

Физическая география Тверской области

УДК 577.4 + 581.524

DOI: <https://doi.org/>

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АКВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАВНИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

О.А. Тихомиров

Тверской Государственный университет, Тверь

В статье рассматриваются теоретические вопросы и методология исследований аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Автором предлагаются новые методические приемы в исследовании динамики формирования и оценке экологического состояния водохранилищ.

Ключевые слова: *аквальные комплексы, водохранилища, динамика формирования, экологическое состояние.*

Водоохранилища являются особыми водными комплексами (ландшафтами), так как их формирование и важнейшие черты определяются сложным взаимодействием природных и антропогенных факторов [1–5]. Водоохранилище, по Л.Л.Россолимо [1], «сложнейший комплекс процессов и явлений, из которых ни одно, даже самое незначительное, не может быть вырвано и рассматриваемо вне связи со всем комплексом».

К настоящему времени накоплен значительный материал научных исследований, посвященный рассмотрению различных проблем водохранилищ – сложных водных объектов, формирование которых происходит под влиянием антропогенных и природных факторов. Крупные работы по изучению водохранилищ на равнинных реках проводятся Институтом водных проблем РАН, Институтом биологии внутренних вод РАН, Институтом географии РАН, проектно-изыскательским НИИ «Гидропроект» им. С.Я. Жука, Московским, Пермским и Тверским государственными университетами и др.

Опубликован большой научный материал, посвященный морфологии, морфометрии, гидрологии и эколого-гидрохимическим проблемам водохранилищ [6 – 12].

Формирование берегов исследовалось И.К. Акимовым [13], Е.Г. Качугиным [14], И.А. Печеркиным [15], Ф.С.Зубенко [16], В.М. Широковым [16] и др.

Эколого-гидробиологические аспекты освещены Е.С. Неизвестной-Жадиной [18], А.А.Потаповым [19], В.А. Экзерцевым [20], Л.О. Эйнон [21], В.А. Абакумовым [22] и др.

Вопросы формирования и загрязнения грунтов рассматривались В.П. Курдиным [23], В.Ф. Бреховских, З.В. Волковой [24], М.В. Гапеевой [25], В.В. Законновым [26] и др.

Для большинства научных работ характерен компонентный подход к изучению водоемов. Такой анализ особенностей водной массы, затопленных почв и грунтов, живых организмов является необходимым условием на первом этапе изучения водных объектов. Следующим этапом, наряду с углублением изучения вещественных компонентов водохранилища, должно быть исследование сложных и многообразных взаимосвязей. Только познав эти взаимосвязи можно получить объективное представление о водохранилище как о комплексе – единой целостной системе и прогнозировать её изменения во времени и в пространстве. В настоящее время можно отметить недостаточную изученность ландшафтов водохранилищ и внутренних взаимосвязей между геосистемами, составляющими водоем. В научных публикациях не получили достаточного освещения вопросы морфологического строения, структуры, временной организации и динамики водных комплексов на ландшафтной основе; не рассмотрена пространственная иерархия природных аквальных ландшафтов; не разработана геоэкологическая (ландшафтно-экологическая) классификация; нет современной оценки экологических ситуаций в реках, озерах и водохранилищах Европейской России, недостаточно проработаны вопросы оптимизации аквальных комплексов. Не в полной мере освещены вопросы вертикальных и горизонтальных связей, а также роль биоты (гидроценозов) в формировании аквальных комплексов (АК) суши.

Первые крупные комплексные физико-географические исследования, связанные с взаимодействием водохранилищ и окружающей природной среды, начались в 60-х годах XX века в Институте географии АН СССР под руководством С.Л. Вендрога. В результате этих исследований были заложены принципы и основы методики изучения изменений природной среды в зоне влияния водохранилищ [27–32]. Системный подход, разработанный М.И.Сочавой [30], и идеи конструктивной географии [31] позволили ученым Института географии АН СССР приблизиться к построению моделей геотехнических систем [32].

