

Физическая география и геоэкология

УДК 577.4 + 581.524

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕГИОНА
(НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ)**

О.А.Тихомиров

Тверской государственный университет, г. Тверь

В статье рассматриваются современные вопросы экологического мониторинга, обсуждаются подходы к разработке региональной подсистемы экологического мониторинга водных объектов, предложены иерархические уровни станций наблюдения и объекты мониторинга на примере Тверской области.

***Ключевые слова:** экологический мониторинг, региональная подсистема, водные объекты*

Мониторинг представляет собой систему наблюдений за антропогенными изменениями природной среды, оценки и прогноза ее состояния на фоне естественных изменений. Задачей мониторинга водных объектов является сбор информации о состоянии водной среды и уровнях ее загрязнения в пространстве и во времени по определенной программе, необходимой для управления экологической ситуацией [1;4].

Создание региональной системы мониторинга представляет собой сложную организационную и методическую задачу. Анализ современного состояния обсуждаемой проблемы свидетельствует об отсутствии в России единой системы слежения за экологическим состоянием водных объектов, а региональные системы мониторинга находятся на начальных стадиях организации [2;3]. Не внедряются типовые проекты служб регионального экологического мониторинга, не разработаны методические принципы для выбора пунктов наблюдений в пределах крупных водных экосистем. Во многих регионах, в том числе и в Тверской области, выбор объектов наблюдения не носит системный характер.

В настоящее время сбор натурной информации о загрязнении водных объектов обеспечивается сокращающейся системой постов «Госкомгидромета», отдельные разрозненные исследования и контрольные функции возложены на МЧС, «Росприроднадзор», санитарно-эпидемиологические станции «Роспотребнадзора» и др. В

течение ряда лет сбор информации о состоянии водных объектов осуществлялся в рамках программы ГВК (Государственного водного контроля) и программы ОГСНК (Общегосударственной службы наблюдений и контроля над загрязненностью объектов природной среды) [2].

Современные требования обеспечения экологической безопасности определяют актуальность задачи разработки методологических подходов к ведению водно-экологического мониторинга. Остается необходимость создания типовых блок-схем регионального экологического мониторинга, банков данных экологических показателей, программного обеспечения ГИС-технологий сбора и хранения информации для целей анализа и прогноза качества воды.

Основными задачами работы являются разработка методических подходов к созданию сети пунктов наблюдений, определение этапов формирования и выбор натуральных объектов для экологического мониторинга водных систем на примере Тверского региона.

Подсистема экологического мониторинга водных объектов на уровне административного региона (рис.) включает блоки системы наблюдения, оценки, прогноза возможных изменений и управления экологическим состоянием.

Региональный блок системы наблюдения – комплекс станций, обеспеченный приборами и специальным оборудованием, предназначенный для слежения за антропогенными изменениями природных компонентов и экологическими свойствами водных объектов региона. Основным назначением блока слежения является формирование регионального банка экологической информации (ГИС-банка) о водных объектах. Мониторинг обеспечивает накопление гидрологических, гидрохимических и гидробиологических сведений о водных объектах территории и основных источниках антропогенного воздействия.

На первом этапе создания блока региональной системы наблюдения необходима разработка схемы размещения пунктов фонового и импактного (близкого к источникам загрязнения) мониторинга, позволяющей получить репрезентативную информацию о состоянии водных объектов (рек, озер, водохранилищ, каналов) региона.

Региональный блок системы оценки – предполагает анализ качественной и количественной информации об экологическом состоянии и степени антропогенных изменений водных объектов региона. На первом этапе функционирования блока анализируются фондовые материалы, позволяющие провести ретроспективную оценку состояния и антропогенной измененности природных комплексов и компонентов водных объектов. Завершающий этап – оценка

современного экологического состояния водных экосистем региона, составление электронных карт экологических ситуаций разной степени напряженности.

Цель прогноза – оценка возможных изменений экологических свойств и состояния водных систем региона, а также последствий этих изменений. Прогнозный этап включает краткосрочный (оперативный) и долгосрочный (многолетний) прогнозы экологического состояния водных объектов региона, которые должны содержать прогнозные характеристики качества сточных вод предприятий, составление карт перспективной динамики экологического состояния компонентов и аквальных комплексов водных экосистем. На базе полученных данных проводится итоговая оценка возможного воздействия на водные объекты, выделяются проблемные экологические ситуации различной степени напряженности, характеризуются антропогенные изменения и экологические последствия на региональном уровне.

