

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 911.5

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АКВАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ

О.А. Тихомиров

Тверской государственный университет

Определены цели и основные направления оперативного управления экологическим состоянием аквальных ландшафтов. Сформулированы предложения, касающиеся проблем улучшения экологического состояния аквальных ландшафтов.

***Ключевые слова:** аквальные ландшафты, водохранилище, управление экологическим состоянием, методы регулирования.*

Управление ландшафтами – деятельность по организации рационального взаимодействия между хозяйством, техникой, человеческой деятельностью и ландшафтами по регулированию функционирования ландшафтов в ходе выполнения ими социально-экономических функций [1–3]. Управление включает выбор выполняемых ландшафтом функций, одной из которых является экологическая (средообразующая и средовоспроизводящая) функция. Экологическая функция водных ландшафтов заключается в поддержании основных экологических свойств аквального пространства, определяющих условия жизни и хозяйственной деятельности населения. Экологическая функция направлена на обеспечение потребности общества в естественной среде обитания.

Глубокая перестройка ландшафтной системы в ходе создания и формирования водохранилищ приводит к развитию деструкционных процессов и существенному ухудшению экологического состояния природной среды на региональном и локальном уровнях. Снижение качества среды обитания влияет на жизнь, здоровье, производственную деятельность человека, ограничивает возможности использования природных ресурсов водохранилищ. Возникает настоятельная необходимость разработки программ управления экологическим состоянием на уровне аквальных комплексов водохранилищ.

Объектами управления являются аквальные ландшафты как целостные системы, входящие в их состав аквальные комплексы разных рангов (урочища, фации), отдельные природные компоненты и основные средоформирующие процессы.

Цель экологического управления – улучшение и поддержание экологических свойств аквального ландшафта (прежде всего качества

водной среды) и оптимизация различных видов использования водохранилища (водохозяйственного, рыбохозяйственного, охотхозяйственного и др.), а также благоустройство и сохранение эстетических свойств природной среды.

Управление экологическим состоянием аквальных комплексов водохранилищ обеспечивается выбором назначения, оптимального уровня режима выполнения социально-экономических функций, поддерживающих удовлетворительное качество природной среды (оптимизация, регулирование, уход, контроль).

Возможно опережающее и оперативное управление экологическим состоянием ландшафтов [3]. Опережающее управление обеспечивается в процессе проектирования водохранилищ, оперативное управление реализуется в ходе регулирования существующих аквальных ландшафтов.

Опережающее управление требует знаний закономерностей динамики, функционирования и самоорганизации ландшафтов, их устойчивости к различным видам воздействия. Этот вид управления предполагает анализ соответствия экологического состояния аквального комплекса социально-экономическим функциям, потребностям общества и возможности перевода его в другое экологическое состояние. В ходе анализа прогнозируются последствия перевода в другое экологическое состояние при разных антропогенных нагрузках, режимах и методах воздействия, производится выбор методов перевода, параметры воздействия, нормативы состояния, допустимые последствия [3].

В процессе управления экологическим состоянием необходимо учитывать и использовать процессы самоорганизации, функционирования, динамики и развития ландшафтов. Саморегулирование экологического состояния выражается прежде всего в самоочищающей способности природной среды. Самоочищение аквальных ландшафтов проявляется в их способности перерабатывать (растворять, абсорбировать, разлагать и т.д.) или выводить за свои пределы загрязняющие вещества. Самоочищение зависит от скорости, характера химических превращений веществ, которое определяется количеством энергии поступающей в ландшафт и геохимическими условиями. Важную роль в этом процессе играет деятельность живых организмов и вынос вещества за пределы ландшафта, скорость рассеивания загрязнений. Наибольшей способностью к самоочищению обладают аквальные комплексы с высокой интенсивностью круговорота вещества и преобладанием рассеивающих потоков. Менее интенсивен этот процесс в аккумулятивных аквальных комплексах.

Оперативное управление состоянием аквальных ландшафтов (регулирование) осуществляется на базе постоянно действующей системы мониторинга, средств регулирования и ухода (рис.1).



Р и с . 1 . Оперативное управление экологическим состоянием аквальных ландшафтов

Мониторинг позволяет контролировать соответствие наблюдаемого состояния ландшафта нормативным или проектным требованиям. В ходе оперативного управления осуществляется регулирование и поддержание заданного режима.