В 70-е годы в связи с проблемой переброски вод северных рек ученые Московского университета показали, что решение ряда

хозяйственных вопросов и прогнозирование изменений природы должно базироваться на изучении природных комплексов и построении ландшафтной основы. Ландшафтную карту в этой связи следует рассматривать как модель для определения исходного состояния природных комплексов и суждения об их изменениях в будущем [32]. Эта идея, на наш взгляд, может быть полностью отнесена к исследованиям аквальных ландшафтов и прогнозу их изменений. Одним из первых в нашей стране ландшафтный подход к исследованию взаимодействия водохранилищ с окружающей средой использовал К.Н. Дьяконов [26].

Вопросы изучения морских аквальных ландшафтов отражены в работах Е.Ф. Гурьяновой [33], К.М. Петрова [34], А.Д. Хованского [35] и др. Работы К.М. Петрова, как и большинства других исследователей, посвящены морским подводным ландшафтам, а А.Д. Хованского – геохимическим аспектам ландшафтов рек и морей на примере юга Украины и России.

Одна из первых комплексных характеристик мелководий Иваньковского водохранилища приведена в работах Г.Л.Мельниковой [36]. Формированию мелководных комплексов посвящен ряд работ автора [38; 49 и др.]. В последующих публикациях рассматриваются вопросы влияния отдельных факторов на процессы формирования и разрабатываются подходы к комплексному исследованию аквальных комплексов водохранилищ лесной зоны и их экологического состояния. Роль макрофитной растительности в формировании аквальных комплексов мелководий Иваньковского водохранилища раскрыта в работе Л.К. Тихомировой [37].

Наряду с многочисленными публикациями по частным проблемам водохранилищ имеются попытки обобщения эколого-географических знаний о водохранилищах. К таким работам относятся публикации Н.И. Коронкевича [39], В.В. Дмитриева [40], В.А. Абакумова [41], монографии «Водоохранилища мира» [42], подготовленная группой авторов под руководством А.Б. Авакяна, монографии Н.В.Буторина «Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах волжского каскада» [43], Ю.М. Матарзина «Водоохранилища и их народнохозяйственное значение» [44] и др. В последние годы появились попытки исследования экологических проблем и оценки экологического состояния водохранилищ в целом и на уровне каскадов (монографии В.К. Конобаевой, В.П. Салтанкина «Экологическое состояние водохранилищ Волжского каскада» [45], К.К. Эдельштейна «Водоохранилища России: экологические проблемы, пути их решения» [5] и «Иваньковское водохранилище. Современное состояние и охрана» (под ред. М.Г. Хубларяна) [46] и др.

Таким образом, анализ литературы, посвященной крупным водохранилищам, показывает, что до настоящего времени преобладает углубленное изучение различных сторон состава и развития отдельных

компонентов природы искусственных водоемов. Исследователями признается существование аквальных комплексов и важность выявления межкомпонентных связей. Однако, исследований, направленных на изучение конкретных аквальных ландшафтов, их динамики и экологического состояния недостаточно.

Теоретико-методической основой исследований аквальных комплексов служат труды отечественных ландшафтоведов и специалистов в области изучения водохранилищ (А.А. Григорьева, А.С. Берга, Н.А. Солнцева, А.Г. Исаченко, В.С. Преображенского, К.Н. Дьяконова, В.Б. Сочавы, В.А. Николаева, А.А. Крауклиса, Л.Л. Россолимо, С.Л. Вендрова, Ю.М. Матарзина и др.). Методология исследования базируется на представлении о водохранилищах как сложной системе тесно связанных друг с другом аквальных комплексов, формирующихся под воздействием различных природно-антропогенных процессов. Элементарные аквакомплексы образуют более сложные единства – аквальные ландшафты, внутренняя структура которых динамично изменяется на протяжении жизни водохранилища. Исходя из этого положения, представляется важным изучить динамику элементарных комплексов и их компонентов за обозримый срок существования водоемов. Решение поставленных задач возможно на основе специальных исследований изменений природных комплексов равнинных водохранилищ, куда следует включить:

– натурные (экспедиционные и полустационарные) комплексные исследования и наблюдения на акваториях водохранилищ;

– ретроспективный анализ картографических, аэро- и космоматериалов повторных съемок; гидрологических, гидрохимических, гидробиологических и других данных наблюдений, научных публикаций, фондовых сведений по верхневолжским водохранилищам;

– полевое и камеральное дешифрирование крупномасштабных аэрофото- и космических снимков, статистический анализ и экспертные оценки;

– методы полевого и электронного картографирования с использованием программных продуктов («Mapinfo», «ArcGis» и др.).

