима водоема - ежегодное наполнение его до НПУ.

В годовом ходе уровня Иваньковского водохранилища выделяются три характерных периода: весеннее наполнение, летне-осеннее стояние около НПУ и зимняя сработка (рис. 4.2.2).

Интенсивное наполнение водохранилища после предполоводной сработки начинается в основном в конце марта-апреля и продолжается в среднем 24 дня. В период наполнения ежегодно производится форсировка уровня, в период с 1973 по 1998 г. она превышала отметку НПУ в среднем на 28 см и удерживалась в среднем 46 дней, величина среднегодового уровня составила 123.44 м БС, а средняя величина низшего летнего уровня была 123.6 м БС. Зимняя сработка начинается с момента установления ледостава и продолжается до марта - апреля следующего года.

По проектным данным, общая величина сработки уровня воды Иваньковского водохранилища составляла 6 м. В 1941- 1945 гг. она превышала проектную (6.2 - 6.8 м) (Денисов, Мейснер, 1961). Начиная с 1966 г. для улучшения зимовки рыбы и предотвращения заморов сработка уровня воды водохранилища была уменьшена до 4.5 м (Иваньковское водохранилище... 1978). С начала 70-х гг. по 1988 г. она практически не превышала трех метров; в 1989 г. составила 1.6 м, а в экстремально многоводном 1990 г. - всего 1.3 м. С 1991 г. сработка уровня водохранилища вновь была увеличена до 4 - 4.5 м. В 1997 г. она составила 3.3 м, в 1998 г. - 2.8 м, а в 1999 г. - 3.8 м, 2000 г. - 4 м, в 2001 г. - 4 м. В 2002 г. из-за осенней сработки уровня и малоснежности зимы зимняя сработка составила всего 1.3 м.

Ход уровня в верхней части водохранилища, находящейся в зоне переменного подпора, отличается от вышеописанного: в половодье уровни в районе Твери превышают средние меженные на 3-4 м (Иваньковское водохранилище... 1978).

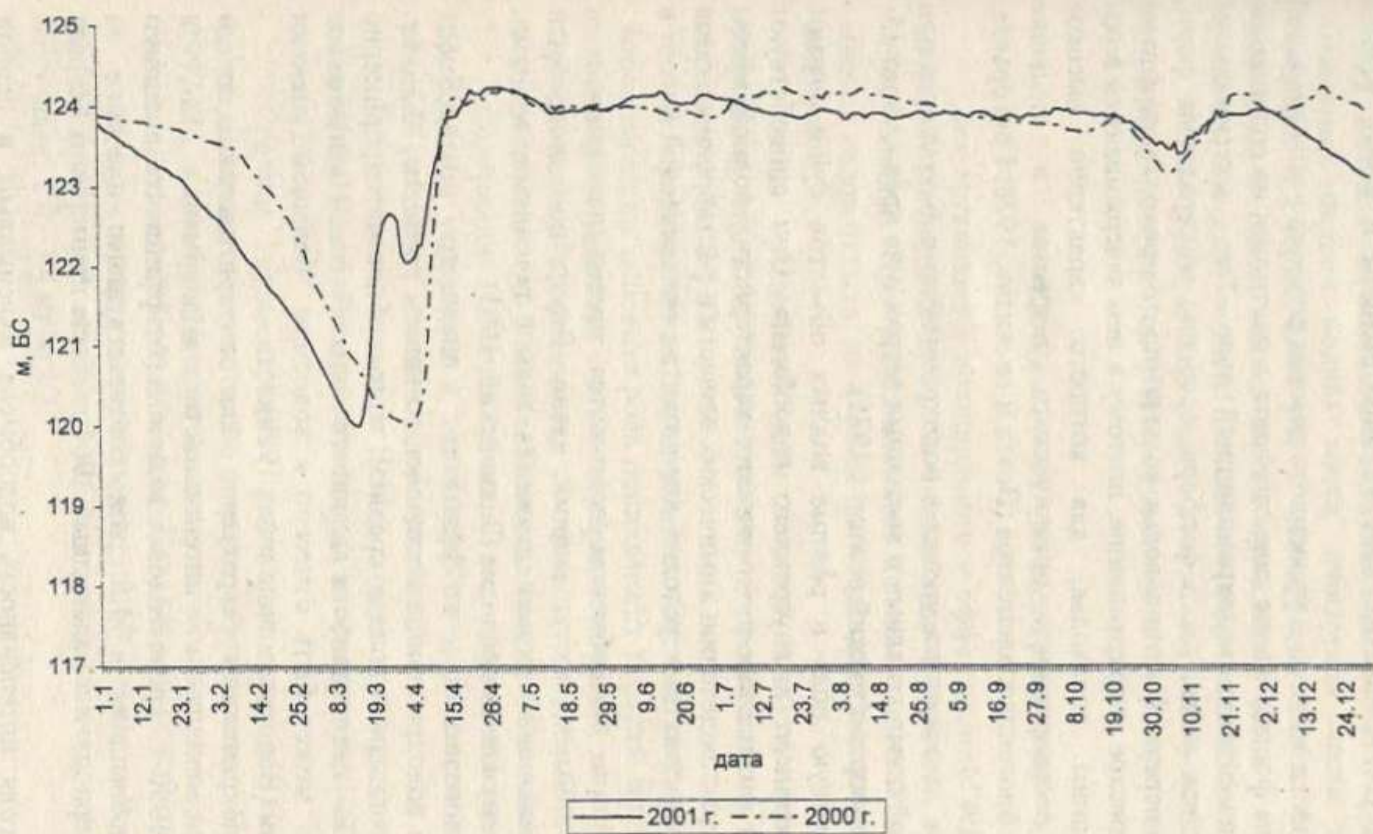


Рис. 4.2.2. Годовой ход уровня Иваньковского водохранилища по г/п Дубна в 2000-2001 гг.

После прохождения половодья этот участок попадает в зону подпора, его уровни практически такие же, как и в нижних частях водохранилища. В период зимней сработки водохранилища его верхние участки выше 0. Низовка выходит из зоны подпора и имеет речной режим.

Особенности водного и уровенного режима водоема в значительной мере влияют на формирование качества воды, в частности на содержание биогенных элементов в водохранилищной воде. Так, максимальные концентрации как азота, так и фосфора, особенно минеральных форм, приходится на первую фазу половодья, воды которого проходят транзитом через Иваньковское водохранилище, поэтому в нем задерживаются воды второй половины половодья, для которого характерно высокое содержание растворенного органического вещества и меньшие концентрации биогенных элементов (Волга и ее жизнь, 1978; Григорьева, Ковалышева, 1995).

Ветровые денивеляции уровня в водохранилище наблюдаются при сильных и устойчивых западных и восточных ветрах и не превосходят 15-20 см (Гидрометеорологический режим... 1975).

Существенную роль в режиме водных объектов суши играют процессы внешнего и внутреннего водообмена. Они способствуют выравниванию физических и химических характеристик водной массы водоемов, перераспределению химических веществ и растворенных газов и созданию благоприятных условий для развития органической жизни в водной среде.

Под внешним водообменом понимается замена находящихся в водоеме вод новыми, поступающими извне. Внутренний водообмен обусловлен различными видами движения воды (течениями, волнами, перемешиванием) в самом водоеме (Знаменский, 1981).

Среднемноголетний коэффициент внешнего водообмена Иваньковского водохранилища составляет, по нашим расчетам, 10,3, т.е. водная масса водохранилища в среднем за год обновляется примерно десять раз. По интенсивности внешнего водообмена Иваньковское водохранилище может быть отнесено к водоемам "большой" степени водообменности (Водоохранилища мира, 1979).

Для водохранилища характерна как внутригодовая, так и межгодовая изменчивость интенсивности водообмена. Так, в многоводный 1990 г. среднегодовая величина коэффициента внешнего водообмена превышала в 1,5 раза соответствующее значение за многолетний период, а в маловодный 1964 г. была примерно в 1,6 раза ниже.

Внутри года интенсивность водообмена максимальна в период половодья, к началу которого объем водохранилища уменьшается больше чем в два раза за счет зимней сработки уровня, а приток воды резко

увеличивается. Максимальная величина водообмена в среднем за многолетний период наблюдается в апреле и превышает значения в остальные месяцы в 2.4 - 6.8 раз. Водообмен значителен в марте и мае (1 - 1.32), в остальные месяцы его величина колеблется от 0.46 до 0.63, т.е. в меженный период водная масса транзитной части водохранилища меняется примерно один раз в полтора-два месяца. В заливах и на мелководьях смена водной массы происходит лишь в периоды зимней сработки и весенне-летнего наполнения водохранилища.

Таким образом, гидрологический режим водохранилища не является лимитирующим фактором его рекреационного использования.

### 4.3. Качество воды водохранилища

Для организации полноценного и эффективного отдыха населения качество природной среды в целом или отдельных ее элементов — определяющее. При рекреационном использовании водохранилищ для многих видов отдыха на первый план выходит состояние качества воды водоема.

Состав и свойства воды водного объекта, используемых для рекреации, должны соответствовать определенным требованиям и нормами (табл. 2.6.2).

В формировании химического состава воды Иваньковского водохранилища основная роль принадлежит Верхней Волге и Тверце. По многолетним данным, сумма минеральных солей в воде Волги выше водохранилища увеличивается от весны к зиме от 200 до 330 мг/л, в водохранилище - до 500 мг/л. Тип воды гидрокарбонатно-кальциевый.

Содержание главных ионов в воде водохранилища определяется природными условиями и закономерно изменяется по мере изменения условий питания р. Волги в годовом цикле.

В среднем по водности 1997 г. содержание в воде водохранилища иона  $\text{HCO}_3^-$  колебалось в течение года в пределах от 109.8 до 207.4 мг/л (створ Плоски).

Средние концентрации ионов кальция и магния в воде водохранилища изменяются по сезонам незначительно. По наблюдениям 1997 г., в створе Плоски амплитуда изменения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  составила 20 мг/л (32-52), а иона  $\text{Mg}^{2+}$  - 15.5 мг/л (4.8-20.3).

Жесткость воды максимальна в зимний период, в Волжском плесе — до 4.0 мг-экв/л. В остальные сезоны года величина общей жесткости составляет 2.0 - 3.4 мг-экв/л.

Важный фактор формирования химического состава вод Ивановского водохранилища - поступление загрязняющих веществ от точечных и диффузных источников загрязнения, что приводит не только к абсолютному увеличению содержания некоторых ионов (натрий, сульфаты), но и к изменению соотношения одно- и двухвалентных катионов.

Концентрация в воде водохранилища иона хлора изменяется от 2 до 12 мг/л в течение года, а сульфат-иона - от 5 до 35 мг/л. Содержание в воде водоема ионов калия и натрия обычно не превышает 10 мг/л.

Шошинский плес по содержанию и соотношению исследуемых ионов в вегетационный период практически не отличается от волжской ветви. Постепенное увеличение содержания всех компонентов солевого состава от весны к зиме соответствует естественному повышению минерализации за счет роли грунтового питания. В зимний период в Шошинском плесе суммарное содержание минеральных солей возрастает почти в два раза (Иваньковское водохранилище... 1978).

Показатель концентрации водородных ионов (рН) Ивановского водохранилища указывает на нейтральную или слабощелочную реакцию среды. Зимой значения рН воды водохранилища обычно изменяются от 6.9 до 7.7. Весной, при таянии льда и снега, обладающих слабокислой реакцией, рН воды снижается до 6.0. В безледный период значения водородного показателя возрастают до 7.8-8.2 благодаря потреблению  $\text{CO}_2$  в процессе фотосинтеза фитопланктоном (Гидрометеорологический режим... 1975). В последние годы в жаркие безветренные дни значения рН в створе Плоски достигали 9.0-9.2.

Содержание биогенных элементов (железо, кремний, фосфор, нитрат и нитрит-ионы) в воде Ивановского водохранилища в значительной мере определяется составом воды весеннего половодья, составом и объемом сточных вод, а также внутриводоемными процессами.

Концентрация общего железа в волжской ветви водохранилища изменялась в зимний период 1997 г. от 0.24 до 0.52 мг/л, в весенний период она возросла примерно в три раза и повсеместно превышала ПДК для водоемов питьевого назначения. В летнюю межень концентрация общего железа также была выше ПДК.

Соединения азота и фосфора интенсивно поступают в водоем с промышленными и бытовыми сточными водами и в результате смыва удобрений с сельскохозяйственных полей. Значительная сельскохозяйственная освоенность водосборного бассейна водохранилища способствует тому, что для весеннего речного стока Волги характерно высокое содержание фосфора и азота. Уменьшение количества вносимых в почву удобрений привело к тому, что сток азота с водосбора

уменьшился, хотя концентрации его в воде водохранилища остались на том же уровне, что и в 80-е гг.

Наибольшие концентрации минерального азота в воде водохранилища наблюдаются в зимнюю межень, что связано с деструкцией органического вещества. Минимальные значения отмечены летом в период наиболее интенсивного цветения водохранилища.

Содержание минерального фосфора в воде водохранилища также изменяется по сезонам, средние максимальные значения отмечены в зимний период (до 0.090 мг P/л).

Для оценки содержания органического вещества в воде Волги и Иваньковского водохранилища обычно используются данные по цветности, перманганатной окисляемости (ПО) и БПК.

Для Иваньковского водохранилища и его притоков характерна высокая цветность воды. В последние годы цветность воды даже в зимний период не опускается ниже 70<sup>0</sup> Pt-Co шкалы, а во второй половине половодья и в летнюю межень ее значения достигают 100-140<sup>0</sup> Pt-Co шкалы, за счет поступления высокоокрашенных вод с водосбора и накопления органического вещества в самом водоеме.

В соответствии с особенностями формирования поверхностного стока ПО как в притоках, так и в самом водохранилище достигает высоких значений. Наибольшие величины ПО в основном наблюдаются весной, когда талые воды сносят с поверхности и выщелачивают из почв различные растворимые органические вещества. Высокое содержание ПО в летний период связано с развитием и отмиранием водной растительности и фитопланктона (Волга и ее жизнь, 1975). Наименьшие значения ПО наблюдаются зимой, что связано с возрастанием роли грунтовых вод в питании р. Волги и ее притоков и замиранием жизни в водохранилище.

Летом во всех плесах содержание органического вещества увеличивается, по-видимому, за счет внутриводоемных процессов. В 1997 г., для которого характерно было жаркое засушливое лето, средние значения ПО в летний и осенний периоды были немного выше, чем весной, максимальное значение ПО было отмечено в конце октября (20.2 мг O<sub>2</sub>/л). В Шошинском плесе значения ПО обычно выше, чем в Волжском и Иваньковском, до 22-23 мг O<sub>2</sub>/л.

Величина БПК<sub>5</sub> в Волжском и Иваньковском плесе в большинстве случаев выше ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (2 мг O<sub>2</sub>/л) и изменяется в течение года от 2 до 4 мг O<sub>2</sub>/л. В период массового развития фитопланктона в этих плесах его значения возрастают до 4-7 мг O<sub>2</sub>/л.

Содержание ряда микроэлементов в воде Иваньковского водохранилища в 1996-1998 гг. было следующим (по данным Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Конаково и Конаковского района).

Содержание меди в воде Волги и Иваньковского водохранилища в течение всего года довольно постоянно и в среднем составляет 5 мкг/л. Поступление меди в Волгу и Иваньковское водохранилище происходит в значительной степени за счет естественного процесса выщелачивания ее из пород и почв. Небольшое дополнительное количество меди вносится сточными водами городов.

Концентрации меди в водохранилище значительно ниже ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого использования, однако ПДК для рыбохозяйственного использования значительно превышены, особенно в придонных слоях.

Содержание цинка в воде водохранилища достигает наибольшей величины во время зимней межени, составляя в среднем по водоему в различные годы от 30 до 60 мкг/л. В остальные сезоны содержание цинка снижается до 20-32 мкг/л. Естественный привнос цинка в водоем довольно значителен.

Среднее содержание цинка в воде водохранилища не превышает ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого использования.

Значения показателей качества воды Иваньковского водохранилища в летние периоды 1997-1999 гг. помещены в табл. 4.3.1.

По данным летних гидрохимических съемок Иваньковского водохранилища в 1992 и 1993 гг. было установлено, что большую роль в формировании качества воды водохранилища в этот период играют гидрометеорологические факторы, в первую очередь количество выпавших осадков.

Различные метеорологические условия в летние периоды при фактически одинаковых объемах притока в водоем определили неодинаковый характер протекания внутриводоемных процессов, и, как следствие, отдельные гидрохимические показатели в оба года были различны (табл. 4.3.2). Наибольшая разница в значениях наблюдалась для минерального фосфора и нитратного и минерального азота.

Качество воды Иваньковского водохранилища в прибрежной зоне, которая используется для массового купания, может быть оценено по данным мониторинговых наблюдений Дубнинской ИЭЛ ФГВУ «Центррегионводхоз» в летнюю межень 2001 г.

Величина водородного показателя изменялась от 8.1 в створе Волга-Тверь до 8.8 в створе Иваньковское водохранилище д. Безбородово.