Регулирование обеспечивается выбором мер по оптимизации экологического состояния в соответствии с природоохранными требованиями и социально-экономической функцией, выполняемой аквальным ландшафтом. Регулирование предполагает улучшение

состояния комплексов за счет мелиоративных мероприятий, а так же преобразование (коренное улучшение) аквальных ландшафтов.

Поддержание экологического состояния представляет собой систему регулярных мероприятий и действий, направленных на те свойства ландшафта, при которых выполняются экологические функции аквального ландшафта. Цель ухода за экологическим состоянием – предупреждение нежелательных изменений средообразующих и средовосстанавливающих свойств в условиях определенного типа использования аквального комплекса (поддержание гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик).

Улучшение экологического состояния – система действий, направленных на изменение ландшафтов водохранилищ с целью формирования благоприятных для человека, средовосстанавливающих свойств ландшафта (качество среды, медико-гигиенические условия, продуктивность, эстетические показатели). Улучшение включает: мелиорацию, рекультивацию, оздоровление аквальных ландшафтов и прилегающего побережья.

Улучшение экологического состояния обеспечивается в результате реализации региональной экологической политики, позволяющей выделить аквальные геосистемы с различными экологическими ситуациями по степени напряженности и остроте, и разной стратегией природопользования.

Оптимизация экологического состояния региональных и локальных геосистем базируется на понимании природно-антропогенных и антропогенных комплексов как сложных природно-социально-хозяйственных систем, включающих ландшафтно-экологический комплекс, население и хозяйство территории. Исходя из этого положения, важнейшей задачей современной экологической географии является оптимизация, гармонизация взаимоотношений населения (общества), природной среды и хозяйства.

Оптимизация, как выбор лучшего решения, может быть обеспечена за счет регулирования видов воздействия и антропогенной нагрузки в ходе природопользования в целях создания благоприятных экологических условий. Характер мер определяется уровнем напряженности экологической ситуации (от удовлетворительной до катастрофической) в аквальном ландшафте.

Понижение степени напряженности экологической обстановки и сохранение функций аквальных геосистем в ходе природопользования может быть обеспечено за счет снижения выбросов загрязнений и сбросов сточных вод в пределах водоохраных зон, изъятия из водоема грунта и растительности, депонирующих тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды и др.

Улучшение состояния окружающей среды возможно путем восстановления ландшафтно-зональных параметров и структуры

природных комплексов водоохраной зоны, измененной в результате хозяйственной деятельности.

После этапа восстановления на первый план выходит уход, обеспечивающий поддержание режимов самовосстановления и самоочищения природных систем.

Оптимизация рассматривается как поиск и реализация наилучшего варианта использования природно-ресурсного потенциала геосистем при условии сохранения и поддержания их наиболее важных экологических качеств.

В этой связи выделяются [1] три основных направления в оптимизации ландшафтно-экологических систем: а) полная консервация ландшафта, т.е. сохранение его естественного режима; б) строго регламентированное использование его ресурсов в сочетании с мерами, направленными на поддержание экологического равновесия в природе; в) интенсивное хозяйственное использование с глубоким мелиоративным воздействием, когда равновесие в ландшафте поддерживается искусственно.

Материалы и методика. Разработка мер по улучшению экологической обстановки должна базироваться на знании регионального проявления эколого-ресурсных ситуаций, представленных эколого-картографическим материалом (районирования территории по состоянию окружающей среды и естественных ресурсов).

В первую очередь необходимо выявить аквальные комплексы, где сложилась наиболее острая экологическая ситуация с учетом условий существования гидробионтов и состояния здоровья населения. Во-вторых, важно определить виды и уровень антропогенных воздействий и нагрузок различных видов хозяйственной деятельности с целью их резкого снижения. В-третьих, оценить антропогенные изменения, имеющие необратимый характер, влияющие на локальные и региональные процессы. Выделить аквальные геосистемы (ресурсо- и средовоспроизводящие природные комплексы), состояние которых грозит утратой их экологических функций. В таких геосистемах требуется резкое ограничение хозяйственной деятельности (прежде всего связанной с изъятием природных ресурсов и загрязнением среды обитания). Здесь должны быть применены первоочередные природоохранные и мелиоративные мероприятия [6].

Экологическое управление водохранилищами может базироваться на материалах оценки динамики экологического состояния природных комплексов, создающих аквальный ландшафт.