Объекты исследований должны удовлетворять ряду требований: 1) продолжительное время существования водохранилища; 2) выраженность и разнообразие антропогенных изменений природных аквальных комплексов; 3) принадлежность к определенному типу регулирования стока; 4) активное хозяйственное использование водоемов. Благоприятными объектами для полевых исследований могут служить аквальные комплексы в пределах Верхневолжского, Ивановского, Угличского, Рыбинского водохранилищ лесной зоны.

Исследование морфологии и горизонтальной структуры ландшафтной организации водохранилищ включает сбор многолетнего

полевого, фондового и картографического материала по важнейшим факторам пространственно-функциональной организации аквальных комплексов: элементы гидрологического режима (гидродинамическая активность, уровенный режим и др.), морфология и морфометрия водоемов, от которых зависят облик ландшафта и соотношение основных ландшафтообразующих процессов – разрушения, перемещения, трансформации, аккумуляции и обмена минеральным и биогенным веществом и энергией, а также условия развития гидробионтов (свойства водной среды, донных отложений и затопленных почв).

Подобный обширный материал характеризует старейшие в Волжском каскаде Верхневолжское, Иваньковское, Угличское и Рыбинское водохранилища (созданы соответственно в 1843, 1937, 1939 и 1940 гг.), представляющие наиболее благоприятные объекты для изучения аквальных комплексов. За длительный срок существования эти водоемы прошли значительный путь развития, а ландшафтоформирующие процессы получили в них достаточное выражение.

Исследование природных компонентов АК базируется на традиционных методиках изучения берегов, рельефа, донных отложений, водной массы, водной растительности и животных гидробионтов водохранилищ [18–32 и др.]. Автор провел многолетние полевые комплексные исследования на верхневолжских водохранилищах, а также принял участие в совместных экспедициях Тверского госуниверситета и ИБВВ АН СССР (1972–1975 гг.) на волжских водохранилищах, Тверского госуниверситета и ИВП РАН (1994–2002 гг.) и др.

При изучении донных отложений и растительности обследованы полностью Иваньковское, Верхневолжское и Угличское водохранилища и составлены крупномасштабные покомпонентные карты. Подобные же работы проведены для Моложского, части Волжского и Шекснинского плесов Рыбинского водохранилища. В общей сложности отобраны и проанализированы более 400 проб донных отложений и почв, более 250 проб воды, около 50 проб водной растительности и 25 проб бентосных гидробионтов.

Полевой этап изучения включает в себя физико-географические исследования: описание местности, измерение климатических и гидрологических параметров (температуры воздуха и воды, глубины, скорости течения, цветности воды и др.), гидрохимические исследования: отбор проб воды и грунтов, с дальнейшим подробным химическим анализом (содержание кислорода, соединений азота аммонийного, нитратного, нитритного, фосфора, кальция, магния; определения цветности, БПК₅, перманганатной окисляемости, кислотности и др.).

По материалам гидрохимических анализов составляются карты, характеризующие сезонные изменения ряда показателей качества воды водохранилищ, а также карты аквальных комплексов в программах «MapInfo» и «ArcGis».

Исследования, проведенные на верхневолжских водохранилищах в 1972–2010 гг., позволили предложить и апробировать классификационную схему аквальных комплексов с учетом основных ландшафтоформирующих факторов и процессов. Преобладающие ландшафтообразующие процессы ведут к формированию в водохранилищах аквальных комплексов разных типов, многолетние наблюдения за которыми (на уровне вида и рода водных комплексов) представлены в ряде работ [38; 49 и др.]. Полевые исследования включали крупномасштабное (1:10 000) картографирование тестовых участков, составление покомпонентных карт (водной растительности, донных отложений, затопленных почв, водных масс) и комплексных карт аквальных комплексов водохранилищ (1:100 000), выделенных по основному ландшафтообразующему процессу. Наблюдения проводились на тестовых участках эрозионных, абразионно-аккумулятивных, сплавинно-аккумулятивных, макрофитно- и планктонно-аккумулятивных, нейтральных аквальных комплексов, а в их пределах изучались соответствующие уровню аквафации (литокомплексы, псаммокомплексы, пелокомплексы, фитокомплексы, а также торфяные, торфяно-сплавинные, почвенные комплексы).