Заключительный этап предполагает разработку предложений и принятие решений по оптимизации и управлению функционированием водных объектов и источников воздействия, совершенствованию системы экологического мониторинга региона.

Формирование подсистемы мониторинга водных объектов предполагает: 1) оценку экологической обстановки в регионе, прежде всего, в районе городов и крупных промышленных предприятий; 2) создание банка данных экологической информации; 3) организацию ГИС региона с использованием данных дистанционного зондирования для подготовки электронных экологических карт; 4) создание сети экологического слежения на местности (пунктов фонового и импактного наблюдения на водоемах и водотоках); 5) организацию эколого-химических лабораторий и автоматизированных станций контроля загрязненности вод; 6) создание Центра комплексной оценки экологического состояния водных объектов региона при областной Администрации для принятия управляющих решений [1,3].

Создание подсистемы регионального экологического мониторинга водных объектов определяется методологией общей организации и решением проблемы формирования сети пунктов наблюдений, их режима и функционирования.

В пределах административного региона организация и проведение гидроэкологического мониторинга должны базироваться на бассейновом и ландшафтном подходах, с выделением типичных аквальных комплексов (локальных экосистем) водных ландшафтов. Организация подсистемы предполагает учет региональной специфики физико-географических и социально-экономических условий, что определяет необходимость проведения предварительных исследований, позволяющих оценить природные особенности территории, степень

нарушенности экосистем водосбора, антропогенную нагрузку и уровень напряженности экологической обстановки.

Методической основой создания сети пунктов наблюдений может быть предложенная нами классификация аквальных комплексов суши [5;6]. Оптимальной операционной единицей наблюдения для крупных и средних по размеру водных объектов является иерархический уровень рода классификации. Он позволяет выделить по критерию основного ландшафтоформирующего процесса аквальные комплексы, различающиеся по характеру накопления вещества (аккумулятивные минеральные, макрофито-аккумулятивные, сплавинно-аккумулятивные, планктоно-аккумулятивные, нейтральные, эрозионные, абразионные). Для наблюдений на малых водных объектах возможно использовать уровень вида аквальных экосистем (псаммокомплексы, пелокомплексы, фитокомплексы, литокомплексы, педокомплексы и др.). Реализация принципа водноландшафтной дифференциации позволит получить более полную и объективную информацию о закономерностях пространственного загрязнения, выделить экологические обстановки и точнее прогнозировать их развитие в типичных экосистемах и водных объектах в целом.

В этой связи необходимым этапом создания системы мониторинга становятся предварительные полевые исследования водных систем. Подобные работы завершаются анализом полученных данных и составлением серии электронных экологических карт, которые могут позволить обеспечить обоснованный выбор пунктов наблюдений, выявить в пределах водных объектов аккумулятивные аквальные комплексы – накопители загрязнений, «эталонные» аквальные комплексы (условно неизменные водные экосистемы), современные региональные гидроэкологические обстановки различной степени напряженности, акватории возможного возникновения потенциально опасных локальных экологических ситуаций и др.