Многолетние исследования автора (1972–2007 гг.) на верхневолжских водохранилищах (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Верхневолжское) позволили установить выраженную дифференциацию аквальных комплексов в пределах искусственных

водоемов, различающихся по своим физико-географическим (морфолого-морфометрическим, гидрологическим, гидрохимическим, гидробиологическим) и экологическим условиям [3–5]. Следовательно, водохранилища представляют собой сложную природно-антропогенную ландшафтную систему, состоящую из тесно связанных друг с другом аквальных комплексов. В условиях отсутствия прямого антропогенного загрязнения формирование аквальных ландшафтов и их экологического состояния во многом определяется внутриводоемными процессами (абразией, эрозией, аккумуляцией, сплавиннообразованием, зарастанием и др.). Преобладающие ландшафтообразующие процессы ведут к формированию в водохранилищах на уровне урочищ эрозионных, абразионно-аккумулятивных, сплавинно-аккумулятивных, макрофитно-аккумулятивных, планктонно-аккумулятивных и нейтральных аквальных комплексов. В их пределах могут быть выделены соответствующие уровню аквафации: псаммокомплексы, литокомплексы, пелокомплексы, фитокомплексы, педокомплексы и торфяно-сплавинные комплексы.

Развитие аквальных комплексов ведет к проявлению существенных различий экологических параметров (видового состава и биомассы гидробионтов, качества водных масс, донных отложений и затопленных почв), что позволяет диагностировать их экологическое состояние. Исследования показали [3–5], что абразионно-эрозионная деятельность в водоеме ведет к образованию псаммо- и литокомплексов с относительно благоприятными экологическими характеристиками качества воды (индекс загрязнения ИЗВ=0,3–1,0) и донных отложений (суммарный показатель загрязнения СПЗ<8). В этих комплексах отсутствует высшая водная растительность. Зообентос и ихтиофауна представлены псаммофильными и литофильными видами. Высокая гидродинамическая активность обеспечивает хорошее снабжение воды и грунта кислородом и активизирует процессы самоочищения, создавая условия, близкие к олиготрофным.

Слабозарастающие фитокомплексы также обладают достаточно хорошими экологическими свойствами отдельных компонентов. Водные массы и донные отложения относятся к категории «чистых» (ИЗВ=0,5–1,0; СПЗ=14–20). За счет интенсивного фотосинтеза погруженная растительность насыщает воду кислородом, аккумулирует минеральные соединения, легко разлагается после отмирания, образуя маломощные макрофитные отложения.

Благоприятными (допустимыми) экологическими параметрами характеризуются педокомплексы, формирующиеся в переходной (сублиторальной) зоне. Достаточно подвижные воды не позволяют накапливаться илистым фракциям, однако и разрушения дна здесь не происходит, что способствует сохранению верхних почвенных горизонтов. Относительно равновесное состояние в системе «почва–

вода» существенно не ухудшает качества среды аквафации (ИЗВ=0,7–1,0; СПЗ<16).

Неблагоприятный экологический режим создается в сильно зарастающих фитокомплексах (ИЗВ=0,8–1,3; СПЗ=20–25), прежде всего, за счет глубокого процесса евтрофикации. Прогрессирующее заболачивание выражается в появлении болотных видов воздушно-водных растений, развитии в застойной водной массе восстановительных условий и глеевого процесса в донных отложениях (природные компоненты «слабо» и «умеренно загрязненные»).

В пелокомплексах идет активное накопление ила в пелагиально-профундальной зоне. И если верхний слой воды достаточно подвижен и обеспечен кислородом, то основная масса придонных вод отличается восстановительно-глеевым режимом, дефицитом кислорода, аккумуляцией тяжелых металлов в донных отложениях, что свидетельствует о неблагоприятной экологической ситуации. Воды комплексов относятся к уровню «слабо загрязненных», донные отложения – к «умеренно загрязненным».

Наиболее сложной экологической обстановкой отличаются сплавинные комплексы, формирующиеся в застойном режиме водных масс, который усиливается сплавинным телом, перекрывающим доступ кислорода. Накопление плохо разложившихся растительных остатков, дефицит кислорода, восстановительная обстановка, глеевый процесс, господство закисных соединений, ацидификация среды обитания – все это ведет к переходу комплекса от эвтрофного к дистрофному режиму. Воды сплавин характеризуются как «умеренно загрязненные» и «загрязненные», донные отложения относятся к категории «умеренно загрязненных» (ИЗВ=1,5–2,7; СПЗ=25–40).

Полученные характеристики ранжирования аквальных комплексов по экологическим свойствам следует учитывать при разработке мер по улучшению экологического состояния искусственных водоемов.