Для оценки динамики горизонтальной ландшафтной структуры аквальных комплексов водохранилищ составлены карты по материалам крупномасштабных съемок донных отложений и растительности, любезно предоставленных автору В.П. Курдиным [23] и В.А. Экзерцевым [20].

В целях выявления многолетней динамики состава аквальных комплексов проводились полевые наблюдения с использованием крупномасштабных аэрофотоснимков (1: 10000, 1:25 000) на тестовых участках и водохранилищах в целом, позволившие составить карты распределения аквальных комплексов в 1975, 1980, 1992 и 2006–2007 гг. и получить данные по изменениям горизонтальной структуры АК водохранилищ сезонного и многолетнего регулирования стока. Исследования, проведенные на Рыбинском и Иваньковском водохранилищах, данные по распределению донных отложений и водной растительности позволили сравнить темпы трансформации плановой структуры аквальных комплексов водоемов с различным регулированием стока по десятилетиям.

Динамика ландшафтной структуры Иваньковского, Рыбинского и Верхневолжского водохранилищ исследовалась на основе сравнения наблюдений 1958–1959, 1975, 1980, 1992 и 2007–2008 гг.

Исследуемые эталонные участки Рыбинского водохранилища включают полный набор защищенных и открытых литоральных и пелагиально-профундальных комплексов, формирующихся в условиях многолетнего регулирования уровня воды в пределах затопленной речной долины. На Ивановском и Угличском водохранилищах в условиях стабильного уровня в летнее время также представлен весь набор аквальных комплексов. Структурное устройство Верхневолжского водохранилища сформировалось в условиях сезонного регулирования стока с существенным летне-осенним падением уровня воды.

В ходе работы изучались природные и антропогенно-измененные (речные, озерные и озерно-речные) ландшафты с последующей дифференциацией водных геосистем по морфологии, положению на водоеме, процессам накопления и выноса вещества. Автором проанализирован и обобщен материал собственных полевых наблюдений за состоянием водных масс, донных отложений и затопленных почв водохранилищ за период с 1972 по 2008 г. Особое внимание в ходе полевых экспедиционных исследований уделялось изучению проб донных отложений аквальных комплексов разных типов (пелагиальных: русловых и долинных, литоральных: открытых и защищенных) в речных, озерно-речных и озерных условиях. Образцы отбирались грунтовой трубкой океанографического института (ГОИН), позволяющей сохранить вертикальную структуру отложений. В общей сложности сделано свыше 1400 полевых описаний колонок грунта. В целях изучения техногенного влияния на аквальные комплексы проводилось опробование и химический анализ поверхностных вод и донных отложений в районах источников загрязняющего воздействия. Химические анализы включали определение методом атомной абсорбции содержания свинца, цинка, кобальта, никеля, молибдена, меди, хрома, ванадия, марганца и кадмия. Геохимическая оценка проводилась на основе сравнения полученных данных с кларками и фоновыми показателями химических элементов в природных средах. В качестве естественного фона содержания химических элементов в донных отложениях использовались данные ряда авторов [24; 47]. Уровень загрязнения донных отложений и затопленных почв определялся по величине суммарного показателя концентрации (СПЗ). Местный естественный геохимический фон водотоков, донных отложений и почв Верхней Волги представлен по данным Института водных проблем РАН [24].

К антропогенно-измененным комплексам нами отнесены зарегулированные участки р. Волги. При этом выбирались районы, находящиеся под активным влиянием загрязняющих сточных вод населенных пунктов и предприятий. Пробы отбирались в 1972–1975 гг., 1980, 1995–1997 гг., и 2001–2007 гг. из верхнего слоя донных отложений толщиной до 5 см.

Концентрации органического вещества, механический состав, агрохимические показатели определялись в лаборатории ТвГУ, ИВП РАН, тяжелые металлы – в химических лабораториях Тверского центра Госсанэпиднадзора, института «Атомэнергопроект». Валовое содержание тяжелых металлов определялось атомно-адсорбционным анализом, органическое вещество – путем прокаливания проб в муфельной печи при $t = 550$ и 950°C .