Цветность воды в водохранилище оставалась высокой, максимальная цветность - 132 градуса - наблюдалась в створе Конаково,



по всей видимости, это следствие влияния высокоцветных вод р. Донховки.

Значения мутности во всех створах, за исключением Безбородово, не превышали 10 единиц мутности.

Концентрация хлоридов в воде р. Волги и Иваньковского водохранилища была незначительной и изменялась в диапазоне от 3 до 5 мг/л. Концентрация сульфат-иона в створе Волга-Тверь и Волга-Городня не превышала 2 мг/л, а в остальных створах изменялась в диапазоне от 11 до 15 мг/л.

Таблица 4.3.1. Значения основных гидрохимических показателей качества воды Волжского плеса Иваньковского водохранилища в летние периоды 1997 - 1999 гг. (створ Плюска)

Показатель	1997			1998			1999		
	Сред- нее	Min	Max	Сред- нее	Min	Max	Сред- нее	Min	Max
pH	8.1	7.2	9.0	8.4	7.2	9.3	8.2	7.2	9.1
$\chi$ , мС/м	23.8	20.2	26.5	25	22.3	30.7	25.1	23.1	30.8
N-NH <sub>4</sub> , мг N/л	0.35	0.30	0.66	0.54	0.41	0.7	0.64	0.27	0.94
N-NO <sub>3</sub> , мг N/л	0.15	Сле- ды	0.16	0.31	0.09	0.64	0.18	0.03	0.32
N-NO <sub>2</sub> , мг N/л	0.043	Сле- ды	0.167	0.036	0.003	0.061	0.015	0.002	0.026
N <sub>min</sub>	0.54	0.30	0.99	0.89	0.53	1.4	0.84	0.3	1.29
P-PO <sub>4</sub> , мг P/л	0.023	0.008	0.056	0.019	0.002	0.048	0.018	0.003	0.055
P <sub>общ.</sub> , мг/л	-	-	-	0.047	0.023	0.067	0.054	0.027	0.084
ПО, мг O/л	13.2	10.0	16.0	16.7	11.2	22.9	11.3	6.7	18.9
Цветность, °Pt-Co шкалы	95	80	150	90	60	150	85	50	125
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	158.6	140.3	200.4	146.4	134.2	170.8	134.2	119	170.8
Жесткость, мг-экв/л	2.8	2.6	3.3	2.7	2.4	3.1	2.6	2.2	3.4
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	40	34	42	36	26	44	36	20	48
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	9.6	6.0	18.0	10.8	8.4	15.6	9.6	3.6	12
Cl <sup>-</sup> , мг/л	5.8	4.7	7.1	5.1	3.5	6.3	4.8	2.5	8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	-	-	-	23	18	29	19	16	22

Таблица 4.3.2. Средние за сезон значения гидрометеорологических характеристик и показателей качества воды в транзитном потоке Иваньковского водохранилища в летние периоды 1992 и 1993 гг.

Характеристика, показатель	Створ Плюски	
	1992 г.	1993 г.
Объем притока воды, м <sup>3</sup>	1221	1353
Уровень воды, м БС	123.72	123.98
Температура воздуха, °С	18.2	16.2
Сумма осадков, мм	131	281
Цветность воды, градусов	50	52
РН	7.9	7.7
Растворенный в воде кислород, мг/л	7.7	8.3
Гидрокарбонатный ион, мг/л	136	115
Сульфат-ион, мг/л	18	22
Хлорид-ион, мг/л	8.8	7.6
Минеральный фосфор, мг Р/л	0.040	0.026
Аммонийный азот, Мг N/л	0.43	0.62
Нитратный азот, Мг N/л	0.56	1.17

Значения железа общего во всех створах в июле были выше ПДК, наиболее высокие значения были отмечены в створе Конаково и Мошковичи.

Наиболее высокие концентрации нитрат-иона отмечены в створе Волга-Тверь и Волга-Городня, что обусловлено влиянием сточных вод г. Твери. Максимальные концентрации иона аммония и фосфат-иона наблюдались в створе Конаково, что, по всей видимости, объясняется влиянием р. Донховки, аквально-территориальные комплексы которой испытывают сильную антропогенную нагрузку.

Значения ХПК превышали ПДК во всех створах, за исключением Безбородово и Карачарово, максимальные значения отмечены, так же как и по другим ингредиентам, в створах Конаково и Мошковический залив.

Значения БПК<sub>5</sub> во всех створах превышали ПДК и были выше, чем в остальные сезоны года и в предыдущие годы, что свидетельствует об увеличении содержания в воде водохранилища легко окисляющихся органических веществ.

Кислородный режим во всех створах был благоприятным.

В процессе исследований гидрохимического режима Иваньковского водохранилища выявлено, что результатом многолетнего антропогенного пресса на ПТК водосборного бассейна является изменение химического

состава воды водоема по многим показателям (хлориды, минеральный фосфор, БПК<sub>5</sub> и др.).

#### 4.4. Оценка качества воды Иваньковского водохранилища по комплексу показателей

В настоящее время качество воды Иваньковского водохранилища оценивается как удовлетворительное. По некоторым показателям отмечается некоторое улучшение качества воды. Однако содержание элементов в значительной степени зависит от водности года. Так, увеличение концентраций почти по всем показателям зафиксировано в 1996 г. – экстремально маловодном (табл. 4.4.1).

Таблица 4.4.1. Тенденция изменения уровня загрязнения Иваньковского водохранилища по основным химическим показателям (средние концентрации; Доклады ... 1997-1999 гг.)

Год	Средняя концентрация по замыкающему створу, мг/л						
	Растворенный кислород (O <sub>2</sub> )	БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	Азот нитратный	Азот нитритный	Азот аммонийный	Суммарный минеральный азот	Железо общее
1991	8.68	2.72	0.44	0.005	0.37	0.815	0.12
1992	8.93	2.68	0.42	0.004	0.21	0.634	0.10
1993	8.43	2.74	0.41	0.004	0.37	0.784	0.12
1994	9.09	2.55	0.40	0.006	0.31	0.716	0.18
1995	9.12	2.98	0.36	0.002	0.37	0.732	0.14
1996	11.2	0.74	1.11	0.004	0.38	1.494	0.28
1997	7.6	3.4	0.37	0.008	0.76	1.138	0.47
1998	5.1	2.37	0.33	0.004	0.26	0.594	0.8

Оценка нагрузки загрязнения на водные объекты проводится обычно по формуле

$$C = (M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n) / Q, \quad (4.4.1)$$

где  $C$  - концентрация данного ЗВ в водном объекте;

$(M_1 + M_2 + \dots + M_n)$  - суммарное поступление данного ЗВ от всех источников загрязнения;

$Q$  - объём воды, участвующий в разбавлении загрязнения.

Расчёт по этой методике затрудняется тем, что довольно сложно определить все источники поступления ЗВ в водный объект и оценить долю поступления его от диффузных источников. Кроме этого, в формуле обязательно должна присутствовать природная составляющая (т.е. природный фон и природные источники поступления ЗВ). Чтобы получить достоверные данные, нужно обладать подробной и однотипной информацией об источниках загрязнения и о состоянии береговых и аквальных систем.

Зачастую оценка водоёма по одному или нескольким ЗВ не даёт полного представления о степени загрязнённости природных вод и не позволяет сравнить качественное состояние различных объектов. В последние годы проводится комплексная оценка качества вод по индексу загрязнённости воды (ИЗВ), принятому в Госкомгидромете. Этот показатель позволяет сравнивать качество вод различных объектов по приоритетным ЗВ:

$$\text{ИЗВ} = \sum(C_i / \text{ПДК}_i) / 6, \text{ где} \quad (4.4.2)$$

$\sum$  - сумма отношений С/ПДК по шести приоритетным ЗВ;

$C_i$  - фактическая концентрация  $i$ -го вещества;

$\text{ПДК}_i$  - предельно-допустимая концентрация  $i$ -го вещества для рыбохозяйственных водоёмов.

В качестве расчётных выбираются шесть веществ, концентрации которых максимально превышают (или приближаются) ПДК.

Качество поверхностных вод по ИЗВ оценивается по следующей шкале (табл. 4.4.2):

Таблица 4.4.2. Оценка категории качества воды по ИЗВ

Класс качества воды	Текстовое описание	Величина
I	Очень чистая	Менее или равно 0.3
II	Чистая	Более 0.3 до 1
III	Умеренно загрязнённая	Более 1 до 2.5
IV	Загрязнённая	Более 2.5 до 4
V	Грязная	Более 4 до 6
VI	Очень грязная	Более 6 до 10
VII	Чрезвычайно грязная	Более 10

Рассматривая значения показателя ИЗВ, следует иметь в виду, по каким приоритетным ЗВ он определялся, т.к. по вредному воздействию на окружающую среду вещества сильно различаются. Кроме того, различны

условия и длительность пребывания ЗВ в воде. Так, тяжёлые металлы адсорбируются донными отложениями, зачастую образуя водонерастворимые соединения. Нередко образующиеся соединения могут быть более токсичными, чем их составляющие. Биогенные элементы поглощаются гидробионтами, их содержание в воде носит сезонный характер: интенсивнее поглощение идёт в период вегетации высшей водной растительности и т.д. Комплексный показатель загрязнённости вод изменяется по сезонам, по годам, в зависимости от гидрологических условий. В основном воды Иваньковского водохранилища оцениваются как умеренно-загрязнённые (ИЗВ = 1 – 2.5) и загрязнённые (ИЗВ = 2.5 – 4.0), табл. 4.4.3, 4.4.4.

Таблица 4.4.3. Тенденция изменения уровня загрязнения Иваньковского водохранилища по токсикологическим показателям (средние концентрации; Доклад...1997).

Год	Средняя концентрация по водоёму, мг/л					ИЗВ	Расход воды по замыкающему створу, м <sup>3</sup> /с
	Фенолы	Нефтепродукты	СПАВ	Медь	Цинк		
1991	0.001	0.22	0.02	0.003	0.004	2.1	316
1992	0.002	0.21	0.03	0.007	0.007	2.6	183
1993	0.001	0.23	0.02	0.005	0.006	2.3	212
1994	0.000	0.29	0.03	0.006	0.005	2.8	248
1995	0.000	0.19	0.02	0.005	0.005	2.1	188
1996	0.000	0.11	0.01	0.004	0.008	1.8	51

По Иваньковскому водохранилищу индекс загрязнённости изменяется по створам и по годам следующим образом (табл. 4.4.4).

По оценке Фальковской с соавторами (1978), масштабы рекреационного загрязнения Иваньковского водохранилища в 1975 г. составили по БПК 1%, ХПК – 0.4 %, общему азоту – 0.1% и минеральному фосфору – 0.5%.

Доля рекреации в загрязнении Иваньковского водохранилища довольно значительна и по отношению к загрязнениям, поступающим от точечных источников загрязнения, составляет, по нашим расчетам: по нефтепродуктам – 0.5 - 3 %, по азоту – 13.2-15.5 %, по фосфору – 7.0-10.0 %, по БПКполн. – 21.1-32 %.

Таблица 4.4.4. Изменение ИЗВ водной массы Иваньковского водохранилища по створам и годам (по данным Тверского областного комитета охраны окружающей среды)

Место отбора проб	ИЗВ	Год
Створ Безбородово	3.2	1994
	2.9	1995
	-	1996
	5.11	1998
	1.21	1999
	1.55	2000
Створ Карачарово	2.7	1994
	2.0	1995
	-	1996
	2.53	1998
	1.08	1999
	2.03	2000
Створ о. Липня	3.0	1994
	2.2	1995
	-	1996
	1.91	1998
	1.05	1999
	2.1	2000

При пиковых рекреационных нагрузках количество органики и биогенных элементов, поступающих в водохранилище, соизмеримо с количеством загрязнений, поступающих с очищенными бытовыми сточными водами города с населением в 25-30 тысяч человек.

Говорить однозначно о тенденции к улучшению качества воды в Иваньковском водохранилище пока не приходится, т.к. существует ряд проблем, которые могут в ближайшие годы вызвать значительное ухудшение качества воды, а именно:

- использование в промышленности и сельском хозяйстве устаревшего оборудования;
- неудовлетворительное, а в ряде мест аварийное, состояние систем водопотребления и водоотведения;
- неудовлетворительное состояние очистных, использование устаревших технологий очистки и оборудования;
- отсутствие мер по сохранению (или созданию) водоохраных полос на водохранилище и его притоках;
- несоблюдение режима водоохраных зон на многих участках береговой зоны водохранилища;

- незначительный объем природо- и водоохраных мероприятий на водосборной территории и акватории водохранилища;
- загрязнение донных отложений и опасность вторичного загрязнения вод;
- слабая экологическая культура руководителей разного уровня и основного контингента жителей.

Для различных геоэкосистем Иваньковского водохранилища типичны напряженная и критическая экологические ситуации. В них наблюдается высокая степень антропогенных изменений, тенденция превышения ПДК в воде по ряду загрязнителей, активное накопление загрязняющих веществ в грунтах. В аквальных геоэкосистемах водохранилища отмечается восстановительная глеевая геохимическая обстановка в грунтах, повышенный уровень биологической продуктивности.

### Малые реки и проблемы их рекреационного использования

Наряду с морями, озерами, водохранилищами, крупными реками, малые реки представляют существенный рекреационный ресурс для местного населения.

#### 5.1. Общие положения

Малой рекой обычно считают водоток, расположенный в одной географической зоне и имеющий длину не более 100 км и площадь бассейна в пределах 1-2 тыс. км<sup>2</sup> (Алтунина, 1994). Малые реки имеют постоянный сток в течение всего года или кратковременно прерывающийся сток вследствие истощения запасов дренируемых ими подземных вод (Чеботарев, 1978).

Гидрологический режим этих рек в значительной степени зависит от местных факторов. На качество воды в них существенное влияние оказывают ландшафтно-структурные особенности территории и хозяйственное освоение водосбора: мозаичность и разнообразие природных комплексов, их устойчивость к антропогенному воздействию, способность поглощать, трансформировать и удерживать поступающие загрязнения и т.д., а также объёмы и характер сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий, населенных пунктов, стоки с урбанизированных территорий и территорий промышленных площадок, выносы удобрений и ядохимикатов с сельскохозяйственных полей и продуктов эрозии с сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, стоки с животноводческих ферм и т.д. (Коронкевич и др., 1994).

Малые реки (длиной от 25 до 100 км) составляют 13.7% от общего числа рек (84% - очень малые, 2.3% - большие и очень большие).

Очень малые реки практически интереса для массового рекреационного использования не представляют, т.к. в естественном состоянии после прохождения весеннего паводка они сильно мелеют и их параметры не позволяют развивать виды отдыха, связанные преимущественно с водой. Реки длиной более 25 км довольно широко используются неорганизованными отдыхающими.

Проведенные исследования на малых притоках Иваньковского водохранилища (Созь, Малая Созь, Тьма, Орша, Шоша, Лама, Дойбица, Донховка) показывают, что

- а) малые реки привлекательны и живописны, отличаются разнообразием береговых природных территориальных комплексов;
- б) отвлекают определенный контингент отдыхающих с акваторий водохранилища, частично уже перегруженных;



в) отличаются большими скоростями течения (по сравнению с краевыми плесами водохранилищ), что способствует развитию некоторых видов водного спорта (байдарочный спорт), а также более быстрому разбавлению рекреационных загрязнений и т.д.

В то же время некоторые реки в силу своих природных характеристик (температурный режим, скорость течений, цветность и мутность вод, исходное качество воды и т.д.) не могут быть использованы для таких видов отдыха, как купание, парусный спорт, подводное плавание и т.п.

Рекреация на малых реках предъявляет высокие требования к качеству воды, уровенному и температурному режиму рек, климатическим условиям местности и т.д. (табл. 5.1). Малые реки особенно чувствительны к различным видам загрязнений, имеют сравнительно низкую самоочищающую способность. Для использования этих рек в рекреационных целях необходимы водоохранные мероприятия: установление предпочтительных для рекреации зон водопользования с поддержанием в них допустимого качества воды, охрана береговых ландшафтов, очистка русла и поймы реки и т.д. (Винокуров, 1981).

Таблица 5.1. Примерные параметры акватории, необходимые для развития отдельных видов отдыха на реках (Ланцова, 1989)

Параметры	Виды отдыха					
	Купание	Весельные лодки	Байдарки и каноэ	Водные лыжи	Водно-моторный спорт	Парусный спорт
Длина, м	> 5	> 200	> 1000	> 1000	> 1000	> 500
Ширина, м	> 3	> 10	> 5	> 30	> 20	> 20
Глубина, м	< 2	> 0,5	> 0,5	> 1	> 2	> 2
Скорость течения, м/сек.	< 1	< 1	-	< 2	-	< 2
Температура воды в летний период, °С	> 17	-	-	> 17	-	-

В период всевозрастающего антропогенного пресса на водные объекты проблема малых рек имеет большую актуальность, особенно в регионах с высокой плотностью населения. Особый интерес вызывают водотоки, впадающие непосредственно в водоёмы, используемые для питьевого водоснабжения, так как

- 1) к качеству воды водоемов питьевого водоснабжения предъявляются более высокие требования;
- 2) малые реки являются источниками дополнительного загрязнения, если качество воды в них неудовлетворительное.