Методы управления экологическим состоянием аквальных ландшафтов. Анализ существующих методов улучшения экологической обстановки позволил провести их группировку в целях управления состоянием аквальных ландшафтов. Методы управления возможно разделить на межландшафтные и внутриландшафтные. Межландшафтные методы предполагают оптимизацию использования и реализацию системы природоохранных мероприятий в пределах водосборных территорий. Они направлены на регулирование взаимодействия ландшафтов побережья и аквальных ландшафтов водохранилищ. Сюда входят меры по созданию системы особо охраняемых территорий, водоохраных зон, залесению, фитомелиорации, ограничению поверхностного стока, снижению антропогенной нагрузки, ликвидации и мелиорации полигонов

промышленных и бытовых отходов, устранению источников заболеваний человека и животных.

В целях улучшения экологического состояния и оптимизации использования водохранилищ могут быть предложены меры регулирования внутренней ландшафтно-экологической структуры аквальных комплексов в соответствии с их назначением и основной существующей или потенциальной социально-экономической функцией.

В водоемах, используемых для питьевого водоснабжения, с высокими требованиями к качеству воды необходимо сохранять благоприятную с экологических позиций ландшафтную структуру и, по возможности, стремиться к расширению площадей урочищ и фаций с псаммо- и литоаквакомплексами, а также фациями слабого зарастания. Методы регулирования внутриводоемных процессов включают: уничтожение сплавинных и создание пелагиальных аквакомплексов за счет углубления дна; изъятие фитомассы (в литоральных комплексах сильного зарастания) и затопленного дровостоя; изъятие донных отложений (в пелагиальных пелокомплексах и литоральных фитокомплексах) и активный вылов рыбы. Эти меры обеспечивают уменьшение выноса биогенных соединений (фосфора, азота) и тяжелых металлов в водную массу. Регулирование трофности и загрязнения возможно усилением проточности аквакомплексов за счет линейных углублений в зоне зарастания – прорезей, каналов и стабилизации уровня режима водоема. Стабильный уровень водохранилища ограничивает смыв загрязняющих веществ с водосбора, обеспечивая условия для улучшения качества воды. В местах активной эрозии и абразии рекомендуются традиционные способы по защите от волнового воздействия на дно и укрепление берегов.

Оптимизация внутриводоемных процессов должна сопровождаться природоохранными мероприятиями на водосборе водохранилища. Они направлены на снижение антропогенной нагрузки и прямого загрязняющего воздействия на аквакомплексы. В условиях напряженной, критической, кризисной и катастрофической ситуаций первоочередной мерой является прекращение или резкое уменьшение сбросов загрязненных и теплых вод в водоем, сопровождаемое оптимизацией использования побережий. При этом приоритетными направлениями являются создание водоохраных зон со строгим режимом охраны, организация особо охраняемых территорий, лесных полос, жесткие ограничения сельскохозяйственного и промышленного использования водосборной территории.

Оценка биотического природно-ресурсного потенциала водохранилищ позволяет рекомендовать комплекс мелиоративных мероприятий для улучшения экологической обстановки и оптимизации использования аквальных ландшафтов.