Методология авторского исследования экологического состояния водохранилищ основывается на рассмотрении их с ландшафтно-экологических позиций как сложной системы природно-антропогенных аквальных комплексов. Ландшафтно-экологический подход, на наш взгляд, предполагает выявление пространственной дифференциации акватории, которая определяется как естественными, так и антропогенными причинами, и направлен на исследование обратных связей – влияния измененных геосистем на окружающую среду, условия жизни и деятельность человека.

Под экологическим состоянием аквальных комплексов понимается пространственно-временное сочетание экологически важных свойств аквального пространства, способствующих формированию экологических (ландшафтно-экологических) ситуаций разной степени напряженности.

Пространственная дифференциация является следствием, прежде всего, неоднородности основных характеристик природной среды водохранилища: особенностей морфологии, морфометрии, гидрологических, физико-химических и гидробиологических параметров. К важнейшим признакам ландшафтной дифференциации относятся морфолого-морфометрические характеристики, местоположение на водоеме, геоморфологические особенности, формы подводного рельефа, степень защищенности береговой линии, степень зарастания и продуктивности биоты, тип донных отложений, тип водных масс.

Антропогенными факторами дифференциации являются характер регулирования стока, воздействие различных видов использования водохранилищ, приводящее к механическому нарушению и уничтожению природных компонентов, а также к их загрязнению (токсическому, тепловому, биологическому).

Анализ экологического состояния водохранилищ представляет собой поэтапную оценку основных экологических свойств аквального пространства с выделением экологических ситуаций. Методика проведения анализа включает последовательную оценку природных условий, антропогенных воздействий и нагрузок, антропогенных изменений природной среды, динамики структуры и вещественного обмена (функционирования), выявления экологических ситуаций,

определяющих дальнейший характер использования водохранилища и оказывающих влияние на состояние здоровья населения.

На первом этапе комплексного анализа проводится оценка современного состояния и дается характеристика ландшафтной структуры акватории и ресурсов с выделением оперативных единиц (видов АК), измененных хозяйственной деятельностью (природно-антропогенных аквальных комплексов).

Оценка уровня антропогенной измененности определяется по отклонению параметров аквальной ландшафтной единицы от параметров неизменной природной системы. Для оценки уровня антропогенной измененности аквальных комплексов нами предложена соответствующая классификационная схема, представленная в работах [38; 49 и др.]. В соответствии с предложенной градацией по степени антропогенной измененности нами выделены малоизмененные, измененные, сильноизмененные и необратимо измененные аквальные комплексы.

На втором этапе исследования выявляются виды использования акватории, факторы (источники) антропогенного воздействия и антропогенные нагрузки на водохранилище (сбросов сточных вод, механических, химических и др. видов нагрузок).

На третьем этапе изучается экологическое состояние природно-антропогенных аквальных комплексов на основе оценки изменений характеристик водного пространства по сравнению с экологическими и санитарно-гигиеническими нормативами, установленными для основных природных компонентов. Оценивается уровень химической трансформации водных комплексов (под влиянием токсического евтрофирующего воздействия), позволяющий дать пространственную характеристику загрязнения аквального ландшафта.

Оценка экологического состояния аквальных геосистем производилась с помощью комплексных критериев, полученных на основе суммирования отдельных компонентных показателей, выраженных в баллах. В ходе анализа оценивались: степень антропогенного изменения и геохимическая устойчивость аквальной геосистемы, уровень загрязнения воды и почво-грунтов.

В качестве критерия оценки степени измененности выступают показатели исходного состояния природных комплексов, их фоновые характеристики. Геосистемам разной степени антропогенного изменения были присвоены баллы от 1 до 5 (неизмененные – 1, малоизмененные – 2, измененные – 3, сильноизмененные – 4, необратимо измененные – 5) [49].