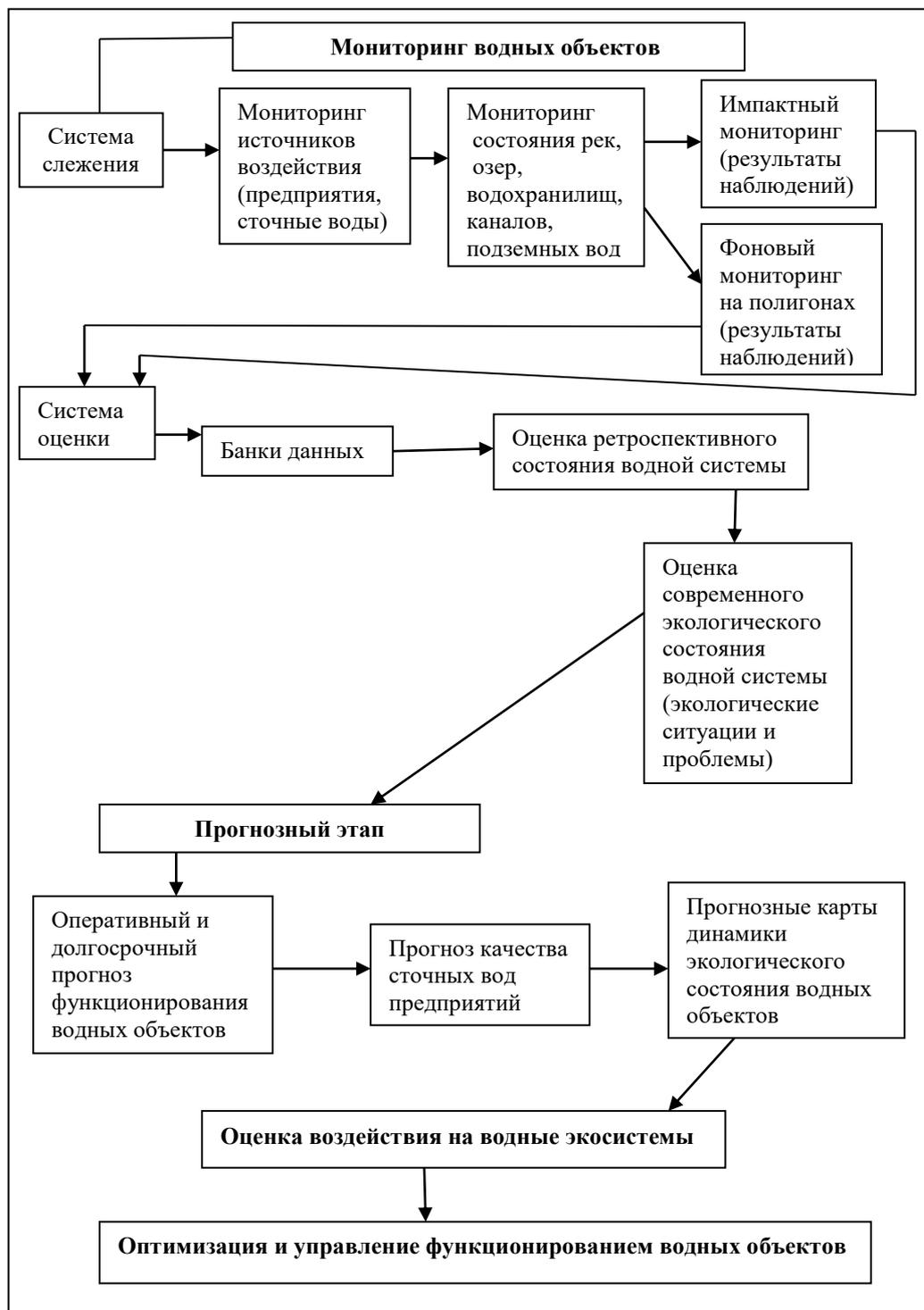


Рис. Блок-схема подсистемы мониторинга водных объектов Тверской области

Подсистема экологического мониторинга водных объектов включает сеть пунктов (станций, профилей, точек) наблюдений, представляющих наиболее репрезентативные и опасные с экологической точки зрения акватории.

Выбор пунктов и их ранжирование проводится с учетом бассейнового подхода, а также представительства и разнообразия природно-территориальных и аквальных комплексов. В ходе создания сети учитываются число и площади водосборных бассейнов, ландшафтных образований, аквальных комплексов, административных единиц, плотность населения, социально-экономические характеристики. Густота сети возрастает в условиях городов, более освоенных территорий и значительного разнообразия ландшафтной структуры водосборов. Сеть точек стационарных наблюдений в системах регионального экологического мониторинга в пределах крупного водного объекта (например, Рыбинского водохранилища, оз. Селигер и др.) должна формироваться с учетом числа однородных экологических выделов (аквальных комплексов).

В ходе проектирования системы слежения необходим детальный анализ имеющихся фондовых материалов и согласование программ деятельности всех организаций, участвующих в мониторинге. Система включает: 1) средства оперативного получения информации (автоматические станции и передвижные гидрохимические и гидробиологические лаборатории); 2) стационарные гидрохимические и гидробиологические лаборатории; 3) центр обработки информации [1].

На полигонах фонового наблюдения и пунктах высокой антропогенной нагрузки следует рекомендовать использование автоматизированных систем контроля загрязненности поверхностных вод (АНКОС-ВГ, АМА-201М и др.) с целью обнаружения опасных уровней загрязнения и оперативного прогнозирования изменений состава воды.

В ходе оценки материалов экологического мониторинга проводится статистический анализ, расчет индексов состояния, норм и др. Оценка полученных мониторинговых данных должна учитывать региональную специфику, а также суммарное влияние преобладающих загрязнителей на окружающую среду, включать расчет региональных ПДК загрязняющих веществ и получение региональных норм состояния водной системы. На основе анализа материалов информационной базы данных проводится оценка качества воды, выявляются зависимости качества от внешних эколого-географических условий водосбора и освоенности территории [2,3].