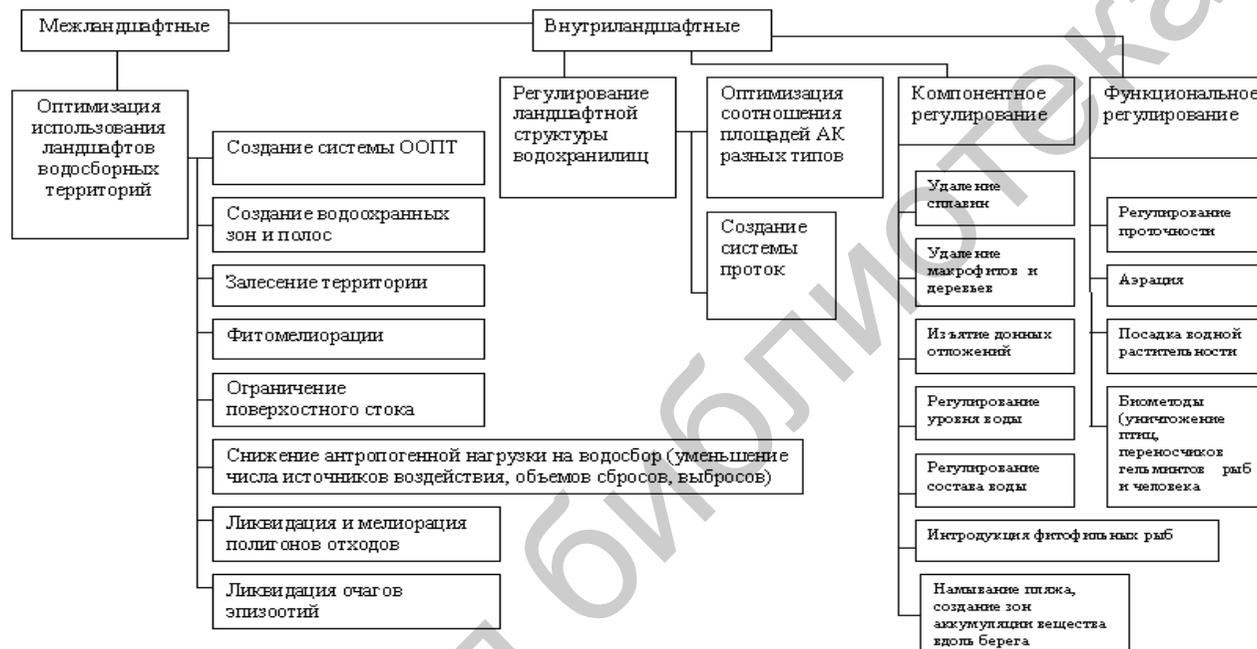


Рис. 2. Методы управления экологическим состоянием аквальных ландшафтов

Речные ландшафты обладают минимальным биотическим потенциалом (для целей рыбного хозяйства, любительского рыболовства, разведения охотничьих видов животных, заготовки водной растительности) и характеризуются рядом неблагоприятных условий: относительно малым разнообразием групп и видов аквальных комплексов (прежде всего – литоральных фаций с малыми глубинами), недостаточной продуктивностью биотопов. В этих условиях могут быть рекомендованы структурные изменения, направленные на расширение площадей литоральных аквакомплексов (открытых и защищенных): литокомплексов и псаммокомплексов (обладающих благоприятным природным экологическим режимом) в целях улучшения условий нереста и нагула рыбы; увеличение площадей для посадки дальневосточного риса, канареечника и роста продуктивности кормовых растений (манника водного, телореза алоэвидного, рдестов, урути) для сельскохозяйственных животных. Возможны дноуглубительные работы и создание подводных форм рельефа (чередование пелагиально-профундальных, аккумулятивных и выровненных литоральных аквакомплексов), формирующих необходимые условия для развития рыбного хозяйства и улучшения качества водных масс.

В озерных ландшафтах водохранилищ многолетнего регулирования с переменным уровнем воды в теплый период года, обширной зарастающей литоралью, отчлененными мелководьями и западинами рельефа требуется ликвидация сплавин, уменьшение площадей аквафаций зарастающих воздушно-водной растительностью, создание рыбоходных каналов между пелагиально-профундальными (котловинными) и литоральными аквакомплексами, регулирование уровня режима с целью уменьшения зоны временного осушения. В озерном ландшафте создается максимальный потенциал для заготовки высокопродуктивной водной растительности, изъятие которой благотворно влияет на качество воды, снижая поступление биогенных веществ и улучшая кислородный режим водоема.

Набор аквальных комплексов в озерно-речном ландшафте наиболее благоприятен для создания высокого ресурсного потенциала ихтиофауны (разведения и содержания лимнофильных, реофильных и лимнореофильных рыб) водохранилищ. К рекомендуемым мелиоративным мероприятиям в этом типе ландшафтов следует отнести: создание или расширение площадей псаммо- и литокомплексов; ликвидацию сплавинных и сильнозарастающих комплексов; сооружение рыбоходных каналов и дноуглубление, обеспечивающее чередование литоральных и пелагиальных участков; искусственное зарыбление; стабилизацию уровня режима в теплый период года. В условиях широкого развития фитокомплексов и сплавин рекомендуется разведение фитофильных видов рыб (белого амура,

толстолобика и др.), уменьшающих площади зарослей.