Уровень геохимической устойчивости оценивалась в баллах по методике М.А. Глазовской [48]: 1 – высокоустойчивые, отличающиеся окислительной обстановкой и высокой гидродинамической активностью, способствующей выносу, рассеянию или разбавлению вещества; 2 – устойчивые, характеризующиеся окислительной

обстановкой, повышенной гидродинамической активностью, при которой осаждаются крупные алевритовые и выносятся глинистые фракции взвесей, наличием механических и сорбционных барьеров; 3 – малоустойчивые со слабой гидродинамической активностью, осаждением мелкоалевритовых фракций взвесей, рассеянием вещества на большой площади, восстановительной глеевой обстановкой в осадках, механическими, сорбционными, глеевыми барьерами; 4 – слабоустойчивые с низкой гидродинамической активностью, преобладанием аккумуляции вещества, глеевой (или сероводородной) обстановкой в осадках, наличием комплексных барьерных зон; 5 – неустойчивые с минимальной гидродинамической активностью, аккумуляцией наиболее мелких фракций взвесей, восстановительной обстановкой в воде и осадках, комплексными барьерными зонами и интенсивной концентрацией вещества на локальных участках.

Оценка уровня загрязнения воды и почво-грунтов аквальных геосистем проводилась на основе использования интегральных показателей: универсального комбинаторного индекса загрязнения поверхностных вод (УКИЗВ) и суммарного показателя загрязнения донных отложений (СПЗ). В соответствии со значениями УКИЗВ воды аквальных комплексов были разделены на 5 групп, с присвоением оценочных баллов от 1 до 5: чистые – 1 (УКИЗВ менее 2,0), слабозагрязненные – 2 (УКИЗВ = 2,0–3,0), загрязненные – 3 (ИЗВ = 3,0–4,0), грязные – 4 (4,0–5,0), очень грязные – 5 (более 5,0).

Донные отложения классифицировались по уровню загрязнения как незагрязненные – 1 (СПЗ менее 8), слабозагрязненные – 2 (СПЗ = 8–16), умеренно загрязненные – 3 (СПЗ = 16–32), сильнозагрязненные – 4 (СПЗ = 32–64), очень сильнозагрязненные – 5 (СПЗ более 64).

Оценка экологического состояния аквальных геосистем производилась с помощью комплексных критериев, полученных на основе суммирования отдельных компонентных показателей, выраженных в баллах. В ходе анализа определялся интегральный показатель, для вычисления которого оценивались: направление и степень ландшафтоформирующих процессов (негативных или положительных с точки зрения качества среды обитания человека), степень антропогенного изменения аквальных комплексов, условия гидродинамической активности, накопление биомассы и органического вещества, уровень загрязнения отдельных компонентов. Уровень антропогенной измененности определялся по отклонению параметров аквальной ландшафтной единицы от параметров неизменной природной системы.

На четвертом этапе выявляются и картографируются основные экологические ситуации в пределах изучаемого аквального пространства. На основе шкалы экологических ситуаций выделяются

удовлетворительная, напряженная, критическая, кризисная и катастрофическая обстановки. С этой целью предложена шкала экологических ситуаций в аквальных комплексах водохранилищ [38;49].

На пятом этапе для целей прогноза и перспективного планирования представляется весьма важной оценка многолетней динамики ландшафтно-экологических условий водохранилищ. Ландшафтно-экологическое картирование и группировка аквакомплексов по уровню экологического состояния позволяют диагностировать характер экологической трансформации всего водохранилища. С этой целью предложен коэффициент (Кэс) ландшафтно-экологического состояния [49], представляющий собой показатель отношения суммы площадей АК с условно благополучной экологической обстановкой к сумме площадей комплексов с неблагоприятной экологической ситуацией:

$$K_{\text{эс}} = \frac{AK_1 + AK_2 + AK_3 + AK_4}{AK_5 + AK_6 + AK_7}, \text{ где } AK_1 - \text{ площадь}$$

псаммокомплексов, AK_2 – площадь литокомплексов, AK_3 – площадь фитокомплексов слабого зарастания, AK_4 – площадь педокомплексов, AK_5 – площадь сплавинных комплексов, AK_6 – площадь фитокомплексов сильного зарастания, AK_7 – площадь пелокомплексов.

Коэффициент ландшафтно-экологического состояния ($K_{\text{эс}}$) показывает отношение доли условно благополучных аквальных комплексов к площади акваторий с развитием неблагоприятных экологических обстановок. Использование этого показателя позволит диагностировать состояние отдельных аквальных ландшафтов, урочищ, частей водохранилища, а также проводить сравнение экологического состояния различных водохранилищ в целом.