Малые притоки водохранилищ - источников водоснабжения - в настоящее время изучены или недостаточно, или совсем не изучены, регулярные гидрологические и гидрохимические наблюдения, как правило, отсутствуют.

Общепризнанным является факт, что экологическое состояние любой территории определяется прежде всего качеством воды малых рек, которые дают ее интегральную экологическую оценку, т.к. на качество воды влияют все элементы природной среды - почвы, растительность, подземные воды и атмосфера.

Ниже приводится описание гидрологического режима и современного экологического состояния малых рек, непосредственно впадающих в Ивановское водохранилище: реки Орша, Созь, Дойбица, Сучок, Донховка, Шоша, Лама (рис. 4.2.1), дается оценка возможностей их рекреационного использования, оценивается также устойчивость береговых и аквальных комплексов малых рек к рекреационному воздействию.

## 5.2. Гидрологическая характеристика малых притоков Ивановского водохранилища

Основные морфометрические и гидрологические характеристики малых притоков Ивановского водохранилища приведены в табл. 5.2.1.

Река **Орша** берет свое начало из оз. Оршино (группа Оршинско-Петровских озер) и течет по заболоченной местности, впадает в реку Волгу ниже г. Твери.

Река **Шоша** является правым притоком Волги, протекает по Тверской области, в среднем течении - по границе с Московской областью. Исток находится вблизи от станции Князьи Горы. Стекая по склону Смоленско-Московской гряды, Шоша течет в широкой низине южнее Тверской моренной гряды. Характер питания - грунтово-снеговой. Пределы высотных отметок бассейна реки - 223 м БС, в устье - 124 м БС. Берега Шоши низкие и плоские, течение тихое, русло извилистое. В настоящее время большая часть поймы низовьев Шоши затоплена водами Ивановского водохранилища, образуя Шошинский плес, изобилующий островами и зарослями водорослей и камыша (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

Река **Лама**. Берет начало с отрогов Валдайской возвышенности, затем протекает по Верхневолжской низине и впадает в Шошинский плес Ивановского водохранилища. Большая часть реки расположена в Московской области, где она берет начало (юго-восточнее г. Волоколамска), в Тверской области протекает на протяжении 43 км, в том числе в Калининском районе - 31 км и в Конаковском районе - 12 км. До

образования Иваньковского водохранилища в 1937 г. Лама была большим правым притоком р. Шоши. В верховьях Лама прорезает западные отроги Клинско-Дмитровской гряды, течет, сильно петляя, по узкой безлесной долине с высокими берегами. Русло реки извилистое, устойчивое, в летний период зарастает растительностью. Средняя его ширина в среднем течении – 20-25 м. Средняя глубина в межень изменяется от 0.6 до 1.5 м. Скорость течения на плесах в межень менее 0,3 м/с, на перекатах – до 0.5-0.8 м/с (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

Таблица 5.2.1. Основные морфометрические и гидрологические характеристики малых притоков Иваньковского водохранилища

Река	Расстояние от устья Волги, км	Длина водотока, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Среднегодовой расход воды, м <sup>3</sup> /с	Среднегодовой объём стока, км <sup>3</sup>
Орша	3064	72	752	5.0	0.16
Шоша	-	163	3080	9.3	0.29
Лама	-	139	2330	8.1	0.26
Дойбица	-	24	192	1.25	0.04
Сучок	3010	17	58.3	0.38	0.01
Донховка	3008	27	158	1.03	0.03
Созь	2998	34	575	3.7	0.12

Река Дойбица - правый приток Иваньковского водохранилища. Берет свое начало в Московской области у д. Захарово. Ширина у истока – 0.5 - 1 м, в среднем течении – 2 - 3 м, в устье подпирается водохранилищем и ширина достигает 80-100 м. Течет по пересеченной местности. Вдоль нее располагаются поля и луга, лесов мало. Течение быстрое – 1 м/с, но к устью оно замедляется ввиду подпора Иваньковского водохранилища. В зимний период у истока и в среднем течении почти не замерзает. Склоны берегов довольно крутые. Дно в основном песчаное. Притоков не имеет. Впадает в Шошинский плес водохранилища (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

**Река Донховка** - приток первого порядка, впадает в Иваньковское водохранилище с правого берега, в пределах районного центра г. Конаково. Притоков нет. Начинается река с массива Мохового болота (в пределах Московской области) и протекает по среднепересеченной местности, покрытой смешанными лесами. Ширина долины - 150-500 м. Глубина ее вреза - 7 м. Склоны реки в основном пологие, но местами крутые. Ширина русла в верховье - 5 м, в устье, затопленном водами водохранилища, - до 400 м (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

**Река Созь** - приток первого порядка реки Волги, впадает в нее с левого берега. Берет начало из озера Великое, расположенного в центре Оршинского Мха (Рамешковский район Тверской области). В истоке ширина ее составляет 3-4 м, в устье - 250-300 м, глубина - 6-9 м. В питании Сози основную роль играют воды оз. Великое (поверхность зеркала - 85.8 км<sup>2</sup>, глубина - до 4.5 м), а также болотные и грунтовые воды. Вода реки из-за большого содержания гумусовых веществ торфяной крошки имеет высокую цветность. На всем своем протяжении р. Созь протекает по среднепересеченной местности, ее берега покрыты смешанным лесом. Пойма реки - 1-1.5 км, используется как сельскохозяйственные угодья. Перед с. Поповское (Первомайский сельский округ, Конаковский район) Созь сильно расширяется, ниже располагается широкий и длинный залив Иваньковского водохранилища, в который она впадает вместе с небольшой р. Сосцой (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

**Река Сучок** - правый приток Иваньковского водохранилища первого порядка. Истоком реки служит массив Моховое 2-е болото (Конаковский район). Река протекает по землям совхоза "Шошинский" Конаковского района. Благодаря подпору, создаваемому Иваньковским водохранилищем, устье р. Сучок протяженностью в 1.5 км судоходно, имеет глубины до 6 м, ширину 40-60 м и служит местом стоянки катеров Конаковского рыбхоза. На всем протяжении Сучок протекает по середине пересеченной местности. В его верховьях берега покрыты смешанным лесом, в низовье перелески сменяются полями и лугами (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

Доля описанных выше малых притоков в поверхностном притоке в Иваньковское водохранилище составляет, по нашим расчетам, в среднем около 15%, и роль их в формировании качества воды водоема, по нашему мнению, существенна, особенно на приустьевых участках.

По условиям питания и режиму эти реки относятся к восточно-европейскому типу рек, для которых характерны высокое половодье, низкие летняя и зимняя межени и повышенный сток осенью. Питание рек состоит из 1) снегового (более 50%), 2) грунтового (25-35%) и 3) дождевого (15-20%). В зимний период питание рек осуществляется почти исключительно грунтовыми водами (ГВ), иногда в теплые зимы частично и водами верхних почвенных горизонтов (верховодками). Весной

основным источником питания являются талые воды, небольшое участие в начале и в конце сезона принимают ГВ, частично дождевые - во вторую половину сезона. Летом реки получают питание в основном за счет ГВ и, частично, от дождевых вод (паводки). Осенью основным становится грунтовое питание, но значительно возрастает и роль дождей, особенно в первую половину сезона (Природа и хозяйство Калининской области, 1960).

Скорости течения рек сильно меняются на протяжении года. Весной в период половодья они достигают 2 м/сек, зимой и летом не превышают 0.59 м/сек.

Реки Тверской области (Тверца, Тьма, Орша, Созь, Малая Созь, Дойбица, Донховка) на рекреационных участках в основном удовлетворяют параметрам, предъявляемым к отдельным видам водных рекреаций (табл. 5.1.2).

Таблица 5.2.2. Некоторые параметры малых рек Тверской области на участках неорганизованного отдыха (Ланцова, 1989)

Река	Параметры		
	Глубина, м	Скорость течения, м/сек. (июль)	Температура воды, °С (июль)
Тверца	0.5 - 1.9	0.3 - 0.69 0.45 - 1.02	16 - 22
Тьма	0.8 - 1.3 0.8 - 1.4	0.13 - 0.63 0.54 - 0.72	16 - 19
Орша	0.6 - 1.2 0.8 - 1.5	0.20 - 0.40 0.10 - 0.30	16 - 19
Созь	0.5 - 1.4 0.4 - 1.8	0.27 - 0.35 0.10 - 0.16	20 - 22
Малая Созь	0.7 - 1.3 0.5 - 1.8	0.10 - 0.20 0.33 - 0.44	17 - 20
Дойбица	0.6 - 1.1 0.4 - 0.8	0.36 - 0.39 0.33 - 0.61	16 - 20
Донховка	0.4 - 0.9 0.7 - 1.2	0.59 - 0.93 0.49 - 0.68	16 - 20

### 5.3. Геоэкологическая оценка водоборных территорий и качество воды малых рек

Поверхностный водозабор воды из малых рек производится только из р. Донховки в размере 4320 м<sup>3</sup>/сутки подсобным хозяйством с. Селихово и совхозом "Конаковский". Объем годового подземного водозабора наибольший на водосборе р. Донховки за счет г. Конаково (4343.5 тыс. м<sup>3</sup>).

Крупными предприятиями, сбрасывающими сточные воды в малые притоки, являются на водосборе р. Донховки фаянсовый завод (ЗИК), завод мехинструмента (КЗМИ) и сельскохозяйственные предприятия совхоза "Конаковский"; на водосборе р. Дойбицы - Завидовская птицефабрика (д. Мокшино) и совхоз "Завидово". На всех водосборах имеются садоводческие товарищества, а во многих деревнях дома используются в качестве дач в летнее время. Особенно интенсивно дачное строительство развивается по берегам р. Сучок, что обусловлено близостью г. Конаково и ж/д станции "Конаково-ГРЭС". Общее количество садово-огородных товариществ, расположенных вдоль реки, - 12, они занимают территорию в 302,7 га.

Детальные геоэкологические исследования водосборных бассейнов были проведены для рек Дойбицы, Сучок и Инюхи, которые отличаются довольно высокой залесенностью (от 64% на водосборе р. Сучок до 17,5% - на водосборе р. Инюхи). Леса на водосборах рек весьма разнообразны и распределены неравномерно. Так, на водосборе р. Сучок выделяются три типа лесов: 21% - хвойные леса, 18% - смешанные, основную часть которых составляют подтопленные и заболоченные леса (около 25%). В бассейне р. Дойбицы залесенность составляет 51% от площади водосбора; из них 2% занимают берёзовые леса, 13% - хвойные, 20% - смешанные и только 16% - заболоченные и подтопленные леса. На водосборе р. Инюхи леса занимают лишь 18% территории: около 9% - берёзовые и свыше 9% - еловые. Степень хозяйственной освоенности территорий также значительно варьирует на водосборной территории рассматриваемых рек. Так, пашни и селитебные территории на водосборе р. Инюхи занимают 53%, а с учетом торфоразработок - 73%; на водосборе р. Дойбицы - 44% (46% - с учетом торфоразработок) и на водосборе р. Сучок - 29%.

Болота и луга занимают незначительные территории и приурочены в основном к верховьям всех трёх рек.

Оценка экологического состояния среды проводилась по степени антропогенного освоения территории и степени ее нарушенности, при этом учитывалось состояние почвенного покрова и растительных ассоциаций, изменение химического состава почв, донных отложений и воды под воздействием антропогенных нагрузок. Для водосборов рек Дойбицы, Сучок и Инюхи была проведена оценка состояния среды береговой зоны по участкам рек и по всему водосбору этих малых водотоков в целом (табл. 5.3.1).

Было установлено, что основной тип хозяйственного освоения территории - сельскохозяйственный. Состав основных поступающих в реки загрязнений следующий: биогенные элементы, тяжелые металлы (зоны влияния автомобильных магистралей), хлориды (Cl<sup>-</sup>), сульфаты (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), нефтепродукты, бактериологическое загрязнение (влияние

животноводческих ферм и птицефабрик, смыв с сельскохозяйственных угодий органических удобрений, рекреационные участки и т.д.).

По характеру и масштабам хозяйственного освоения, по объемам и составу поступающих загрязнений общая экологическая ситуация на рассматриваемых водосборах может быть оценена в целом как удовлетворительная, хотя по некоторым участкам отмечается критическое состояние среды.

Таблица 5.3.1. Оценка состояния среды водосборов малых рек

Название угодий	Водосборы малых рек		
	Сучок	Дойбица	Инюха
Леса, % от территории			
Еловые	21	21	9
Сосновые	6	-	-
Смешанные	25	20	-
Мелколиственные	12	10	-
Луга, % от тер.	2	-	1
Болота, % от тер.	1	1	2
Всего	67%	52%	21%
Антропогенные комплексы, % от территории			
Пашня, залежь	20	25	40
Животноводческие комплексы	-	1	-
Селитебные зоны	9	19	13
Промышленные зоны	-	1	20
Транспортные зоны	1	2	2
Рекреационные зоны	3	-	4
Всего	33%	48%	79%
Основные факторы отрицательного воздействия на среду	Сельское хозяйство	Сельское хозяйство	Сельское хозяйство
Степень антропогенной нарушенности ландшафта			
Общая по водосбору	Средняя	Средняя	Сильная
Исток	60% - сильная	10% - ненарушен.	70% - сильная
Среднее течение	5% - ненарушенная	60% - сильная	10% ненарушенная
Устье	40% - средняя	70% - сильная	70% - сильная
Оценка состояния среды			
Общая по водосбору	Удовлетворит.	Удовлетворит.	Неудовлетворит.
Исток	Неудовлетворит.	Естественное	Неудовлетворит.
Среднее течение	Естественное	Неудовлетворит.	Естественное
Устье	Удовлетворит.	Неудовлетворит.	Неудовлетворит.

Химический состав воды малых рек имеет резкие сезонные колебания в связи с изменением характера питания рек в различное время года. В период паводков, когда основную роль в питании рек играет поверхностный сток, минерализация речных вод наименьшая. Во время летней и зимней межени преобладает подземное питание рек относительно более минерализованными грунтовыми и подземными водами, и поэтому минерализация речных вод возрастает (Красинцева, Кузьмина, Сенявин, 1977).

Анализ современного состояния качества воды малых притоков, которое определяется состоянием их водосборов, проводился по данным наших исследований в 1992-1999 гг. и данным мониторинговых наблюдений Дубнинской ИЭЛ ФГВУ «Цетррегионводхоз» в 2001 г.

Для рек Орши и Сози характерны высокая цветность (до  $400^0$  Pt-Co) и перманганатная окисляемость (ПО) вод (до 60 мг О/л). Им свойственна более низкая минерализация воды (М), чем другим притокам. Для р. Сози минерализация не превышает 200 мг/л в период открытой воды. Для этой реки отмечаются также меньшие, чем для других, концентрации минерального азота ( $N_{\text{мин}}$ ) - порядка 0.5-1.0 мг N/л. Для воды рек Орши и Сози характерны также значительные концентрации общего железа (выше, чем у других притоков).

На р. Донховке в 1996-1997 гг. проводились ежемесячные наблюдения в районе д. Селихово (естественный режим) и в устьевой части, где река находится в подпоре. Следует отметить, что 1996 г. был экстремально маловодным. Весь апрель река в устье была не в подпоре. В весенний период (март-май) в устьевой части р. Донховки в черте г. Конаково у автомобильного моста пробы воды отбирались еженедельно, для получения более детальной информации о состоянии качества воды.

Как показали лабораторные исследования, вода реки более минерализована, чем у левобережных притоков. Концентрации гидрокарбонатного иона ( $\text{HCO}_3^-$ ) в воде изменяются в районе с. Селихово от 97.6-183.6 мг/л в период весеннего половодья до 287.6-342.7 мг/л в периоды летней и зимней межени. Среднесезонные значения этого иона изменяются в пределах от 134.6 мг/л в весенний период до 244.8 мг/л в зимний.

Пределы колебания концентраций иона кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) составляют в течение года 28-96 мг/л, иона магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) - 10.8-32.4 мг/л. Средние за сезон значения этих ионов изменяются от 40 мг/л весной до 68 мг/л зимой для кальция и 12-22.8 мг/л для магния, максимальные значения отмечаются зимой, когда река переходит на грунтовое питание.

Цветность воды изменяется от 60 до  $500^0$  Pt-Co шкалы в течение года, при этом наименьшие значения наблюдаются в зимний период (в среднем  $150^0$  Pt-Co шкалы), а наибольшие в период весеннего половодья и летних паводков (в среднем  $235-220^0$  Pt-Co шкалы).



Значения перманганатной окисляемости (ПО) высоки и составляют 11.4-36.8 мгО/л, но они несколько ниже, чем у левобережных притоков. Высокие концентрации нитратов (N-NO<sub>3</sub>) наблюдаются в период весеннего половодья и осенних паводков. Изменение концентраций нитратов составляет в среднем от 0.7 мг N/л в летнюю межень до 2.4 мгN/л в зимнюю межень. Содержание минерального фосфора (P-PO<sub>4</sub>) колеблется от 0.012 до 0.110 мг P/л в различные периоды. Четко выраженных закономерностей в его временном распределении не прослеживается.