Организация регионального мониторинга водных объектов в условиях Тверской области должна включать два вида мониторинга – фоновый и импактный. Их сочетание создает возможности для

выявления основных тенденций антропогенных изменений и прогноза уровня регионального загрязнения воды, донных отложений, осадков, снежного покрова, выделения в пределах водных объектов гидроэкологических ситуаций разной степени напряженности.

Объектами мониторинговых наблюдений являются [4]: 1) природные аквальные комплексы рек и озер, неиспользуемые человеком; 2) аквальные комплексы природных водных объектов, используемые человеком; 3) созданные человеком природно-антропогенные водные объекты (аквальные комплексы водохранилищ, прудов); 4) созданные человеком искусственные (техногенные) водные объекты (каналы, шлюзы).

Для осуществления мониторинга водных объектов в пределах области должна быть создана сеть региональных станций. Реализация бассейнового принципа предполагает иерархическую градацию пунктов сети мониторинга, которая включает станции наблюдения, расположенные с учетом размера водосборных бассейнов (рек, озер, водохранилищ), крупности населенных пунктов, а также уровня антропогенной нагрузки.

Основные водосборные бассейны обеспечиваются базовыми станциями фоновой наблюдения («эталонными» полигонами), которые располагаются в районах, где отсутствует непосредственное антропогенное загрязняющее воздействие.

Наиболее значительными водотоками региона являются реки Волга, Западная Двина и Мста. В соответствии с бассейновым подходом для Тверской области могут быть рекомендованы следующие объекты–полигоны фоновой мониторинга, обеспечивающие получение информации об исходном состоянии водной среды: 1) «Исток реки Межи» (Центрально–Лесной биосферный заповедник) – бассейн р. Западной Двины; 2) природные заказники: «Исток Волги», «Сосницкий плес» (оз. Селигер), «оз.Верстово» – бассейн р.Волги; 3) природный заказник «оз.Кезадра» – бассейн р. Мсты.

Каждая станция фоновой наблюдения должна быть расположена на берегу природного водного объекта и иметь стационарный наблюдательный пункт и химическую лабораторию. Методика проведения экологического мониторинга водных объектов региона предполагает проведение комплексных (физико-географических, гидрометеорологических, гидрологических, гидробиологических, химических и др.) исследований [1], включая изучение биотического круговорота химических элементов и процессов самоочищения в естественных условиях. Станция обеспечивается соответствующими приборами и оборудованием для отбора проб воды, снега, донных отложений, водной растительности и др. Места отбора проб выбираются с учетом разнообразия аквальных комплексов и ландшафтно-экологических условий.

При размещении станций импактного наблюдения следует учитывать физико-географическую обстановку и степень антропогенного изменения водосборных бассейнов. Важнейшими критериями выбора места размещения станций должны быть расположение и тип водного объекта (река, озеро, водохранилище, канал), вид аквального комплекса, степень антропогенной трансформации (природно-антропогенные, техногенные объекты), а также близость крупных источников загрязнения. На берегах естественных водных объектов, активно используемых человеком, станции должны располагаться вблизи наиболее крупных населенных пунктов области: Тверь, Конаково, Ржев, Старица, Кимры, Калязин (р.Волга), Торжок, Медное (р.Тверца), Осташков (оз.Селигер, оз.Стерж), Селижарово (р.Селижаровка, р.Волга), Пено (оз.Пено, р.Жукопа), Селище (оз.Волго), Кувшиново (р.Осуга), Вышний Волочек (р.Цна, р.Мста, р.Тверца), Зубцов (р.Вазуза), Удомля (р.Съежа, оз.Удомля), Бежецк (р.Молога, р.Остречина), Максатиха (р.Волчина, р.Молога), Бологое (р.Березайка), Нелидово, Жарковский (р.Межа), Западная Двина и Андреаполь (р.Зап. Двина), Торопец (р.Торопа, оз.Кудинское), Оленино (р.Береза), Белый (р.Обша), Красный Холм и Молоково (р.Могоча), Верхняя Троица (р.Медведица), Кашин (р.Кашинка), Весьегонск (р.Кесьма) и др. Предполагаемое число региональных станций и их расположение должно обеспечить быстрое выявление всех негативных гидроэкологических тенденций в регионе.