Предлагаемые методические подходы, наряду с углублением изучения вещественных компонентов водохранилища, позволяют расширить исследование сложных и многообразных взаимосвязей, рассмотреть пространственную иерархию природных аквальных ландшафтов, дать современную оценку экологических ситуаций в реках, озерах и водохранилищах Европейской России, познав которые можно получить объективное представление о водохранилище как о комплексе – единой целостной системе и прогнозировать её изменения во времени и в пространстве.

Список литературы

1. Россолимо Л.Л. Задачи и установки лимнологии как науки. Тр. Лимнологической станции в Косине. Л., 1934. Вып. 17. С. 12–18.
2. Солнцев Н.А. Теория природных комплексов. Вестн. МГУ, сер. геогр. М, 1968, №3.

3. Матарзин Ю.М. О комплексных общегеографических исследованиях водохранилищ. Гидрология и метеорология, вып.2, №196. Уч.зап. Перского ун-та, Пермь, 1967. С. 85–94.
4. Матарзин Ю.М., Новосельский Ю.И. Камское водохранилище как объект районирования // Комплексные исследования рек и водохранилищ Урала. Пермь, 1983. С. 3–19.
5. Эдельштейн К.К. Водоохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М., 1998. 274 с.
6. Драчев С.М. Водоохранилища и каналы как источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. М., 1956. 240 с.
7. Зиминова Н.А. Элементы гидрологического режима и водного баланса Иваньковского водохранилища за 1951 – 1956г.г. Тр. Инст. биол. внутр вод АН СССР, вып.2 /5/, 1959.
8. Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах волжского каскада. Л., 1969. 320 с.
9. Алёкин О.А. Гидрохимические исследования в СССР. М., 1971. 248 с.
10. Трифонова Н.А. Источники поступления и распределение соединений азота в Рыбинском водохранилище // Круговорот веществ и биологическое самоочищение водоемов. Киев, 1980. С. 5–13.
11. Григорьева И.Л. Анализ характеристик водохранилищ различного генезиса. Автореф. дисс...канд. геогр. наук. М., 1996. 24 с.
12. Никаноров А.М. Мониторинг качества вод. СПб., 2000. 157 с.
13. Акимов И.К. Опыт изучения переработки берегов Рыбинского и Горьковского водохранилищ. Тр. ВНИИ гидрогеологии. 1970, вып. 27. С. 42–54.
14. Качугин Е.Г. Основные результаты наблюдений за переработкой берегов верхневолжских и подмосковных водохранилищ. Тр. океанографической комиссии. Т.12, 1961.
15. Печеркин И.А. Теоретические основы прогнозирования экзогенных геологических процессов на берегах водохранилищ. Пермь, 1980. 83 с.
16. Зубенко И.Б., Линник П.Н. Фракционное распределение тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра // Гидробиол. журн. 1997. Т. 33, №3. С. 101–112.
17. Широков В.М. Формирование берегов и ложа крупных водохранилищ Сибири. Новосибирск, 1974. 230 с.
18. Неизвестнова-Жадина Е.С. Планктон Иваньковского водохранилища в 1937–1938 гг. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1941. Т. 7. С. 170–182.
19. Потапов А.А. Зарастание водохранилищ при различном режиме уровня // Ботан. журн. 1959. Т. 44, №9. С. 1271–1278.