Концентрации хлоридов (Cl) составляют от 2 мг/л в апреле (минимум) до 35 мг/л в октябре (максимум), рН изменяется от 5.6 в мае до 8.2 в январе.

За многолетний период следует отметить значительное уменьшение рН воды от 7.5 до 6.4, увеличение ПО и цветности воды во все сезоны года, некоторое увеличение концентраций минерального азота.

Качество воды в устьевой части р. Донховки следующее. Содержание иона HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> изменяется от 109.8 в апреле до 366 мг/л в марте (конец зимы 1996 г.), иона Ca<sup>2+</sup> от 30 (в период половодья) до 100 мг/л (в конце марта 1996 г.), а иона Mg<sup>2+</sup> - от 9.6 до 33.6 мг/л в те же периоды, что и для иона кальция.

Пределы колебания хлоридов составляют от 7.1 мг/л (в половодье) до 51 мг/л (в конце зимы). Цветность воды в устьевой части обычно достигает 60-100<sup>0</sup> Pt-Co шкалы, за исключением второй половины половодья, когда она превышает 200<sup>0</sup> Pt-Co шкалы, из-за притока воды с водосбора; рН воды изменяется от 6.15 осенью до 7.8 зимой и летом. Исключением является период конца апреля - начала мая 1996 г., когда зимние значения рН были выше 8. Значения ПО достигают в отдельные периоды 27-30 мг О/л (минимум наблюдался в конце зимы 1996 г. - 5.6 мг О/л, когда сток с водосбора практически отсутствовал).

Концентрации минерального азота в воде устьевой части Донховки изменялись в исследуемый период от 1.36 мгN/л (май 1997 г.) до 7.34 мг N/л (середина апреля 1996 г.). Максимальные концентрации минерального фосфора наблюдались в весенний период (0.080-0.100 мг P/л).

В последние годы в черте г. Конаково замечено сильное загрязнение мелководной зоны устьевой части р. Донховки различным бытовым мусором. Круглогодичное поступление загрязненных стоков с территории городской застройки, а также тёплых вод от городского плавательного бассейна приводит к значительному евтрофированию воды, зарастанию мелководий и заболачиванию прибрежных участков, что отрицательно влияет на возможность рекреационного использования реки, в частности, на такой вид отдыха, как купание.

Исследования качества воды р. Дойбицы в естественном режиме стока проводились в районе пересечения реки автострадой от г. Конаково до автомагистрали Москва-Санкт-Петербург (д. Павлоково) в 1996-1999

гг. посезонно, а с конца марта по конец мая 1996 г. пробы воды на определение химического состава отбирались еженедельно.

Концентрации иона  $\text{HCO}_3^-$  изменялись от 79.3 мг/л в первой половине половодья до 355 мг/л в период осенних паводков, средние за сезон концентрации при этом составили от 208.1 до 306 мг/л. Содержание иона кальция в воде реки колеблется в среднем от 48 мг/л весной до 74 мг/л осенью, иона магния от 19.2 мг/л летом и осенью до 30 мг/л зимой. Максимальные среднесезонные значения хлор- и сульфат-иона наблюдаются зимой (соответственно 19 и 55 мг/л).

Максимальные концентрации минерального азота отмечены в половодный период (5.16 мг N/л), минимальные - в летнюю межень (0.26 мг N/л). Наибольшее изменение содержания минерального фосфора отмечается в зимний период (0.024-0.145 мг P/л). Высокая цветность (350-400<sup>0</sup> Pt-Co шкалы) наблюдается осенью и в конце весны, а низкая (20-35<sup>0</sup> Pt-Co шкалы) - в летнюю и зимнюю межень.

В таблице 5.3.2 приведены некоторые показатели качества воды малых правобережных притоков Иваньковского водохранилища в период летней межени по состоянию на начало 80-х и конец 90-х гг. прошлого столетия. Анализ приведенных значений показывает, что в многолетнем разрезе отмечается увеличение в воде рек концентраций нитратов, сульфатов, хлоридов, калия и натрия, что является следствием все возрастающего антропогенного прессинга на их водосборные бассейны.

Наиболее детально в настоящее время изучено качество воды р. Сучок. В течение многолетнего периода с 1981 г. по настоящее время проводится отбор проб воды в районе д. Вахромеево (естественный режим), современное состояние качества воды оценивалось по данным еженедельного отбора проб воды в 1997 г.

Колебания среднемесячных значений pH воды р. Сучок невелики и составляют от 6.7 (ноябрь) до 7.4 (июнь). Наименьшие среднемесячные концентрации  $\text{HCO}_3^-$  отмечаются в период половодья и осенних паводков (68.1 мг/л), а наибольшие - зимой (299-311 мг/л). Годовой ход концентраций иона кальция аналогичен ходу концентраций гидрокарбонатного иона, т.е. наименьшие значения  $\text{Ca}^{2+}$  отмечены в апреле, а наибольшие - в конце зимы (28 и 74 мг/л соответственно). Минимальное среднемесячное содержание иона магния наблюдается в ноябре, а максимальное - в феврале (7.2 и 31 мг/л соответственно). Пределы колебаний значений хлоридов составляют от 2 мг/л (в июне и ноябре) до 25 мг/л (в феврале).

Таблица 5.3.2. Химический состав воды малых правобережных притоков  
Иваньковского водохранилища в летнюю межень

Ингредиент	Р. Дойбица - д. Кочедыково		Р. Сучок - д. Вахромеево		Р. Донховка - с. Селихово	
	1979- 1980 гг.	1996- 1999 гг.	1979- 1980 гг.	1998 г.	1979-1980 гг.	1997-1999 гг.
РН	7.1	7.9	-	7.0	7.5	7.4
ПО, мг О/л	40.6	17.4	14.0	36.4	15.8	26.6
Цветность, °Pt-Co шкалы	-	150	-	275	50	220
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	170.8	269.3	113.2	146.9	110.3	226.4
Ж, мг-экв/л	3.1	4.8	3.15	3.0	2.2	5.1
Са <sup>2+</sup> , мг/л	56	64	49	38	34	64
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	3.6	19.2	8.4	13.2	6.0	22.8
N-NH <sub>4</sub> , мг N/л	1.15	0.47	0.80	0.69	0.74	0.58
N-NO <sub>2</sub> , мг N/л	0.027	0.019	0.014	0.021	0.012	0.030
N-NO <sub>3</sub> , мг N/л	0.11	0.61	0.26	0.43	0.32	0.73
N <sub>мин.</sub> , мг N/л	1.29	1.10	1.07	1.14	1.07	1.34
P-PO <sub>4</sub> , мг P/л	0.13	0.072	0.088	0.059	0.098	0.052
Cl <sup>-</sup> , мг/л	3.5	17.6	12.2	5.5	7.3	12.8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	22	55	18.2	21	30	40
K <sup>+</sup> , мг/л	2.0	14	2	-	6	6
Na <sup>+</sup> , мг/л	3.4	10	5	-	3	4
M, мг/л	261.3	449.1	321.6	-	196.6	376

Цветность воды высока практически в течение всего года и в отдельные периоды она достигает 500<sup>0</sup> Pt-Co шкалы. Соответственно высоки в течение года и значения ПО, пределы колебания которой составили 15.1-45.7 мг О/л (январь, июль), что говорит о большой роли болотных вод в питании реки на протяжении практически всего года, которое, очевидно, превышает грунтовое.

Концентрации минерального фосфора в воде водотока изменялись от 0.015 мг Р/л (сентябрь) до 0.052 мг Р/л (февраль). Среднемесячные концентрации минерального азота не превышают 1.59 мг N/л (март), а максимальные значения его составляют 2.13 мг N/л (начало марта).

В многолетнем разрезе качество воды исследуемых малых притоков претерпело изменение, к сожалению, не в лучшую сторону. Даже при значительном сокращении внесения минеральных удобрений в почву (в 10-15 раз) за последние пять лет на водосборах малых притоков концентрации минерального азота в воде правобережных притоков выше, чем в начале 80-х гг., и остаются на уровне середины 80-х, что хорошо видно из табл. 5.3.3, в которой приведены среднемесячные значения минерального азота в р. Сучок за многолетний период. Очевидно, такая ситуация объясняется прежде всего тем, что в личных хозяйствах применение удобрений не сократилось, а даже увеличилось, и тем, что при суглинистом строении зоны аэрации ГВ идет накопление и пополнение нитратов в почве.

Таблица 5.3.3. Среднемесячные концентрации минерального азота в воде р. Сучок ( мг N/л) за многолетний период

Месяц	1979-80 гг.	1986 г.	1991 г.	1995 г.	1997 г.	1998 г.
Январь	1.39	-	0.38	1.21	0.98	2.74
Февраль	-	-	1.17	1.21	1.55	1.49
Март	0.49	1.58	2.39	1.10	1.59	1.39
Апрель	-	1.21	0.74	2.84	0.91	1.03
Май	1.14	0.84	0.85	0.79	1.09	0.98
Июнь	-	-	0.89	-	0.86	1.19
Июль	1.07	1.86	0.70	1.07	0.96	1.01
Август	-	-	0.58	0.66	0.91	1.19
Сентябрь	-	-	0.70	0.62	1.04	1.06
Октябрь	1.02	1.22	0.72	0.79	1.10	1.02
Ноябрь	-	1.02	0.76	1.05	1.03	1.19
Декабрь	-	-	0.38	-	0.98	1.44

Химический состав воды р. Шоши в створе д. Селино и р. Ламы в створе д. Юрьево, по данным Дубнинской ИЭЛ ФГБУ «Центррегионводхоз» МПР РФ, имеют сходный химический состав. Значения большинства определявшихся показателей воды изменяются посезонно. Вода рек отличается малой и умеренной жесткостью (1.5-5.3 ммоль/л), среднеминерализованна.

Водородный показатель (рН) изменяется в течение года от 7.5 до 8.4 (р. Лама) и от 7.6 до 8.7 (р. Шоша).

Кислородный режим в реках практически в течение года благоприятный. Содержание растворенного в воде кислорода изменяется с марта по октябрь для р. Ламы от 6.1 до 12.1 мг/л, а для р. Шоши - от 6.6 до 12.6 мг/л.

Цветность воды обеих рек довольно высока и изменяется для р. Ламы в пределах от 78 до 377 градусов Сг-Со шкалы цветности (длина волны - 364 нм); а для реки Шоши - от 78 до 229 градусов.

Содержание взвешенных веществ невелико и изменяется в интервале от 2 до 5 мг/л.

Загрязнение воды водотоков нитрат- и нитрит-ионами весьма незначительна, гораздо ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного использования (соответственно 40 и 0.08 мг/л). Концентрации иона аммония и фосфат-иона в воде р. Шоши в течение года не превышают ПДК (соответственно 0.5 и 0.6 мг/л). В воде р. Ламы в весенний период отмечены повышенные концентрации как иона аммония (0.6-0.9 мг/л), так и фосфат-иона (0.7-1.1 мг/л), что, очевидно, является следствием локального загрязнения реки стоками от фермы КРС.

Концентрации хлоридов в воде обеих рек не превышают 9 мг/л, а сульфатов 32 мг/л.

Содержание органического вещества в воде водотоков оценивалось по показателям ХПК и БПК<sub>5</sub>. Для воды обеих рек характерны высокие значения ХПК, превышающие ПДК в различные сезоны в 1.5-5 раз. Более высокие значения БПК<sub>5</sub>, изменяющиеся в интервале от 2 до 5.9 мгО<sub>2</sub>/л отмечены для р. Ламы.

Превышения ПДК по тяжелым металлам (медь, цинк, свинец, кадмий) и нефтепродуктам в 2001 г. в воде обеих рек не были обнаружены.

Качество воды малых притоков Иваньковского водохранилища было оценено нами по комплексу гидрохимических показателей (табл. 5.3.4 -5.3.5). Использованы результаты мониторинговых наблюдений Дубнинской ИЭЛ ФГБУ «Центррегионводхоз» за летние межени 2001 - 2002 гг.

Различная водность исследуемых периодов привела к тому, что качество воды рек в замыкающих створах в период летней межени было различным.

Таблица 5.3.4. Качество воды малых притоков Иваньковского водохранилища по гидрохимическим показателям в летнюю межень 2001 г.

№ п/п	Водный объект, пункт наблюдений	ИЗВ	Качество воды	Приоритетные загрязняющие вещества (концентрация в ПДК)
1	Р. Орша – д. Савватьево	2.3	Умеренно-загрязненная (III)	Ион аммония (2.2), железо общее (3), ХПК (4), АПАВ (3.8), фосфат-ион (0.5), нитрит-ион (0.4)
2	Р. Шоша – д. Селино	2.3	Умеренно-загрязненная (III)	Железо общее (3), марганец (5), ХПК (2.2), АПАВ (2.7), ион аммония (0.8), нитрит-ион (0.2)
3	Р. Лама – д. Юрьево	2.9	Загрязненная (IV)	Железо общее (3), марганец (8), ХПК (2.2), АПАВ (3.3), нитрит-ион (0.2), ион аммония (0.6)
4	Р. Дойбица – д. Павлоково	4.1	Грязная (V)	Ион аммония (1.8), марганец (8), железо общее (6), ХПК (4.5), АПАВ (3.7), нитрат-ион (0.7)
5	Р. Донховка – г. Конаково	4.7	Грязная (V)	Ион-аммония (2.4), железо общее (5), марганец (10), ХПК (4), АПАВ (5.7), фосфат-ион (1)

Как следует из таблицы 5.3.4, качество воды рек Орши и Шоши в летний период 2001 г. характеризовалось классом умеренно-загрязненных вод с ИЗВ – 2.3; р. Ламы – классом загрязненных вод (ИЗВ – 2.9); рек Дойбицы и Донховки – классом грязных вод (ИЗВ – 4.1 и 4.7). Наиболее цветной была вода рек Орши, Донховки и Дойбицы, хотя цветность в них была менее высокой, чем в весенний период. Приоритетными загрязняющими веществами для большинства рек были: ион аммония, железо общее, марганец, ХПК, АПАВ.

Кислородный режим в реках Лама и Шоша был благоприятным, в поверхностном слое воды рек Орши, Дойбицы и Донховки наблюдалось недонасыщение воды кислородом.

Таблица 5.3.5. Качество воды малых притоков Иваньковского водохранилища по гидрохимическим показателям в летнюю межень 2002 г.

№ п/п	Водный объект, пункт наблюдений	ИЗВ	Качество воды (класс качества)	Приоритетные загрязняющие вещества (концентрация в ПДК)
1	Р. Орша-д. Савватьево	0.8	Чистая (II)	Ион аммония (0.5), фосфат-ион (0.1), железо-общее (1.5), НПРД (2.8)
2	Р. Созь – д. Харитоново	1.8	Умеренно - загрязненная (III)	БПК <sub>5</sub> (1.9), нитрит-ион (0.3), ион аммония (2.2), фосфат-ион (0.1), железо общее (2.2), НПРД (4.4)
3	Р. Шоша- д. Селино	0.9	Чистая (II)	БПК <sub>5</sub> (1.4), нитрит-ион (0.1), ион аммония (0.2), фосфат-ион (0.1), железо общее (0.5), НПРД (3)
4	Р. Лама – д. Юрьево	0.8	Чистая (II)	БПК <sub>5</sub> (0.4), нитрит-ион (0.2), ион аммония (0.1), фосфат ион (0.2), железо общее (1), НПРД (2.6)
5	Р. Дойбица – д. Павлюково	1.3	Умеренно-загрязненная (III)	БПК <sub>5</sub> (2.2), нитрит ион (0.2), ион аммония (0.2), железо общее (0.7), НПРД (4.2), фосфат-ион (0.1)
6	Р. Донховка – г. Конаково	2.2	Умеренно-загрязненная (III)	БПК <sub>5</sub> (1), фосфат-ион (0.6), ион аммония (0.3), железо общее (1.6), марганец (7), НПРД (2.8)

Летний период 2002 г. характеризовался практически полным отсутствием атмосферных осадков и высокими дневными температурами июля (до +28+30<sup>0</sup>С).

В период летней межени, когда реки перешли на грунтовое питание, отмечено значительное снижение цветности во всех реках по сравнению с периодом половодья, кроме р. Созь (214 градусов Сг-Со шкалы цветности), что является следствием преобладания в питании этой реки высокоцветных вод озера Великое, из которого она берет свое начало, и болотных вод.

Значения ПО изменялись в диапазоне от 5.1 мгО/л (р. Шоша) до 28.0 мгО/л (р. Созь, Орша).

Концентрация хлоридов в воде малых рек в июле варьировала от 2.7 мг/л (р. Созь) до 20.5 мг/л (р. Дойбица). Концентрация сульфатов в июле — от 19 мг/л (р. Шоша) до 43 мг/л (р. Орша). Высокие концентрации хлоридов и сульфатов в воде рек Дойбицы, Донховки, Орши являются следствием значительного антропогенного пресса на их водосборы.

Значения щелочности и жесткости в июле для р. Сози равнялись соответственно 0.4 ммоль/л и 0.6 ммоль/л, а для рек Дойбицы и Орши — 4.5 ммоль/л.