В систему импактного экологического мониторинга рекомендуется включить природно-антропогенные водные объекты – водохранилища, с выделением различных аквальных комплексов, а также антропогенные (техногенные) водные объекты: канал им. Москвы, Новотверецкий и Старотверецкий каналы Вышневолоцкой водной системы.

На первых этапах создания системы мониторинга следует использовать существующую систему метеорологических и гидрологических постов. Так, в настоящее время наблюдения за гидрологическим и гидрохимическим режимом поверхностных водных объектов на территории области проводит Тверской Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Контроль качества воды обеспечивают ФГУ «Центрводхоз», ФГУ «ЦЛАТИ» по ЦФО, ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Тверской области».

Диагностика экологического состояния должна включать определение внешних антропогенных воздействий на водные объекты и систему наблюдений за источниками воздействия (промышленными и сельскохозяйственными предприятиями, рекреационными комплексами, промышленными зонами, городами и др.). Система слежения в наиболее важных пунктах (максимального загрязняющего воздействия и «эталонов чистоты») предполагает организацию и использование

автоматических станции наблюдений (например, в г.Твери, г.Удомле (Калининская АЭС), г.Конаково (Конаковская ГРЭС), на Ивановском водохранилище (приплотинный участок верхнего бьефа и в Госзаказнике «Завидово») и др.

Программа наблюдений на станциях импактного мониторинга содержит все виды наблюдений, проводимые на станциях фоновое слежения за поверхностными, подземными водами, донными отложениями и биотой. В то же время, особое внимание должно уделяться изучению антропогенного воздействия за счет загрязнения специфическими веществами, радиоактивными изотопами, тяжелыми металлами и др. В предлагаемых пунктах рекомендуется проведение ежемесячных наблюдений по гидробиологическим показателям в течение вегетационного периода. Мониторинг должен включать наблюдения за площадью зарастания, видовым составом, биомассой высшей водной растительности и фитопланктона, а также видовым составом и биомассой зообентоса, зоопланктона и ихтиофауны. Важной составной частью программы мониторинга являются ежегодные исследования ряда абиотических процессов в условиях водных экосистем, подверженных значительному антропогенному воздействию: переработка берегов и разрушение дна (в условиях абразионных и эрозионных аквальных комплексов литоральной зоны), сплавинообразование (в фито- и сплавинных комплексах), илонакопление (в глубоководных пелокомплексах) и др.

Базовый аналитический центр экологического мониторинга в Тверской области может быть создан на основе Центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей природной среды (г.Тверь). Функции Центра включают формирование и обработку банка данных, оценку экологического состояния водных объектов, разработку региональных нормативов, составление прогнозов развития экологических ситуаций на уровне аквальных комплексов, отдельных водных объектов и региона в целом, разработку рекомендаций административным органам для принятия решений по оптимизации и управлению экологическим состоянием окружающей природной среды области.

В соответствии с выделенными основными бассейнами и бассейнами притоков 1-го, 2-го и др. порядков возможно деление станций импактного мониторинга на несколько иерархических уровней. Станции 1-го уровня организуются на главных реках региона, располагаются в наиболее крупных населенных пунктах и обеспечиваются автоматизированными системами наблюдения. Станции 2-го уровня создаются в населенных пунктах на притоках 1-го порядка и обеспечиваются стационарными эколого-химическими лабораториями. В случае необходимости возможно проведение

наблюдений на станциях 3-го уровня с передвижными лабораториями в бассейнах притоков последующих порядков.

Рекомендуемое введение категорий пунктов в зависимости от местоположения и учета природно-антропогенных факторов предполагает соответствующие периодичность и программу проведения наблюдений. В пунктах 1-й категории в условиях автоматизированных систем исследуемая вода отбирается: 1000–3000 раз, в пунктах 2-й категории – 36–70 раз, в пунктах 3-й категории – 12–36 раз в год. При ручном анализе: в пунктах 1-й категории – 260–300 раз в год, в пунктах 2-й категории – 30–35 раз, в пунктах 3-й категории – 7–12 раз [1,2,3]. Наблюдения по обязательной программе проводятся: весной в период половодья (при наибольшем уровне воды), в летне-осенний период (при наиболее низком уровне воды), зимой (при наиболее низком уровне воды и наибольшей толщине льда).