20. Экзерцев В.А. Продукция прибрежно-водной растительности Иваньковского водохранилища // Бюлл. Ин-та биологии водохранилищ. М., 1958. № 1. С. 19–21.
21. Эйнон Л.О. Макрофиты в экологии водоема. М., 1992. 225 с.
22. Абакумов В.А. Цели и задачи гидробиологического мониторинга пресноводных экосистем // Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб, 1992. С. 4–32.
23. Курдин В.П. Основные положения о процессах образования грунтов в верхневолжских водохранилищах // Тр. Совещаний ихтиолог. Комиссий АН СССР. Л., 1961. С. 53–60.
24. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Кочарян А.Г. и др. Тяжелые металлы в донных отложениях и высшей водной растительности Иваньковского водохранилища // Там же. 2001. Т. 28, № 4. С. 441–447.
25. Гапеева М.В., Цельмович О.Л. Геохимия тяжелых металлов в Рыбинском и Куйбышевском водохранилищах // Формирование и динамика полей гидрологических и гидрохимических характеристик во внутренних водоемах и их моделирование. СПб., 1993. С. 205–224.
26. Законнов В.В. Аккумуляция биогенных элементов в донных отложениях водохранилищ Волги // Органическое вещество донных отложений волжских водохранилищ. СПб.: Гидрометеиздат. 1993. (Тр. Ин-та биологии внутр. вод РАН; Вып. 66(69). С. 3–16.
27. Вендров С.Л. Роль водохранилищ в преобразовании природы // Известия АН СССР. Сер. Геогр., №4, 1961, С.45–57.
28. Дьяконов К.Н. Становление концепции геотехнической системы // Природопользование (географические аспекты) // Вопросы географии. 1978. № 108. С. 54–63.
29. Инженерно-географические проблемы проектирования и эксплуатации крупных равнинных водохранилищ. М., 1972. 240 с.
30. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 317 с.
31. Герасимов И.П. Научно-техническая революция и советская география. М., 1978. С. 54–84.
32. Преображенский В.С. Основы ландшафтного анализа. М., 1988. 192 с.
33. Гурьянова Е.Ф. Теоретические основы составления карт подводных ландшафтов // Вопросы биостратиграфии континентальных толщ. М., 1959. С. 52–61.
34. Петров К.М. Подводные ландшафты: теория и методы исследования. Л., 1989. 248 с.
35. Хованский А.Д. Геохимия аквальных ландшафтов. Ростов-на-Дону. 1993. 240 с.

36. Мельникова Г.Л. Исследование режима мелководий равнинных водохранилищ лесной зоны. Автореф. дис... канд. геогр. наук. М., 1967.
37. Тихомирова Л.К. Роль макрофитной растительности в формировании аквальных комплексов мелководий Иваньковского водохранилища: Автореф. дис... канд. геогр. наук. Пермь, 1985. 25 с.
38. Тихомиров О.А. Трансформация структуры аквальных комплексов равнинного водохранилища // Вестник Московского университета. Серия 5. География, М., МГУ, № 1, 2010б. С. 44–49.
39. Коронкевич Н.И., Зайцева Н.С., Китаев Л.М. Негативные гидроэкологические ситуации. // Изв. РАН. Сер. географич. М., 1995. № 1, с. 43–52.
40. Дмитриев В.В. Оценка экологического состояния водных объектов//Экология, 1999. Вып. 8. С. 200–217.
41. Абакумов В.А. Цели и задачи гидробиологического мониторинга пресноводных экосистем // Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб, 1992. С. 4–32.
42. Водохранилища мира. М., 1979. 286 с.
43. Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах волжского каскада. Л., 1969. 320 с.
44. Матарзин Ю.М., Мацкевич И.К. Гидрологические процессы в водохранилищах. Пермь, 1978. 86 с.
45. Конобаева В.К., Салтанкин В.П. Экологическое состояние водохранилищ Волжского каскада. Екатеринбург, 1997. 258 с.
46. Иваньковское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. М., 2000. 344 с.
47. Левченко Л.П. Геолого-экологические исследования и картографирование территории Тверской области в масштабе 1:500000 // Эколого-медицинские аспекты состояния здоровья и среды обитания населения Тверской области и г. Твери. Тверь, 1999. С. 13–15.
48. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М., 1988.
49. Тихомиров О.А. Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Тверь, 2008в. 308 с.

**THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS OF
STUDYING THE FORMATION AND ECOLOGICAL STATUS OF
AQUATIC COMPLEXES OF PLAIN RESERVOIRS**

O. A. Tikhomirov
Tver State University

The article deals with the theoretical issues and methodology of studies of aquatic complexes of plain reservoirs. The author proposes new methodological techniques in the study of the dynamics of formation and assessment of the ecological state of reservoirs.

Keywords: *aquatic complexes, reservoir, dynamics of formation, ecological state.*

Об авторе:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – заведующий кафедрой физической географии и экологии ТвГУ, доктор географических наук, профессор МНЭПУ, tikhomirovoa@mail.ru