Величина сухого остатка для Сози изменялась в незначительном интервале (83-111 мг/л) в различные сезоны года. Для других рек характерно увеличение значений сухого остатка в период летней межени. Максимальное значение отмечено для р. Дойбицы в мае месяце. Увеличение значений щелочности, жесткости и сухого остатка в мае и июле по сравнению с мартом связано с тем, что основную роль в питании всех рек, кроме р. Сози, в эти периоды играли грунтовые воды, т.к. величина атмосферных осадков была незначительной.

Вода большинства малых рек характеризовалась высокими значениями БПК<sub>5</sub>, превышающими ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (2.0 мгО<sub>2</sub>/л).

Концентрация иона аммония в воде малых рек варьировала в диапазоне от 0.04 мг/л в июле (р. Лама) до 1.9 мг/л в мае (р. Лама); концентрация нитрат-иона в исследуемый период изменялась в диапазоне от 0.1 мг/л в июле (р. Орша, Шоша, Донховка, Созь) до 4.8 мг/л в марте (р. Лама). Концентрации нитрит-иона во всех реках во все сезоны в основном была значительно меньше ПДК.

Концентрация фосфат-иона в воде малых рек была в основном не выше 0.2 мг/л.

Для воды всех малых притоков характерны высокие концентрации марганца и железа общего, что является природной особенностью региона исследований.



В период летней межени 2002 г. качество воды рек Орши, Шоши, Ламы по гидрохимическим показателям характеризовалось II классом качества - "чистые", а рек Сози, Дойбицы, Донховки - III классом качества - "умеренно-загрязненные" (табл. 5.3.5).

По сравнению с 2001 г. качество воды малых рек в период летней межени 2002 г. улучшилось. Это можно объяснить тем, что в летний период 2002 г. при незначительном количестве атмосферных осадков смыва загрязняющих веществ с водосборных бассейнов не происходило, а основную роль в питании малых рек играли менее загрязненные подземные воды.

Таким образом, общей особенностью качества воды исследуемых рек являются высокие значения цветности (до 500<sup>0</sup> Pt-Co шкалы), перманганатной окисляемости (до 40-60 мг О/л), ХПК и общего железа, значительно превышающие ПДК этих показателей для водоемов питьевого назначения, что является следствием высокой доли болотных вод в питании рек. Для малых правобережных притоков характерны также высокая мутность воды, заиление дна, зарастание русла высшей водной растительностью.

В черте населенных пунктов отмечается значительное загрязнение береговой зоны и мелководий водотоков бытовым мусором.

В целом по основным химическим показателям качество воды малых притоков можно считать удовлетворительным.

Малые реки в значительной степени отражают общую ситуацию в водоохранной зоне Ивановского водохранилища и вносят свой негативный вклад в ухудшение качества его воды.

Как показывает опыт исследований, малые реки, вследствие их «ранимости», следует использовать для таких экологически чистых видов отдыха, как катание на весельных лодках, парусного и байдарочного спорта, виндсерфинга. Купание довольно широко представлено и в настоящее время может развиваться практически без ограничений. Однако на отдельных участках малых рек купание следует запретить в связи с загрязнением вод промышленными или сельскохозяйственными стоками, т.к. возникает опасность для здоровья купающихся. Виды отдыха с использованием маломерного моторного флота на малых реках крайне нежелательны из-за незначительной ширины и глубины водотока, т.к. возникает опасность размыва берегов или вторичного загрязнения.

Реки Шоша, Созь, Лама и другие со своими притоками в силу живописности и многообразия природно-территориальных комплексов способствуют постоянному росту количества отдыхающих, любителей рыбной ловли и туризма, приобретению домов в личное пользование в деревнях и поселках, расположенных на их берегах или вблизи от них. На малых реках находятся многие места отдыха населения (например, пансионат «Карачарово» занимает территорию вблизи р. Сучок и

Иваньковского водохранилища; на р. Шоше находится госзаповедник «Завидово») (Мирзоев, Мирзоев, 1995).

Малые реки могут в значительной степени удовлетворять рекреационные потребности населения, но следует учитывать, что экосистемы малых рек весьма чувствительны к антропогенному воздействию. Уже в настоящее время рекреационное использование малых рек требует проведения ряда мероприятий по инженерному и санитарному обустройству зон неорганизованного отдыха с целью сохранения природных территориальных и аквальных комплексов:

- запрещение распашки территорий до уреза воды и создание небольших лесополос в прирусловой части рек;

- запрещение внесения удобрений в водоохраных зонах по снегу, т.к. при этом значительное количество их поступает непосредственно в водотоки;

- осуществление контроля за соблюдением работниками ферм и птицефабрик режима санитарных зон водных объектов: речь идет о недопустимости смыва отходов с территорий этих предприятий непосредственно в водотоки;

- запрещение выпаса крупного рогатого скота на низкой и высокой поймах, которые в силу своей территориальной ограниченности и неустойчивости к нагрузкам не выдерживают такого пресса и выводятся из равновесного состояния.

Проведение оценок экологического состояния малых притоков Иваньковского водохранилища и их водосборов требует дальнейшей разработки и уточнения. Предварительные результаты позволяют сделать вывод о необходимости снижения уровня антропогенных нагрузок на некоторых участках водосборов и об узаконивании статуса санитарных зон для малых рек.

Для улучшения качества вод малых водотоков водосборного бассейна Иваньковского водохранилища необходимо прежде всего повышение экологической грамотности населения, проживающего на территории водосбора, а также соблюдение научно обоснованных норм антропогенных нагрузок по различным видам природопользования.

Кроме того, необходимо проведение расчистки и углубления русел рек, засорившихся ключей и родников, удаление и утилизация мусора и недопущение попадания стоков с территорий сельскохозяйственных и промышленных предприятий непосредственно в водные объекты (обваловка берегов на опасных участках, создание сборников стоков, лесомелиорация и т.д.).

## Глава 6

### Пути повышения эффективности рекреационного использования водохранилищ

Предъявляя высокие требования к качеству окружающей среды, рекреационная деятельность при её неконтролируемом развитии в то же время сама может оказывать как “массированное”, так и “залповое” неблагоприятное воздействие на природную среду, вступая в противоречия с другими отраслями хозяйства, использующими природные ресурсы. В связи с разнообразием структуры рекреационных занятий возникают противоречия и в самой рекреационной отрасли.

Водоохранилища являются сложными природно-техническими объектами, рекреационное использование которых осложняется рядом факторов. Обычно водохранилища проектируются и создаются для многоцелевого использования, при котором интересы рекреации либо не учитываются совершенно, либо учитываются очень мало (исключения составляют только специальные водохранилища, создаваемые для целей рекреации). При этом неизбежно возникает противоречие между рекреационным природопользованием и другими участниками водохозяйственного комплекса (ВКХ).

Рекреационное природопользование включает многие виды отдыха и туризма, каждый из которых предъявляет свои специфические требования к параметрам и качеству среды. В то же время любой вид отдыха, оказывая специфическое воздействие на компоненты природы и являясь поставщиком определённого набора и количества загрязнений, вызывает изменения в береговых и аквальных комплексах, что ухудшает их состояние и снижает рекреационную ёмкость. В результате интенсивного рекреационного природопользования зачастую возникают внутриотраслевые противоречия между видами отдыха.

#### 6.1. Основные межотраслевые противоречия при рекреационном использовании водохранилищ

При создании водохранилищ формируются водохозяйственные комплексы. Чем сложнее структура ВКХ, чем больше в его составе водопользователей и водопотребителей, тем больше противоречий возникает между его участниками и рекреационным использованием водохранилища.

В качестве водохозяйственного комплекса следует рассматривать гидроузел и водохранилище со всеми, в том числе и сопутствующими,

инженерными сооружениями (шлюзы, каналы, рыбоходы и рыбоподъёмники, водозаборы и др.), созданными для оптимального использования водных ресурсов основными водопользователями и водопотребителями (Авакян и др., 1990).

Рекреация, в силу своей многоаспектности, является и водопотребителем (водоснабжение учреждений отдыха) и водопользователем (при осуществлении рекреационных занятий на водоёме).

Не все водопользователи и водопотребители являются равноценными компонентами ВКХ. Поэтому выделяют (Авакян, Шарапов, 1977) участников ВКХ, под которыми понимаются отрасли хозяйства, использующие водные ресурсы и получающие от регулирования стока реальный, в пределах расчётного срока окупаемости гидроузла, экономический эффект. Таким образом, участники ВКХ – это отрасли хозяйства, ради которых и создавалось водохранилище. Отрасли хозяйства, использующие водохранилище после его создания, но не учитываемые при его проектировании, не являются участниками ВКХ. Понятие “компонент ВКХ” объединяет как участников ВКХ, так и отрасли хозяйства, использующие водохранилище (табл. 6.1.1).

Таблица 6.1.1. Структура ВКХ водохранилищ Волжского каскада (Авакян и др., 1990)

Водоохранилище	Отрасли хозяйства или вид использования								
	Гидро-энергетика	Тепло-энергетика	Водоснабжение	Водный транспорт	Лесосплав	Ирригация	Рыбное хозяйство	Борьба с наводнениями	Рекреация
Иваньковское	+	++	++	++	+	-	+	+	++
Угличское	++	++	+	++	+	-	+	+	++
Рыбинское	++	-	+	++	+	-	+	+	++
Горьковское	++	+	+	++	+	-	+	-	++
Чебоксарское	++	-	+	++	+	-	+	-	+
Куйбышевское	++	+	+	++	+	+	+	+	++
Саратовское	++	-	+	++	+	++	+	-	++
Волгоградское	++	-	+	++	+	++	+	-	++

Примечание: ++ - участники ВКХ;

+ - отрасли, использующие водохранилище;

-- отрасли, не использующие водохранилище.

В условиях всёвозрастающего количественного и качественного дефицита водных ресурсов, характерного для многих районов страны, особенно для урбанизированных регионов с высоким уровнем развития промышленного и сельскохозяйственного производства, полное

удовлетворение всех требований участников ВКХ к режиму регулирования стока становится весьма трудно решаемой задачей. Вот почему приоритет отдаётся тем участникам ВКХ, ради которых и создавалось водохранилище.

Известно, что в 50-60-е гг. прошлого столетия рекреация ещё не рассматривалась в качестве компонента ВКХ. Однако в связи с быстрым ростом городского населения рекреационное использование водохранилищ резко возросло, и к 90-м гг. в бывшем Советском Союзе около 80 млн человек (т.е. каждый четвертый) использовали водохранилища для кратковременного отдыха.

До середины 70-х гг. на крупных и средних водохранилищах комплексного назначения рекреационное использование не проектировалось и происходило в основном стихийно. Позже рекреационное использование водохранилищ стало учитываться в проектах гидроузлов комплексного назначения; были выработаны принципиальные методические положения, предусматривающие повышение эффективности рекреационного использования, определения допустимых рекреационных нагрузок, оценку их пригодности и т.д. (Авакян, Яковлева, 1976; Авакян, Бойченко, Салтанкин, 1986; Ланцова, Яковлева, 1985, 1989, 1991, 1992, 1993, 1995 и др.).

Наряду с другими отраслями водного хозяйства рекреация предъявляет требования к уровенному режиму, качеству воды, экологическому и санитарному состоянию береговых и аквальных комплексов. В то же время рекреационное использование становится весьма значимым фактором, влияющим на состояние экосистемы водохранилища. Возрастание социально-экономической значимости рекреации вызывает необходимость учёта её требований к условиям и параметрам функционирования ВКХ.

Масштабы рекреационного использования водохранилищ стали настолько значительны, что при их комплексном использовании рекреация стала считаться полноправным участником ВКХ.

В районах с высокой плотностью населения и развитым промышленным и сельскохозяйственным освоением потребность в рекреационном использовании водохранилищ стоит очень остро. Однако именно для этих районов характерны наибольшие противоречия между рекреацией и другими участниками ВКХ.

Обширные территории, которые можно было бы использовать для целей рекреации, часто заняты сельскохозяйственными угодьями, промышленными, селитебными или транспортными площадями. Это значительно сокращает возможности рекреационного использования.

В большой степени снижают рекреационную ценность водохранилищ точечные и рассредоточенные источники загрязнения природных сред.

Таким образом, ведущими факторами, ограничивающими развитие рекреации на водоёмах, являются:

- 1) основное назначение водохранилища;
- 2) состав участников ВХК;
- 3) уровенный режим водохранилища и его параметры;
- 4) характер и интенсивность хозяйственного освоения территории;
- 5) наличие источников загрязнения и состав приоритетных ЗВ.

Для развития рекреации на берегах водохранилищ важное значение имеет назначение водохранилища, которое определяет особенности его функционирования, основные характеристики и параметры, т.к. от этого зависит сама возможность его рекреационного использования. Так, длительное время на водохранилищах питьевого назначения существовал запрет на развитие каких-либо видов рекреации. Хотя при правильном формировании структуры видов отдыха, соблюдении допустимых нагрузок (по видам отдыха) и элементарном обустройстве рекреационных участков негативное воздействие рекреационного использования может быть минимальным.

Состав участников ВХК определяет, насколько интенсивно данный объект используется теми или иными отраслями хозяйства и может ли при сложившейся структуре водопользования и водопотребления рекреационное использование "вписаться" в эту структуру (табл. 6.1.2).

Так, в интересах энергетики и ирригации осуществляется сезонное регулирование уровней, а в интересах гидроэнергетики - даже суточное и недельное регулирование, что весьма неблагоприятно для летних видов отдыха.

Для судоходных водохранилищ максимальная сработка проводится только в осенне-зимний период, что для рекреационного использования благоприятно. Однако водный транспорт создаёт повышенную опасность для использования маломерных моторных судов, водных лыж и т.д. В то же время водный транспорт оказывает существенное влияние на качество воды, процессы размыва берегов и др., что ухудшает условия для рекреации.

Неблагоприятным для массового купания является снижение температуры в нижних бьефах гидроузлов при сбросах более холодных вод из глубинных слоев вышележащих водохранилищ. Так, в условиях средней полосы России снижение температуры на 2-3<sup>0</sup> С существенно сказывается на комфортности купания. В условиях Сибири и Дальнего Востока в результате сброса более холодных вод в нижний бьеф температура воды зачастую становится ниже 17<sup>0</sup> С, что делает развитие массового купания невозможным (Авакян и др., 1990).

В районах тепловых электростанций отмечается обратная картина - "тепловое загрязнение" в результате сброса большого количества воды с

Таблица 6.1.2. Оценка межотраслевых противоречий некоторых видов отдыха с участниками ВХХ

Виды отдыха	Отрасли хозяйства или вид использования							
	Гидро-энергетика	Тепло-энергетика	Водоснабжение	Водный транспорт	Лесослав	Ирригация	Рыбное хозяйство	Борьба с наводнениями
Организованный отдых	0/0	0/0	0/0	0/0	1/0	1/1	0/0	0/0
Стационарный неорганизованный отдых	1/0	1/0	1/2	2/0	2/0	1/0	0/1	0/0
Пеший туризм	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Рыболовство со льда	2/0	2/0	0/2	0/0	2/0	0/0	0/3	0/0
Рыболовство с берега	1/0	1/0	1/1	1/0	2/0	2/0	0/2	2/0
Рыболовство с лодки	1/0	1/0	1/1	3/3	3/0	3/0	0/2	2/0
Отдых с использованием маломерного флота	1/0	1/0	0/3	3/3	3/0	3/0	0/3	2/0
Отдых на байдарках	1/0	1/0	0/0	3/0	3/0	3/0	0/0	2/0
Отдых на яхтах	1/0	1/0	1/1	3/0	3/0	3/0	0/1	2/0
Отдых с использованием весельных лодок	0/0	0/0	0/0	3/3	3/0	2/0	0/0	1/0
Купание	1/0	1/0	0/3	3/1	3/0	3/0	0/2	2/0
Водные лыжи	1/0	1/0	0/3	3/3	3/0	3/0	0/3	2/0
Подводное плавание	1/0	1/0	0/0	3/1	3/0	3/0	0/1	3/0
Охота на водоплавающую дичь	0/0	0/0	0/0	2/1	1/0	2/0	0/0	1/0
Сбор грибов и ягод	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Отдых с использованием автотранспорта	0/0	0/0	0/3	0/0	0/0	0/0	0/3	0/0

Примечание: числитель – противоречие данного вида отдыха с участниками ВХХ; знаменатель – противоречие участников ВХХ с данным видом рекреации; 0 – противоречия отсутствуют; 1 – противоречия незначительные; 2 – противоречия существенные; 3 – очень сильные противоречия.

температурой 20-40<sup>0</sup> С (после прохождения их через агрегаты ГРЭС). При этом в зимний период на водохранилищах в зоне влияния тёплых вод образуются промоины и полыньи, что значительно ухудшает условия для массового зимнего лова рыбы.

Возникают серьёзные противоречия между лесосплавом и некоторыми видами рекреации. При транспортировке леса плотами или молевым сплавом отмечаются значительные потери древесины, что ухудшает качество воды, создаёт опасность для маломерных судов, а накопление древесных остатков в мелководной зоне значительно ухудшает зону купания, снижается эстетическая ценность прибрежных комплексов.