На р. Волге рекомендуется проведение комплексных мониторинговых наблюдений на станциях 1-го уровня, обеспеченных полным комплексом приборов, оборудования и автоматической системой контроля загрязнения окружающей среды в наиболее крупных населенных пунктах (Тверь, Селижарово, Ржев, Старица, Конаково, Кимры, Калязин). Второй уровень станций необходимо сформировать в бассейнах притоков Волги первого порядка на реках: Селижаровке (пос. Селижарово), Вазузе (г. Зубцов), Тверце (г. Торжок, пос. Медное), Медведице (д. Верхняя Троица), Кашинке (г. Кашин), Мологе (г. Бежецк, пос. Максатиха).

На р. Западной Двине предлагается расположить станции 1-го уровня в г. Андреаполе и г. Западной Двине. В бассейнах притоков Западной Двины: на р. Меже (г. Нелидово и пос. Жарковский), на р. Торопе (г. Торопец и пос. Старая Торопа) – станции второго уровня.

На р. Мсте пункт наблюдений 1-го уровня возможно организовать ниже плотины Мстинского водохранилища, 2-го уровня – на р. Шлине (ниже плотины Шлинского водохранилища), на р. Цне (ниже Вышнего Волочка), на р. Съеже (ниже плотины Удомельского водохранилища).

Наиболее крупное в Тверской области озеро Селигер должно быть обеспечено пунктом мониторинга 1-го уровня в г. Осташкове.

Важнейшими объектами комплексных экологических наблюдений являются водохранилища. Схема расположения станций экологического мониторинга на водохранилищах Тверской области включает следующие обязательные пункты: на Ивановском водохранилище (пос. Эммаус, пос. Городня, пос. Новозавидовский, г. Конаково, пристань Большая Волга), на Верхневолжском водохранилище (пос. Пено, с. Селище), на Угличском водохранилище (г. Кимры, г. Калязин, г. Белый Городок), на Рыбинском водохранилище (г. Весьегонск), на Вышневолоцком водохранилище (г. Вышний

Волочек), на Мстинском водохранилище (выше плотины), на Удомельском водохранилище (г. Удомля). Для Иваньковского, Угличского и Удомельского водохранилищ следует использовать существующую систему наблюдения, которая обеспечивается Институтом водных проблем РАН (г. Конаково), «Водоканалом» (г. Дубна) и отделом охраны окружающей среды Калининской АЭС.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования. Таким образом, в пределах административного региона организация и проведение гидроэкологического мониторинга должны базироваться на бассейновом и ландшафтном подходах. Ландшафтная классификация аквальных комплексов может быть предложена как методическая основа для целей формирования сети наблюдения экологического мониторинга водных экосистем региона. Внутрорегиональными операционными единицами наблюдения в этом случае могут быть аквальные комплексы различных иерархических уровней. В дальнейшем на базе принципа ландшафтной дифференциации и выделения аквакомплексов возможна разработка блок-схем сети пунктов мониторинга крупных региональных водных объектов. Предлагаемая система основных природных объектов мониторинга позволит провести инвентаризацию антропогенных источников загрязнителей водных экосистем и отдельных аквальных комплексов Тверской области, получить информацию о фактическом загрязнении вод, дать анализ экологического состояния и рекомендации планирующим и хозяйственным органам по уменьшению негативного воздействия на водную среду региона.

Список литературы:

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А., Меньшиков В.В. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Изд-во МНЭПУ, М., 2001. 335 с.
2. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных экосистем. Изд-во «Наука». СПб., 2004. 294с.
3. Емельянов А.Г., Тихомиров О.А. Геоэкологический мониторинг. Тверь, 2013. 107с.
4. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния окружающей среды. М., Гидрометеиздат, 1984. 560с.
5. Тихомиров О.А. Классификация и оценка экологического состояния аквальных геоэкосистем Верхней Волги. Проблемы региональной экологии. М., 2005, с.28-36.
6. Тихомиров О.А. Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Тверь, 2008. 308с.

**FORMATION OF MONITORING SUBSYSTEM'S
ECOLOGICAL STATE
OF REGIONAL WATER BODIES.
(ON THE EXAMPLE OF THE TVER REGION)**

О.А.Тikhomirov
Tver State University, Tver

Current issues of environmental monitoring and approaches to developing of the regional environmental monitoring of subsystem of water bodies are given to consideration in this article, hierarchical levels of monitoring stations and objects of monitoring on the example of the Tver region are proposed.

Keywords: environmental monitoring, regional subsystem, water bodies.

Об авторе:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, заведующий кафедрой физической географии и экологии ТвГУ.

Адрес: 170021 Тверь, ул. Прошина, д.3, корп.2. Тел.: (4822) 77-84-21, 8-910-931-83-23, e-mail: tikhomirovoa@mail.ru