Использование акватории в целях охотничьего хозяйства и любительского рыболовства предполагает сохранение и расширение разнообразия аквальных комплексов, обеспечивающих благоприятную экологическую обстановку для воспроизводства охотничьих видов животных (болотной, луговой, водной дичи) и ихтиофауны (литоральных, пелагиальных, фитофильных и др. видов). Такими условиями отличаются мелководные участки с низкой степенью зарастания, а также пело-, псаммо- и литокомплексы в речных, озерно-речных и озерных ландшафтах. Разнообразные биотехнические мероприятия в аквальных геосистемах, направленные на увеличение их продуктивности должны сопровождаться природоохранным режимом на побережье (сохранением лесных, болотных и луговых геосистем), увеличением площадей особо охраняемых территорий и снижением антропогенного воздействия и антропогенных нагрузок.

Карты экологического состояния аквальных комплексов водохранилищ являются основой для оценки возможностей их использования в хозяйственных, рекреационных и туристических целях. Обязательным условием пригодности природных ресурсов аквальных ландшафтов является экологически благополучное состояние окружающей среды. Аквакомплексы с удовлетворительной экологической ситуацией обладают высоким ландшафтно-экологическим потенциалом, не требуют значительных затрат на улучшение среды обитания и наиболее рентабельны в ходе рекреационного освоения. Для улучшения эстетических качеств аквальных комплексов и более полного удовлетворения рекреационного спроса необходимо в ряде случаев проведение природоохранных и инженерно-мелиоративных мероприятий (снижение антропогенных нагрузок, расчистка акватории, намыв пляжа, углубление дна и др.).

Выводы. В результате анализа обсуждаемых материалов возможно предложить ряд исходных принципов регулирования экологического состояния аквальных комплексов водохранилищ:

1. Использование ландшафтно-экологического подхода, под которым понимается исследование пространственно-временной структуры геосистем с позиций экологически важных свойств среды жизни и деятельности человека. Учет ландшафтной организации водохранилищ и особенностей дифференциации природной среды водоема и прилегающей водосборной территории.
2. Выявление антропогенных нагрузок природных и антропогенных изменений экологического состояния аквальных комплексов водохранилищ.
3. Учет ранжирования аквальных комплексов по основным экологическим параметрам. Выделение аквакомплексов с наиболее благоприятной и наиболее острой экологической ситуацией.

4. Районирование акватории (на базе экологического картографирования) с выделением в аквакомплексах экологических обстановок разной степени напряженности.

5. Снижение антропогенных нагрузок по видам использования (внутри аквального ландшафта и в прилегающей к нему водосборной территории) с целью поддержания способности геосистем к самовосстановлению и самоочищению.

6. Регулирование внутриландшафтной структуры водохранилища за счет оптимизации соотношения площадей аквальных комплексов с приоритетом экологически благоприятных геосистем, т.е. выбор таких аквакомплексов, расширение которых позволяет стабилизировать и улучшить экологические свойства ландшафта водохранилища.

Таким образом, ландшафтно-экологические исследования водохранилищ открывают новые возможности разработки мер по улучшению экологического состояния аквальных геосистем. Изложенные методические подходы и принципы могут быть использованы в целях создания системы управления экологическим состоянием водохранилищ как совокупности аквальных природно-антропогенных комплексов.

Список литературы

1. *Исаченко А.Г.* Оптимизация природной среды. М.: Мысль, 1980. 284 с.
2. *Мухина Л.И.* Исследование природно-антропогенных геосистем. М.: Изд-во РОУ, 1995. 189 с.
3. Охрана ландшафтов: Толковый словарь / отв. ред. В.С. Преображенский. М.: Прогресс, 1982. 272 с.
4. *Тихомиров О.А.* Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Тверь: Изд-во Твер. гос. ун-та, 2008. 308 с.
5. *Тихомиров О.А.* Динамика ландшафтно-экологических условий аквальных комплексов водохранилищ // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. 2008. Вып.5, №33 (93).С. 11–20.
6. *Тихомиров О.А.* Трансформация морфологической структуры аквальных комплексов равнинного водохранилища // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2010. № 1. С. 44–60.
7. *Тихомиров О.А., Емельянов А.Г.* Эволюция аквальных комплексов в процессе формирования водохранилищ // Проблемы региональной геоэкологии. 2009. № 2. С. 51–55.

ENVIRONMENTAL CONDITION MANAGEMENT OF AQUATIC LANDSCAPES

O. A. Tikhomirov

Tver State University

Objectives and general directions of operative environmental condition management of aquatic landscapes are defined. Proposals concerning environmental condition of aquatic complexes of reservoirs are offered.

Keywords: *aquatic complexes, water basin, environment condition management, regulative methods.*

Об авторах:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич—кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и региональной геоэкологии, ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: tikhomirovoa@mail.ru