Ирригационное использование водохранилищ приводит к значительной сработке полезного объёма водохранилищ в вегетационный период. Ирригационные водохранилища характеризуются большими колебаниями уровня в летний период и не могут использоваться для многих видов рекреации.

Водохозяйственное назначение водохранилищ вступает в противоречие с любительским ловом рыбы, т.к. иногда масштабы любительского вылова могут быть сравнимы (или даже превышать) с промысловым выловом. Также серьёзный ущерб нерестилищам могут наносить маломерные моторные суда.

Создание водохранилищ для водообеспечения урбанизированных территорий вызывает интенсивное использование их для отдыха местного населения и населения прилегающих территорий (примером могут служить Иваньковское водохранилище, водохранилища канала имени Москвы и Москворецкой системы). Это приводит к возникновению противоречий между рекреационным использованием и необходимостью сохранения удовлетворительного качества воды.

Для рекреационного использования водохранилищ оптимально их ежегодное наполнение до уровня НПУ и стабильный режим уровней в течение всего летнего периода. При многолетнем регулировании стока, осуществляемом в интересах различных отраслей хозяйства, ежегодное наполнение водохранилищ до проектной отметки не всегда выполнимо. В результате этого в отдельные годы в береговой зоне мелководные участки превращаются в довольно обширные участки обсохшего дна, что значительно снижает эстетическую привлекательность ландшафта. На равнинных водохранилищах на участках с пологим рельефом рекреационные зоны и учреждения отдыха удаляются от уреза воды на сотни метров. Зачастую значительная сработка уровня водохранилищ в рекреационный сезон значительно снижает, а иногда и просто сводит на нет рекреационную ценность объекта.



При сезонном регулировании стока сработка до УМО заметно уменьшает параметры водохранилища (объем, площадь, длину, ширину и глубину). Однако полная сработка уровня (до УМО) проводится в основном в осенне-зимний период. В летний период на большинстве водохранилищ сработка уровней производится в пределах 0.5-2.0 м (Авакян и др., 1990), что не сказывается столь существенно на рекреационном использовании.

Наиболее неблагоприятное влияние уровенного режима отмечается на участках рек, расположенных в нижних бьефах плотин, при суточном и недельном регулировании стока, когда колебания уровня за короткое время могут достигать 1.5-3.0 м. Следует отметить, что ниже гидроузлов суточные колебания уровней прослеживаются на значительном расстоянии – десятки километров от створа гидроузла. Рекреационное использование водохранилища суточного и недельного регулирования из-за резко переменного режима течений с изменяющимися скоростями (от 0.2-0.3 до 1.5 м/сек.) и возникновения обратных течений и водоворотных зон весьма проблематично, что существенно снижает их ценность для такого вида отдыха, как купание. На незарегулированных участках рек суточные и недельные изменения уровней не важны для летних видов отдыха, т.к. проявляются только в периоды половодья и паводков.

Характер и интенсивность хозяйственного освоения территории определяет наличие и размеры территорий, не затронутых хозяйственной деятельностью, которые могут быть использованы для рекреации. Эти же факторы являются определяющими в формировании экологического состояния береговых и аквальных комплексов водохранилищ.

Учитывая, что назначение рекреации – это укрепление здоровья, улучшение физического и психо-физиологического состояния, восстановление работоспособности, т. е. общее оздоровление организма, для развития ее определяющим условием является удовлетворительное состояние компонентов природы (поверхностные и грунтовые воды, почвы, растительность, атмосферный воздух) и экосистемы в целом. Экологическое состояние и загрязнение (нарушение) компонентов природы зависит от характера и интенсивности антропогенной нагрузки, а также от устойчивости природных экосистем к этим нагрузкам и их способности к самоочищению и самовосстановлению.

Многие виды рекреационного использования предъявляют высокие требования к качеству воды (купание, виндсерфинг, водные лыжи и т.д.).

Качество поверхностных и грунтовых вод зависит от таких природных факторов, как исходное (первоначальное) качество природных вод, геолого-геоморфологические особенности территории, механический состав почв и их физические характеристики (плотность, влажность, пористость, коэффициент фильтрации и т.д.) и адсорбционные свойства,

характер растительной ассоциации и степень задернованности поверхности, количество и характер выпадения атмосферных осадков, их химический состав и др. Эти же природные факторы существенно влияют и на структуру хозяйственного освоения территории, от которой зависит интенсивность, количество и состав приоритетных ЗВ.

Антропогенные источники загрязнения делятся на два типа:

- точечные (фиксированные) сбросы сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий, хозяйственно-бытовые стоки и др.;
- рассредоточенные (диффузные, площадные) – поверхностный сток с сельскохозяйственных, промышленных, селитебных, транспортных, рекреационных и других территорий, а также дымовые и газовые выбросы предприятий и транспорта.

Все источники загрязнения существенно отличаются масштабами, путями и характером поступления загрязняющих веществ в водные объекты, а также их специфическим набором.

Точечные источники обычно характеризуются постоянными объемами стоков, не зависящих от погодных условий и сезонов года, воздействие их носит постоянный и довольно локальный характер.

Для точечных источников ведущими характеристиками являются: объёмы сброса сточных вод;

- состав и концентрации основных ЗВ, содержащихся в сточных водах;
- характеристики водоёма-приёмника сточных вод;
- морфометрические характеристики водоема; его уровенный режим; скорости и характер течений; расходы воды и интенсивность водообмена;
- объем водной массы, принимающей участие в разбавлении стоков;
- гидрохимический режим водного объекта;
- состояние, распределение и состав гидробионтов;
- наличие, распространённость и мощность донных отложений и их состав.

Диффузные источники (или неконтролируемые) имеют обычно обширный ареал распространения ЗВ. Объёмы и интенсивность поступления загрязнений от этой группы в значительной степени зависят от природных особенностей и погодных условий территории.

Для диффузных источников основными характеристиками являются:

- вид хозяйственного использования;
- концентрации и состав основных ЗВ;
- площадь источника загрязнения и ареал его распространения;
- природные характеристики: геоморфологические и гидрогеологические (угол наклона поверхности, элементы рельефа и его расчленённость, наличие речной сети и её развитие и т.д.,

глубина залегания грунтовых вод, их распространение и защищённость, механический состав и мощность зоны аэрации и др.); климатические (температурный и ветровой режимы, характер, интенсивность и частота выпадения осадков, модули стока, распределение по сезонам и т.д.); почвенно-растительные (механический и химический состав почво-грунтов и их водно-физические свойства, степень антропогенной нарушенности почв и мозаичность их распространения, характер и состав растительной ассоциации, степень задернованности, продуктивность и др.);

- удалённость от водного объекта и его морфологические, гидрологические, гидрохимические и гидробиологические характеристики;
- наличие между диффузным источником и водным объектом ненарушенных природных комплексов, их характер, состояние и распространённость.

Оценить объёмы поступления ЗВ от диффузных источников загрязнения довольно сложно, т.к. здесь приходится оперировать в основном расчётными данными, которые не дают полной картины экологического ущерба.

Каждый вид хозяйственного использования может являться как точечным, так и площадным источником загрязнения. Например, при промышленном использовании территории сброс сточных вод рассматривается как точечный источник, а дымовые (газовые) выбросы в атмосферу и поверхностный сток с территории предприятия - как рассредоточенные источники загрязнения. То же самое и при рассмотрении селитебных территорий и территорий сельскохозяйственного производства.

При решении проблемы рекреационного использования водохранилищ следует рассмотреть существующие противоречия между приоритетными отраслями хозяйства, развитыми на водосборе, и рекреацией. В некоторых промышленно развитых районах рекреационное освоение бывает нежелательным из-за сильной загрязнённости воздуха или неудовлетворительного качества вод (для водных видов отдыха) либо из-за отсутствия свободных участков, пригодных для рекреации.

Рассмотрение противоречий между рекреационным использованием, участниками ВХК и хозяйственным использованием водосбора (особенно его водоохранной зоны) и выработку рекомендаций по их смягчению следует проводить индивидуально для каждого водохранилища с учётом его специфики, сложившейся структуры ВХК, антропогенного воздействия и природно-климатических особенностей региона.

Таблица 6.1.3. Оценка факторов, ограничивающих рекреационное водопользование по видам рекреации

Факторы	Отдых		Рыболовство с лодки	Купание	Виндсерфинг	Охота		Рыболовство		Неорганизованный отдых		Сумма баллов
	с исп. судов с ПЛМ	на парусных и весельных судах				подводная	на водоплавающую дичь	со льда	с берега	стационарный	кратковременный	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заболоченные берега	1	2	0	3	3	2	0	0	2	3	3	19
Абразионные берега	2	2	0	2	2	1	2	2	3	2	2	20
Резкие колебания уровня воды	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	20
Зайленное и засорённое дно	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	21
Зарастание мелководий макрофитами	2	2	1	3	3	2	0	0	2	2	2	19
Высокая мутность воды	0	0	2	2	2	3	0	2	2	2	2	17

Окончание табл. 6.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Интенсивное цветение воды	1	2	3	3	3	3	0	0	3	3	3	24
Несоответствие качества воды гигиеническим нормативам	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	29
Наличие выпусков сточных вод	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	29
Территории населённых пунктов	2	0	1	1	1	3	3	0	2	3	3	19
Территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	28
Сельскохозяйственные угодья	0	0	0	1	0	0	3	0	1	2	2	9
Сумма баллов	15	15	14	26	24	25	14	12	24	28	28	

Примечание. Шкала баллов: 0 – ограничения водопользования нет; 1 – частичное ограничение водопользования; 2 – существенное ограничение водопользования; 3 – полное ограничение водопользования.

## 6.2. Основные внутриотраслевые противоречия при рекреационном использовании водохранилищ

Помимо существующих межотраслевых противоречий, некоторые виды рекреации вступают во внутренние противоречия между собой. Примеров внутриотраслевых противоречий при рекреационном природопользовании довольно много.

Как уже указывалось выше, все виды рекреации предъявляют различные требования к параметрам и качеству среды. Эта избирательность зачастую также приводит к возникновению противоречий.

Противоречия между видами рекреации могут возникать при неправильном планировании функциональных зон в учреждениях отдыха. Так, если «жилая зона» или «зона тишины» расположены рядом со спортивными площадками или сооружениями для досуга без соответствующей буферной зоны, то это создаёт серьёзный дискомфорт для отдыхающих. Негативные результаты получаются при близком расположении зон отдыха детей и взрослого контингента.

При несоблюдении необходимых требований к параметрам и качеству среды каждый вид отдыха может вызвать последствия, которые сделают невозможным его развитие. Например, при значительной скученности купающихся на ограниченном участке мелководья и поступлении загрязнений, смываемых с тела каждого купающегося и в результате взмучивания донных отложений, в часы пиковых нагрузок качество воды может настолько ухудшиться, что возникает опасность для самих купающихся. Такие ситуации особенно характерны для водных объектов, расположенных в южных районах, и отмечались нами на Волгоградском и Куртлинском водохранилищах.

Серьёзные противоречия возникают между такими видами отдыха, как купание, с одной стороны, и воднолыжный спорт или катание на скутерах - с другой.

Как видно из табл. 6.2., в структуре рекреационного водопользования наиболее «конфликтными» являются: отдых с использованием маломерных моторных судов, воднолыжный спорт и катание на скутерах. Для других видов отдыха они представляют повышенную опасность с точки зрения травматизма отдыхающих.

Таблица 6.2. Основные противоречия между некоторыми видами отдыха

№	Виды отдыха	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	С использованием м/м судов	X	3	3	3	3	3	0	2	0	3	2	2
2	Виндсерфинг	3	X	1	3	3	1	0	1	0	1	0	0
3	На парусных и весельных судах	3	1	X	3	3	1	0	0	0	1	0	0
4	Воднолыжный спорт	3	3	3	X	3	3	1	3	0	3	2	2
5	Катание на скуттерах	3	3	2	3	X	3	1	3	0	3	2	1
6	Купание	3	1	1	3	3	X	1	1	0	1	0	0
7	Рыболовство с берега	0	0	0	0	0	1	X	0	0	0	0	0
8	Рыболовство с лодки	3	1	1	3	3	2	0	X	0	1	0	0
9	Рыболовство со льда	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
10	Подводная охота	3	0	0	3	3	2	0	1	0	X	0	0
11	Неорганизованный стационарный	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	X	2
12	Неорганизованный кратковременный	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	X

Примечание: 1 – 12 – виды отдыха;

0 – противоречия отсутствуют; 1 – противоречия незначительные;

2 – противоречия существенны; 3 – очень сильные противоречия.

### 6.3. Мероприятия по снижению негативных последствий рекреационного использования водохранилищ

Рекреационное природопользование является сложной многоаспектной проблемой. В связи с возрастающим спросом населения на отдых на берегах водных объектов и возникшим дефицитом (количественным и качественным) естественных водных ресурсов, а также с увеличением числа водохранилищ их роль в организации отдыха населения постоянно возрастает.

Развитие рекреации на водохранилищах требует особого внимания в силу специфики самих водохранилищ как сложных природно-хозяйственных объектов, обладающих целым рядом свойств, осложняющих их рекреационное использование (режим уровней, переработка берегов, развитие процессов подтопления и др.).

В работе (Григорьева и др., 2000) подробно рассмотрены мероприятия по снижению негативных последствий антропогенного воздействия.

Учитывая, что рекреационное природопользование является одним из видов антропогенного воздействия, для снижения негативных последствий следует также предложить комплекс мероприятий, включающих (Черняев, 1987) 1) административно - правовые, 2) административно-организационные, 3) технологические, 4) биотехнические, 5) гидротехнические, 6) инженерно - геоморфологические.

### *1. Административно – правовые мероприятия*

В этой группе следует выделить следующие основные мероприятия:

- Для рекреационного природопользования необходимо наличие удовлетворительной экологической и санитарно-гигиенической ситуации в осваиваемом регионе.

В связи с этим разрабатываются нормативные документы по оценке экологического ущерба по компонентам природы с учётом существующей ситуации на местах. Оценка экологического ущерба может проводиться по следующим компонентам: почвы, растительный покров, атмосфера, грунтовые и поверхностные воды. Эта оценка предполагает разработку комплекса практических рекомендаций по его снижению и улучшению экологического состояния рекреационных территорий.

- Водоохранные зоны призваны задерживать и трансформировать загрязнения, поступающие с водосборной территории, защищая сам водоём от вредного антропогенного воздействия.

Учитывая, что рекреационное природопользование полностью располагается в пределах водоохранных зон, необходимо разработать и принять постановления и законодательные акты о ширине и статусе водоохранных зон.

Ширина водоохранной зоны зависит от ландшафтно-структурных особенностей территории, характера и интенсивности антропогенной нагрузки и степени дигрессии береговых комплексов водного объекта. Ширина водоохранной зоны должна определяться и корректироваться с учётом местных особенностей.



- Выработка и принятие положения о создании и функционировании сети наблюдений за источниками загрязнения и качеством природной среды (организация экологического мониторинга).

Систематические наблюдения за состоянием компонентов природы позволяют проследить тенденции в изменении экологической ситуации и прогнозировать её дальнейшее развитие.

## *2. Административно-организационные мероприятия*

Административно-организационные мероприятия являются очень важными, т.к. от направленности использования природных ресурсов зависит состояние водосбора и формирующихся на нём водных ресурсов. Улучшение их состояния невозможно без водоохранной организации территории всего водосбора.

К основным организационным мероприятиям относятся:

1. Создание прибрежных водоохраных зон (ВЗ), предусматривающих сочетание рационального использования земель и комплекса водоохраных мероприятий с системой контроля.

Определение границ ВЗ базируется на оценке природной устойчивости ландшафтов, их резистентной способности, адсорбционной ёмкости входящих в экосистему компонентов, а также от разнообразия и мозаичности расположения природных комплексов. Границы водоохраных зон не постоянны: они зависят от изменений экологической и хозяйственной ситуации на водосборе.

2. Оптимальное размещение антропогенных и природных комплексов по территории водосбора.

Известно, что чем выше разнообразие элементов экосистемы, тем выше её устойчивость к антропогенному воздействию. Мозаичное размещение антропогенных и природных комплексов позволяет повысить устойчивость водосбора. Расчёт оптимального соотношения площадей антропогенно нарушенных и природных территорий и соблюдение этих соотношений является весьма эффективным природоохранным мероприятием, позволяющим снизить негативные последствия антропогенного пресса.

3. К административно-организационным мероприятиям следует отнести и выделение и оборудование зон отдыха и рекреационных участков.

Береговые зоны и акватории водных объектов региона традиционно используются для отдыха населения. В конце 80-х гг. прошлого столетия из-за интенсивного развития дачных и садово-огородных товариществ отмечалось некоторое снижение рекреационной активности населения. Однако, в последние годы в связи с возникшей труднодоступностью (экономической и политической) традиционных мест отдыха

(Чёрноморское побережье, Прибалтика и др.) роль водных объектов региона в организации отдыха населения опять стала возрастать.

Организация рекреационной структуры требует некоторых экономических затрат. Однако, как показывает опыт, окупаемость их может быть весьма высокой и довольно быстрой (1-2 сезона). Кроме того, организация рекреационного природопользования снижает его негативное воздействие на природные комплексы практически до безопасного уровня.

К первоочередным мероприятиям следует отнести отведение мест для неорганизованного (стихийного) отдыха и проведение на этих участках частичного обустройства:

- организация сбора и вывоза мусора (установка мусоросборников),
- организация и обустройство туалетных зон,
- организация определённых мест для кострищ,
- организация подвоза и продажи необходимых продуктов,
- организация проката необходимого оборудования.

Социологический опрос населения (анкетирование), проведённый нами на нескольких водных объектах, показал, что 90 % неорганизованных отдыхающих согласны вносить умеренную плату за рекреационное использование природных ресурсов.

4. Создание особо охраняемых территорий, заповедников и заказников. Организация контроля за соблюдением их режима и статуса. Проведение этих мероприятий необходимо с целью сохранения уникальных природных комплексов, редких животных и растений, а также для восстановления популяций редких и исчезающих видов.

5. Организация мероприятий по снижению экологического ущерба крупным нерестилищам и местам гнездовий водоплавающих птиц (ограничение использования катеров и моторных лодок в период нереста на участках нерестилищ, запрещение на участках гнездования птиц и нереста рыбы удаления сплавин и проведения дноуглубительных работ и т.д.).

6. Организация и оборудование мест для стоянок, мытья и заправки транспортных средств, исключая (!) попадание нефтепродуктов и других ЗВ в поверхностные и грунтовые воды.

### *3. Технологические мероприятия*

Технологические мероприятия приносят хороший результат по снижению негативного антропогенного воздействия, но и требуют материальных затрат. Нередко тщательно продуманные и высокоэффективные технологические мероприятия не проводятся в силу экономических причин, хотя природоохранный эффект от этих мероприятий весьма значителен.

Для рекреационного природопользования важное значение имеют технологические мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду транспортных средств. К которым относятся:

- разработка и производство менее токсичных горюче-смазочных материалов (ГСМ);
- разработка и производство более экономичных моторов для автомобилей, моторных лодок и катеров;
- разработка и производство датчиков для определения экологического ущерба от использования транспортных средств.

#### *4. Биоинженерные и биотехнические мероприятия*

Эта группа включает большое количество мероприятий, позволяющих значительно улучшить условия и качество стока. К ним относятся:

##### **1. Лесотехнические.**

Создание системы водоохраных и противоэрозионных лесных полос и восстановление леса является эффективным средством защиты от загрязнения вод. Защитные лесонасаждения, выполняющие водоохранную роль, размещают не только по берегам рек, но и по всей площади водосбора, где они улучшают микроклиматические условия и содействуют перехвату и переводу в толщу грунта поверхностных стоков, предохраняя тем самым почву от размыва и смыва, а водные объекты - от заиления и загрязнения. Защитные лесонасаждения в значительной степени повышают рекреационную ценность территорий.

Лесомелиоративные мероприятия на склонах и берегах долин рек должны проводиться при следующих условиях:

- достаточная протяженность склонов;
- допустимая крутизна склонов;
- высокая противоэрозионная устойчивость выбранных насаждений;
- достаточно полное мелиоративное использование площадей насаждений;
- допустимая стоковая погруженность рабочих участков насаждений;
- допустимая скорость водотоков, поступающих в насаждения;
- улучшение зарегулированности полевого стока насаждениями;
- хорошее сочетание с другими мероприятиями противоэрозионного комплекса.

При наличии "буферной" зоны (лесной или луговой) шириной 50-100 м задерживается до 70 % загрязнений. Ёмкость поглощения для азота составляет для песчаных почв природных комплексов (лес, луг) от 20 до 28 мг/кг почвы, для удобренных сельскохозяйственных почв - от 14 до 15 мг/кг.

Ширина и характер размещения лесозащитных, луговых и болотных участков зависит от природных особенностей территории и нагрузки

загрязнения. Расчёт их параметров проводится с учётом конкретных характеристик по каждому водному объекту. Внедрение в растительные ассоциации видов растений, имеющих избирательную поглотительную способность к определённым ЗВ, позволяет более рентабельно использовать лесомелиоративные насаждения для улучшения качества стока.

2. Учитывая, что для многих видов отдыха качество воды водного объекта является важнейшим фактором, огромное значение для развития рекреации имеют мероприятия по созданию биоинженерных сооружений. При этом в них в качестве поглощающего и задерживающего комплекса используются высшие водные растения (биоплато), в результате чего они являются доступным методом снижения поступления ЗВ в водные объекты либо их нейтрализации в самом водоёме, если они туда уже поступили.

Высшая водная растительность является хорошим природным фильтром, способным перехватывать стоки различных минеральных и органических веществ, в т.ч. и пестициды, фенолы, нефтепродукты. В условиях высокой антропогенной нагрузки на водные объекты роль биологических процессов самоочищения очень велика. Решающее значение имеет не столько суммарная площадь зарастания водных объектов, а их расположение, соотношение с пляжами и общей площадью литорали, состав ассоциаций макрофитов и состав и количество поступающих загрязнений. Некоторые авторы указывают цифру 5-10 % зарастания к общей площади водоёма как наиболее благоприятную для самоочищения. Свыше 10 % зарастания может вызвать ухудшение качества воды.

Определение возможности применения тех или иных видов или совокупности отдельных видов гидробионтов для создания естественного биологического барьера на пути ЗВ и расчёт площадных характеристик биоплато позволяют значительно улучшить качество воды водных объектов.

Растения для биоинженерных сооружений должны обладать высокой самоочищающей способностью, хорошо расти на данном отрезке литорали и относительно легко удаляться с акватории водного объекта.

Параметры биоинженерных сооружений и их видовой состав подбираются в каждом конкретном случае в зависимости от количества и состава поступающих ЗВ.

### *5. Гидротехнические мероприятия*

Комплекс гидротехнических мероприятий на водосборе направлен на водорегулирование и помогает улучшить условия стока, снизить эрозионную опасность, а следовательно, и условия смыва ЗВ и их

поступления в водные объекты. Гидротехнические мероприятия требуют материальных затрат, поэтому возможность их проведения зависит от экономических возможностей местного бюджета.

Гидротехнические мероприятия помогают:

- аккумулировать сток на склонах в специальных ёмкостях и переводить его в почвенно-грунтовый сток за счёт увеличения времени впитывания, удлинения пути стекания и снижения скорости потока, а также дробления потока различными препятствиями;
- аккумулировать сток в прудах, логах, оврагах, небольших водохранилищах.

При проведении гидротехнических мероприятий необходимо определить параметры сооружений в зависимости от гидрологических характеристик стока и особенностей территории; выявить влияние гидротехнических мероприятий на величину и режим речного стока.

Особое место в гидротехнических мероприятиях занимают противопаводковые меры, позволяющие регулировать интенсивность многоводных паводков и снизить их негативное воздействие на состояние экосистемы водного объекта. К ним относятся:

- компенсационные (хозяйственные) мероприятия, повышающие паводкорегулирующую способность водосборов и позволяющие аккумулировать на водосборе дополнительный объём поверхностного стока;
- восстановительные мероприятия, заключающиеся в регулировании поверхностного стока на водосборе при помощи гидротехнических сооружений (пруды, лиманы, водозадерживающие валы и т.д.).

## 6. Инженерно-геоморфологические мероприятия

Инженерно-геоморфологические мероприятия направлены на изменение некоторых параметров элементов рельефа для улучшения условий стока на водосборе, предотвращения переформирования берегов, уменьшения поступления ЗВ с береговой зоны и создания условий для проведения других природоохранных мероприятий. Инженерно-геоморфологические мероприятия могут значительно повысить рекреационную ёмкость береговых и аквальных комплексов и улучшить условия для некоторых видов отдыха. К ним можно отнести:

1. Берегоукрепительные работы. Особенно в местах интенсивной переработки берегов на водохранилищах, в районах развития оползневых процессов, на участках с интенсивно развитыми процессами эрозии.
2. Выполаживание склонов (до допустимых значений угла наклона поверхности) на участках, где необходимо проведение лесомелиоративных мероприятий, что резко снижает плоскостной

- смыв, развитие процессов эрозии и уменьшает поступление загрязнений в водные объекты.
3. Создание противоэрозионных валов на участках повышенной эрозионной опасности.
  4. Проведение мероприятий по спрямлению русел малых рек (для улучшения процессов стока), улучшению берегов меандр и стариц. Эти мероприятия тесно связаны с гидротехническими мероприятиями и зачастую проводятся совместно.
  5. Улучшение береговых зон и мелководных участков водных объектов для создания мест отдыха с целью перераспределения потоков отдыхающих с "перегруженных" мест отдыха на альтернативные участки.
  6. Проведение дноуглубительных работ в случае необходимости таких мероприятий для улучшения состояния самого водного объекта. При этом следует исключить возможность вторичного загрязнения на мелиорируемом участке русла.
  7. Особенно важно для рекреации мелиорирование (улучшение) береговой зоны водных объектов (выполаживание склонов или их укрепление, улучшение зоны пляжей и мелководий, расчистка берегов и др.) с целью создания альтернативных участков для перемещения потока отдыхающих из мест, испытывающих высокие антропогенные нагрузки и подверженных процессам антропогенной дигрессии.

Инженерно-геоморфологические мероприятия требуют материальных затрат. Они довольно трудоёмки при исполнении; однако при правильном выборе объёма и характера мероприятий они дают очень высокий природоохранный эффект. Выбор участков водосбора, нуждающихся в проведении мероприятий по улучшению характеристик рельефа, производится с учётом местных природных особенностей и экономических возможностей. Зачастую они очень локальны, но в сочетании с другими инженерно-геоморфологические мероприятия значительно повышают устойчивость экосистем водосборов к антропогенному, в частности рекреационному, воздействию.

В отдельную группу следует выделить мероприятия по предотвращению бактериологической и эпидемиологической опасности использования водных объектов, что является особенно важным для рекреационного водопользования. Сюда входит комплекс организационных, инженерно-технических, ветеринарных и медико-санитарных мероприятий.

Комплекс административно - правовых и административно - организационных мероприятий направлен на улучшение общей ситуации на водосборной территории. Для рекреационного природопользования,

которое может рассматриваться как точечный и диффузный источник загрязнения одновременно, предлагается ряд мероприятий по снижению последствий этого вида антропогенного воздействия.

Таблица 6.3. Рекомендуемые природоохранные мероприятия для точечных и диффузных рекреационных источников загрязнения

Источник загрязнения	Категория	Мероприятия	Ожидаемый результат
<b>Рекреационные территории</b>			
Учреждения отдыха (а)	Точечный	Организационные Технологические Биоинженерные	Снижение загрязнений в сточных водах, уменьшение объёмов сброса
Сток с территорий (б)	Диффузный	Организационные Геоморфологические Лесотехнические	Уменьшение стока и смыва ЗВ
Неорганизованный отдых (в)	Диффузный	Организационные (распределение потока отдыхающих и т.д.) Геоморфологические Лесотехнические	Уменьшение эрозионного смыва, снижение уровня ЗВ в поверхностном стоке
Пляжные зоны (г)	Диффузный	Геоморфологический (обустройство пляжной зоны, укрепление берега, насыпка пляжей и др.) Организационные (оборудование, соблюдение допустимых нагрузок на берег и акваторию и т.д.) Лесотехнические	Уменьшение уровня загрязнения в мелководной (пляжной зоне)
<b>Транспортные территории</b>			
Зоны влияния автомагистралей и ж/дорог	Диффузный (линейный)	Технологические Геоморфологические Лесотехнические Организационные	Улучшение качества стока; предотвращение загрязнения грунтового стока; сбор и вывоз загрязнённого снега, отвод стока

## Заключение

Повышение эффективности рекреационного использования водохранилищ достигается при проведении комплекса исследований, включающих следующие теоретические положения и практические разработки.

1. Для отдыха на водохранилищах используется сопряжённый комплекс двух различных типов экосистем — аквальной и территориальной. Решение проблемы рекреационного природопользования на водохранилищах возможно только при исследовании единой экосистемы “водосбор — водоём”. Сложность функционирования этой системы, тесная взаимосвязь между береговыми и аквальными комплексами и особенности их рекреационного использования требуют системного подхода. Наиболее удобен мерологический метод, позволяющий изучить реакцию каждого элемента системы на рекреационное воздействие. Интегрируя полученные данные, можно сделать вывод об изменении состояния отдельных береговых и аквальных комплексов при различных видах воздействия и о состоянии системы “водосбор — водоём” в целом.

2. Распределение основных компонентов природы подчинено общему закону географической зональности, что обуславливает характер природных акватерриториальных экосистем и их сочетаний как объектов рекреационного природопользования. АТЭ природных зон обладают различной устойчивостью к рекреационному воздействию. Структура видов отдыха в значительной степени формируется с учётом природных особенностей территории. Так, для южных водохранилищ (степная, полупустынная, пустынная зоны) характерно развитие видов отдыха с преимущественным использованием акватории; для зоны широколиственных и смешанных лесов присущ более полный набор видов отдыха (как с преимущественным использованием акватории, так и с преимущественным использованием территории); для зоны тайги и тундры более характерны виды с преимущественным использованием территории. Анализ структурных особенностей рекреационного использования по зонам и устойчивости АТЭ водохранилищ к рекреационному воздействию позволяет выделить районы перспективные для рекреационного освоения и развития как отдельных видов отдыха, так и их сочетаний, наметить необходимые мероприятия по снижению негативных последствий развития рекреации.

3. При размещении и планировании зон отдыха необходимо определить значимость компонентов природной среды для различных видов отдыха. Для этого проводится экспертная оценка (в баллах или в процентах) основных компонентов природы, что позволяет определить наиболее важные из них для тех или иных видов отдыха. Оценки,



проведённые на конкретных водохранилищах с учётом ресурсного потенциала их природных комплексов, позволяют оптимизировать структуру отдыха на исследуемых объектах.

Компоненты природы, являясь объектами рекреации, испытывают значительное воздействие со стороны рекреационного природопользования. Каждый вид отдыха отличается по характеру, интенсивности, масштабам и направленности воздействия на компоненты природы. Оценка видов отдыха по степени их воздействия на АТЭ водохранилищ позволяет выделить наиболее экологически чистые виды и определить возможности и масштабы их развития как на отдельных участках береговой зоны и акватории, так и по всей экосистеме “водоём – водосбор”.

4. Целесообразно подразделить виды отдыха на две группы: 1) виды с преимущественным использованием акватории (оказывают наибольшее воздействие на качество воды и состояние аквальных комплексов) и 2) виды с преимущественным использованием территории (оказывают наибольшее влияние на состояние береговых комплексов). Подобное выделение групп отдыха позволяет определить, на какое звено в системе “водоём – водосбор” придётся наибольшая нагрузка при развитии тех или иных видов отдыха.

5. Рекреационное водопользование оказывает воздействие на состояние всех компонентов ландшафта, наземных и водных экосистем, его интенсивность и масштабы в первую очередь зависят от

- природно-климатических характеристик территории;
- назначения, параметров и гидрологических особенностей водохранилища;
- степени хозяйственного освоения береговой зоны и акватории;
- масштабов и структуры рекреационного водопользования;
- степени рекреационной дигрессии акватерриториальных комплексов.

6. Наиболее сильное воздействие на природную среду при прочих равных условиях оказывает неорганизованный (самодеятельный) отдых в силу ряда причин (стихийности распределения рекреационных нагрузок по территории и по сезонам, отсутствие какого-либо обустройства на участках неорганизованного отдыха и т.д.). В то же время этот вид отдыха является весьма требовательным к качеству природной среды, что вызывает противоречие между всё более широким развитием данного вида отдыха, его требованиями к качеству среды и значительными негативными последствиями его развития. Разрешить это противоречие можно путём выбора оптимальной структуры отдыха и альтернативных рекреационных участков и перераспределения потока отдыхающих в соответствии с допустимым уровнем нагрузок.

7. При проведении функционального зонирования акватерриториальных комплексов водохранилищ нами выделяются пять основных функциональных зон, отличающихся характером использования,

распределением нагрузок, а также интенсивностью, объемами и видами поступающих загрязнений. Проведение функционального зонирования позволяет определить поступление загрязняющих веществ с каждой функциональной зоны, а также степень её воздействия на АТЭ водохранилища. При планировании зон отдыха разумное размещение и обустройство (частичное или полное) функциональных зон существенно снижает негативные последствия рекреационного природопользования.

8. Для береговых функциональных зон предлагается определять коэффициент рекреационного бонитета функциональной зоны, который характеризует состояние рекреационного участка (от  $K = 0-10\%$  - практически ненарушенное состояние - до  $K > 50\%$  - сильно угнетённое состояние).

9. Определение допустимых рекреационных нагрузок на береговые и аквальные комплексы водохранилищ и на экосистему водоёма в целом по отдельным видам отдыха является одним из важнейших вопросов в проблеме рационального использования водохранилищ в рекреационных целях. Определение допустимых рекреационных нагрузок следует проводить по отдельным видам отдыха для каждого комплекса береговой зоны и акватории. Допустимые рекреационные нагрузки должны ориентироваться на наиболее слабое звено в системе "водоём – водосбор" или на наиболее ранимый элемент системы. Устойчивость природных комплексов к рекреационному воздействию значительно изменяется даже в пределах одного водохранилища. Так, на Иваньковском водохранилище она изменяется от неустойчивых комплексов (допустимые нагрузки 5 чел./га) до устойчивых комплексов (допустимые нагрузки 80 чел./га).

10. Улучшение рекреационного природопользования возможно при проведении рекреационной бонитировки акваториальных комплексов водохранилищ для различных видов отдыха или их сочетаний.

Составление карто-схем рекреационной бонитировки водохранилищ по ряду количественных критериев позволяет дать рекомендации по наиболее рациональной структуре отдыха на конкретном водоёме и наметить характер, масштабы природоохранных мероприятий и их необходимость на конкретном отрезке береговой зоны или акватории.

11. Рассмотрение проблем рекреационного использования водохранилищ, расположенных в разных природно-климатических зонах и существенно различающихся параметрами, гидрологическими характеристиками, основным назначением, степенью и интенсивностью хозяйственного освоения, позволяет сделать вывод о зональных особенностях структуры отдыха и реакции различных АТЭ и их сочетаний на рекреационное воздействие.

12. При рекреационном освоении водохранилищ в ряде мест уже в настоящее время отмечаются признаки рекреационной дигрессии разных стадий, что связано с необоснованно высокими рекреационными

нагрузками на наиболее живописных участках. Смягчить противоречия между всё возрастающим рекреационным спросом и сохранением качества природной среды можно

- 1) путём повышения доли организованного отдыха и снижения – неорганизованного;
- 2) путём частичного или полного обустройства зон неорганизованного отдыха, что связано с определёнными затратами. По данным анкетного опроса, от 70 до 90 % неорганизованных отдыхающих высказались за взимание умеренной платы за отдых на природе при условии проведения необходимых мероприятий по обустройству зон отдыха;
- 3) путём определения допустимых рекреационных нагрузок по видам отдыха и оптимального их размещения по АТЭ водохранилища;
- 4) путём разработки оптимальной структуры отдыха для данного водоёма, а на крупных водохранилищах – и для отдельных их участков. Так, предложенная схема перспективного рекреационного освоения Иваньковского водохранилища с учётом допустимых нагрузок на различных участках и размещением видов отдыха позволяет увеличить его рекреационную ёмкость на 50 % к существующему уровню.

### Список литературы

- Авакян А.Б. Современные проблемы создания, комплексного использования и исследования водохранилищ // Водные ресурсы. 1982. № 6. С. 10-15.
- Авакян А.Б., Бойченко В.К., Салтанкин В.П. Некоторые вопросы рекреационного использования водохранилищ // Водные ресурсы. 1986. № 3. С. 77-84.
- Авакян А.Б., Бойченко В.К., Ланцова И.В., Салтанкин В.П., Яковлева В.Б. Рекреационное использование водохранилищ: проблемы и решения. М., 1990.
- Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водоохранилища гидроэлектростанций СССР. М., 1977.
- Авакян А.Б., Яковлева В.Б. Повышение эффективности рекреационного использования водохранилищ // Гидротехническое строительство. 1976. № 12. С. 9-12.
- Азар В.И. Экономика и организация туризма. М., 1972.
- Азарян Е.М., Жукова И.Л. Туризм как фактор развития национальной экономики Украины // Мат. междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития туризма в странах с переходной экономикой». Смоленск, 2000. С. 80-85.
- Алтунина Г.С. Экология водного хозяйства: Краткая энциклопедия. М., 1994.
- Багрова Л.А., Багров Н.В., Преображенский В.С. Рекреационные ресурсы: Подходы к анализу понятия // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1977. № 2. С. 5-12.
- Бойченко В.К. Гигиенические вопросы комплексного использования водохранилищ питьевого назначения: (на примере Иваньковского водохранилища): Автореф. дис. ...канд. мед. наук. М., 1977.

- Васильева И.И. Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряно-борском опытном лесничестве. М., 1973. С. 36-45;
- Веденин Ю.А. Динамика территориальных рекреационных систем. М., 1982.
- Веденин Ю.А., Преображенский В.С. Тенденции развития территориальной рекреационной системы СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1980. № 3. С. 5-19.
- Винокуров А.В. Рекреационное использование малых рек // Малые реки. М., 1981. С. 51-55.
- Водохранилища мира. М., 1979.
- Волга и ее жизнь. Л., 1978.
- Гавеман А.В. Московское море. Калинин, 1950.
- География рекреационных систем СССР. М., 1980.
- Герасимов И.П., Минц А.А., Преображенский В.С., Шеломов И.П. Современные географические проблемы организации отдыха // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1969. № 4. С. 46-51.
- Герасимов И.П., Преображенский В.С. Национальные парки как форма использования и организации территории для отдыха и туризма // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1979. № 5. С. 19-24.
- Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов. ГОСТ 17.1.5.02-80. М., 1981.
- Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги. Л., 1975.
- Горшенин Н.М., Бондаренко В.Д., Делеган И.В., Криницкий Г.Т. Экспериментальные исследования влияния рекреационной нагрузки на компоненты лесного биогеоценоза // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. М., 1979.
- Григорьева И.Л., Ковальшева Г.В. Влияние гидрометеорологических факторов на формирование качества воды Иваньковского водохранилища в летний период // Метеорология и гидрология. 1995. № 6. С. 107-114.
- Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000.
- Григорьева Л.В. Санитарная бактериология и вирусология водоемов. М., 1975.
- Гунин П.Д., Востокова Е.А. Ландшафтная экология. М., 2000.
- Денисов Л.И., Мейснер Е.В. Иваньковское водохранилище // Известия ГОСНИОРХ. 1961. Т. 50. С. 19-30.
- Доклад о состоянии окружающей среды Тверской области в 1996 году / Государственный комитет по охране окружающей среды Тверской области. Тверь, 1997.
- Доклад о состоянии окружающей среды Тверской области в 1997 году / Государственный комитет по охране окружающей среды Тверской области. Тверь, 1998.
- Доклад о состоянии окружающей среды Тверской области в 1998 году / Государственный комитет по охране окружающей среды Тверской области. Тверь, 1999.

- Доклад о состоянии окружающей среды Тверской области в 1999 году / Государственный комитет по охране окружающей среды Тверской области. Тверь, 2000.
- Доклад об использовании природных ресурсов и состоянии окружающей среды Тверской области в 2001 году / Комитет природных ресурсов по Тверской области. Тверь, 2002.
- Дорофеев А.А., Атрощенко Н.А. Критерии и методика оценки ландшафтно-рекреационного потенциала Тверской области // Вопросы региональной геоэкологии. Тверь, 2002 а. С. 87-107.
- Дорофеев А.А., Атрощенко Н.А. Картографирование и классификация ландшафтов Тверской области для целей рекреационного зонирования // Вопросы региональной геоэкологии. Тверь. 2002 б. С. 56-73.
- Дроздов А.В. Эколого-культурные императивы и туризм // Мат. междунар. науч. конф. «Туризм, экология и устойчивое развитие». Тверь, 2003. С. 38-43.
- Знаменский В.А. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. Л., 1981.
- Иваньковское водохранилище и его жизнь // Тр. ИБВВ АН СССР. Вып. 34 (37). Л., 1978.
- Иваньковское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. М., 2002.
- Кавалаяускас П., Стаускас В. Составление карт и схем для организации ландшафтов зон отдыха в аспекте проектных требований // Мат. науч. семинара «Ландшафтное картографирование для территориальных планировок». Тарту, 1972.
- Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. № 1. С. 52-59.
- Касьяненко А.М., Григорьева Л.В., Корчак Г.И., Станкевич В.В. Контроль и гигиеническая регламентация биологического загрязнения водоемов // Санитарная микробиология евтрофных водоемов. Киев, 1985. С. 170-195.
- Клубков В.Г. Роль судоходства в загрязнении пресноводных водоемов канцерогенными углеводородами // Водные ресурсы. 1977. № 3. С. 143-146.
- Князев В.П. Роль подвесных лодочных моторов в загрязнении окружающей среды // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья. Казань, 1980. С. 178-179.
- Колотова Е.В. Рекреационное ресурсоведение. М., 1998.
- Коронкевич Н.И., Черногаева Г.М., Ясинский С.В. Концептуальные вопросы решения проблемы малых рек России // Малые реки России. М., 1994. С. 11-19.
- Корш Л.Е., Талаева Ю.Г. Пути и источники бактериального загрязнения водоемов // Санитарная микробиология. М., 1969. С. 195.
- Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Православие и экология: ответственное природопользование // Мат. междунар. науч.-практ. конф. «Туризм, экология и устойчивое развитие». Тверь, 2003. С. 38-43.

- Красинцева В.В., Кузьмина Н.П., Сенявин М.М. Формирование минерального состава речных вод (на примере трех рек центральных районов Европейской части СССР). М., 1977.
- Ланцова И.В. Изменение береговых и аквальных комплексов водохранилищ при их рекреационном использовании: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1991.
- Ланцова И.В. Влияние рекреационного использования береговой зоны на природные комплексы Ивановского водохранилища // Тез. докл. VI Всесоюз. лимнологического совещания. Иркутск, 1985. Вып. 5. С. 25-26.
- Ланцова И.В. Проблемы рекреационного использования малых рек // Проблемы рационального использования лесных ресурсов и охраны природы Верхневолжья. Калинин, 1989. С. 89-93.
- Ланцова И.В. Условия и перспективы развития туризма и рекреации в Конаковском районе // Актуальные проблемы геоэкологии. Ч. 2. Проблемы и перспективы развития туризма и рекреации в Волжском регионе : Мат. междунар. науч. конф. Тверь, 2002. С. 19-23.
- Ланцова И.В., Яковлева В.Б. Некоторые методические подходы к определению предельно допустимых рекреационных нагрузок на природно-территориальные комплексы водохранилищ // Тез. докл. VI Всесоюз. лимнологического совещания. Иркутск, 1985. Вып. 5. С. 26-27.
- Ланцова И.В., Яковлева В.Б. Оптимизация рекреационного использования водохранилищ // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1989. № 6. С. 70-78.
- Ланцова И.В., Яковлева В.Б. Методы оценки водохранилищ как объектов рекреационного водопользования // Охрана и рациональное использование природных ресурсов Верхневолжья. Тверь, 1991. С. 12-22.
- Ланцова И.В., Яковлева В.Б. Методологические аспекты рекреационного водопользования // Экологическое нормирование: проблемы и методы. М., 1992. С. 81-83.
- Ланцова И.В., Яковлева В.Б. Количественные критерии бонитировки водосборов водохранилищ для различных видов хозяйственного использования // Тез. докл. междунар. науч. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек». Тольятти, 1993. С. 28.
- Ланцова И.В., Яковлева В.Б. Оценка ресурсного потенциала водоохраных зон // Фундаментальные и прикладные проблемы охраны окружающей среды. Томск, 1995. С. 63-64.
- Литвинов А.С. Многолетняя и сезонная динамика элементов водного баланса и водообмена верхневолжских водохранилищ // Тез. докл. 4-й конф. «Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей». М., 1994. С. 107-109.
- Литвинов Н.Н. Итоги и перспективы гигиенического изучения водохранилищ СССР // Гигиена водохранилищ. М., 1961. С. 8-9.
- Литвинов Н.Н., Драчев С.М. Основные факторы формирования качества воды зарегулированных водоемов и гигиенические обоснования по их санитарной охране // Мат. 13-го съезда гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов. Т. 1. Вопросы гигиены. М., 1959. С. 227-228.

- Методические рекомендации по определению рекреационных нагрузок на лесные площади при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и нормы этих нагрузок для центральной части южной тайги и зоны хвойно-широколиственных лесов. М., 1985.
- Мирзоев Е.С., Мирзоев А.Е. Конаковский район: Краеведческий справочник. Тверь, 1995.
- Морозова Г.В. Роль гидрологических факторов в рекреационном освоении водохранилищ // Современные проблемы географии. Пермь, 1985. С. 123.
- Никаноров Ю.И. Иваньковское водохранилище // Изв. ГОСНИОРХ. Л., 1975. Т. 102. С. 5-25.
- Никаноров Ю.И., Турунина Н.В. Влияние маломерного флота и рыболовов-любителей на качество воды в водоемах // Рыбное хозяйство. 1977. № 9. С. 42-44.
- Одум Ю.П. Экология. М., 1986.
- Полякова Г.А. Деградация сосняка Подмосковья под влиянием рекреации // Лесоведение. 1980. № 5. С. 62-69.
- Послухаев А.В., Послухаева И.А. Гипотетическая система координат для психологического пространства отпускного отдыха // Мат. междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы геоэкологии: Проблемы и перспективы развития туризма и рекреации в Волжском регионе». Тверь, 2002. С. 97-99.
- Преображенский В.С., Веденин Ю.А. География и отдых. М., 1971.
- Преображенский В.С., Веденин Ю.А., Ступина Л.С., Филиппович В.С., Чалая И.П. Проблемы территориальной организации рекреационной деятельности в Московской области // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1982. № 6. С. 87-99.
- Природа и хозяйство Калининской области: Учен. зап. естество-географич. ф-та. Калинин, 1960.
- Пронин М.И., Пучкова Е.Л. Методические подходы к классификации рекреационных воздействий и определению допустимых нагрузок на лес // Основы стандартизации в области охраны ландшафтов. М., 1982. С. 84-96.
- Родоман Б.Б. Город, природа, туризм в Подмосковье (прогнозы и предложения) // Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1972. № 3. С. 87-90.
- Рябышев М.Г. Охрана водных ресурсов Москвы // Водные ресурсы. 1975. № 5. С. 15-32.
- Соловьева Т.А. Купание как причина загрязнения воды // Гигиена и санитария. 1953. № 3. С. 55-58.
- Соколов М.П. Организация и планирование мест массового отдыха больших городов. Л., 1968.
- Теоретические основы рекреационной географии / Под ред. В.С. Преображенского. М., 1975.
- Территориальная организация отдыха населения Москвы и Московской области. М., 1986.
- Тобилевич Б.П. Загородный отдых в Подмосковье / Места отдыха и планирование городов. Киев, 1967. С. 6-9.

- Тихомирова Л.К., Тихомиров О.А. Классификация и оценка состояния аквальных геозкосистем // Вопросы региональной геоэкологии. Тверь, 2002. С. 12-24.
- Турунина Н.В., Никаноров Ю.И. Отрицательное влияние любительского рыболовства и маломерного флота на рыбохозяйственные водоемы // Рыбное хозяйство. 1982. № 3. С. 37-39.
- Черняев А.М. Управление водными ресурсами в агропромышленном регионе. Екатеринбург, 1987.
- Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. М., 1977.
- Фальковская Л.Н., Кутырин И.М., Крылов М.П. и др. Источники антропогенного загрязнения водоемов при их комплексном использовании (на примере Иваньковского водохранилища) // Водные ресурсы. 1978. № 6. С. 161-162.
- Фурсова Л.Н. Функциональное зонирование территории лесопарков на примере лесопаркового защитного пояса г. Москвы // Вопросы озеленения городов. М., 1971. С. 125-133.
- Цыганов А.А., Мухометзянов А.Г., Кузнецова С.Н. Эколого-правовые аспекты туристической деятельности // Мат. междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития туризма в странах с переходной экономикой». Смоленск, 2000. С. 125-128.
- Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л., 1978.
- Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. М., 1977.
- Шамардина И.П. Борьба с антропогенным евтрофированием водоемов // Итоги науки и техники. М., 1975. Т.2. С.100-126.
- Hamill L. Classification of forest land for recreational potential and scenery // Forestry Chron. 1971. V. 47, № 3. P. 149-153.
- Jaakson R. Recreation zoning and lake planning // Town Plann Rev. 1972. V. 93, № 1. P. 11-17.
- Iakovleva V.B., Lantsova I.V. Criteria of Watershed classification for competitive use // Advances in Hydro-science and Engineering. 1995. V. 11, Part A, March 22-26. P. 799-804.
- Lantsova I.V., Iakovleva V.B. Impact of different economic use territories on the reservoirs water quality // Abstracts of papers of the IGU conference «Global Changes and Geography». М., 1995. P. 206.
- Manning R.E. Impact of recreation on riparian soil and vegetation // Water Resources Bulletin. 1979. V. 15, № 1. P. 30-93.
- Shannon A.V. Recreation uses of hydroelectric reservoirs // Civil Engineering. 1963. Vol. 33, № 8. P. 39-41.



ЛАНЦОВА Ирина Владимировна,  
ГРИГОРЬЕВА Ирина Леонидовна,  
ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич

## **ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ОБЪЕКТ РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Монография*

Редактор С.В. Григорьева  
Технический редактор Т.В. Малахова  
Подписано в печать 30.04.2004. Формат 60x84 1/16.  
Бумага типографская № 1. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 9,5.  
Тираж 150 экз. Заказ № 226.  
Тверской государственный университет.  
Редакционно-издательское управление.  
Адрес: Россия, 170001, г. Тверь, ул. Жд. вокзала, 22.  
Тел. 3979 0822 42-01-01.