

## ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 577.4 + 581.524

### К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕГИОНА

**О.А. Тихомиров, П.М. Пахомов**

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.

Целью 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; 2]. Создание региональной системы эколого-гидрохимического мониторинга представляет собой сложную организационную и методическую задачу.

Анализ современного состояния обсуждаемой проблемы свидетельствует об отсутствии в России единой системы слежения за эколого-гидрохимическим состоянием водных объектов, а региональные системы мониторинга находятся на начальных стадиях организации. 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 системного характера. В Российской Федерации 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» [1–3].

До настоящего времени в нашей стране не разработаны методы выявления источников экологической опасности, критерии оценки гидрохимического состояния, динамики и прогнозирования водных

экосистем, не внедрены технологии сбора, хранения и оперативного представления ГИС-информации о состоянии водных объектов в целях ее дальнейшего анализа и моделирования протекающих процессов [2].

Современные требования обеспечения экологической безопасности определяют актуальность задачи разработки методологических подходов к ведению гидрохимических наблюдений. Остается необходимость создания типовых блок-схем регионального экологического мониторинга, банков данных по химическим и экологическим показателям, программного обеспечения ГИС-технологии сбора и хранения информации для целей анализа и прогноза качества воды.

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

*Материал и результаты исследований.* Мониторинг представляет собой систему наблюдений за антропогенными изменениями природной среды, оценки и прогноза ее состояния на фоне естественных изменений [2–4]. По мнению ряда современных исследователей, водно-экологический мониторинг – это система слежения, оценки и прогноза состояния водных экосистем [1; 2]. Задачей эколого-гидрохимического 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.

Организация эколого-гидрохимического мониторинга водных объектов предполагает системный подход к исследованию территории на уровне административного региона. В региональную систему должны входить блоки: наблюдения, оценки состояния и прогноза возможных изменений экологического состояния и гидрохимических показателей.

Система эколого-гидрохимического мониторинга водных объектов на уровне административного региона включает блоки наблюдения, оценки, прогноза возможных изменений и управления экологическим состоянием. Анализ деятельности ряда государственных служб РФ («Госкомгидромета», «Росприроднадзора», санитарно-эпидемиологических станций «Роспотребнадзора» и др.), обеспечивающих контроль экологического состояния природной среды, позволил предложить блок-схему системы эколого-гидрохимического мониторинга региона.

*Система слежения* – это комплекс специального оборудования, предназначенного для наблюдения за изменениями природных компонентов и свойств водной экосистемы [1]. На первом этапе

формирования подсистемы эколого-гидрохимического мониторинга необходимы разработка и размещение систем слежения. Система слежения формирует банк данных и передает информацию системе оценки. В региональную систему слежения включается фоновый и импактный мониторинг. Под импактным мониторингом понимается локальный, близкий к источникам загрязнения (точечный) мониторинг. Сочетание «фоновых» и «импактных» наблюдений 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.

Система должна включать мониторинг источников воздействия и мониторинг состояния водных объектов (рек, озер, водохранилищ) по химическим, физическим и биологическим показателям.

*Система оценки* предполагает получение качественной и количественной оценки состояния, свойств и степени антропогенных изменений водных объектов. Геоинформация накапливается в банке данных. Собираются фондовые материалы, позволяющие провести ретроспективную оценку гидрохимических показателей природных комплексов и компонентов водных объектов. Завершающий этап – оценка современного состояния водных экосистем региона.

*Цель прогноза* – оценка возможных изменений эколого-гидрохимических свойств и состояния водной системы, 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 динамики экологического состояния компонентов и аквальных комплексов водных экосистем. На базе полученных прогнозных характеристик проводятся итоговая оценка воздействия на водные объекты, выделяются проблемные экологические ситуации различной степени напряженности уровни возможных антропогенных изменений и экологических последствий на уровне региона.

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

Создание системы регионального эколого-гидрохимического мониторинга водных объектов определяется методологией организации и решением проблемы формирования сети пунктов наблюдений, их режима и функционирования.

Объектами мониторинговых наблюдений являются: 1) природные аквальные комплексы (экосистемы) участков 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) техногенные водные объекты (каналы, регулируемые обводнительные системы).

Главная задача программы мониторинга (её гидрохимической части) – наблюдения за качеством поверхностных вод и гидробиологическими характеристиками.

Последовательность формирования системы мониторинга водных объектов предполагает следующие этапы:

1. оценку экологической обстановки в регионе;
2. создание банка данных эколого-гидрохимической информации;
3. организацию геоинформационных систем с использованием данных дистанционных съемок (подготовка электронных карт, экологического атласа);
4. создание сети эколого-гидрохимического слежения на местности (пунктов и полигонов фонового и импактного наблюдения на водоемах и водотоках);
5. организацию эколого-химических лабораторий и автоматизированных станций контроля загрязненности вод;
6. создание Центра комплексной оценки эколого-гидрохимического состояния водных объектов региона при областной Администрации для принятия управляющих решений.

В пределах административного региона организация и проведение гидроэкологического мониторинга должны базироваться, на наш взгляд, на бассейновом и ландшафтном подходах, с выделением типичных аквальных комплексов (локальных экосистем) водных ландшафтов [5; 6].

Реализация бассейнового принципа предполагает иерархическую градацию пунктов сети мониторинга, которая включает станции наблюдения, расположенные с учетом площади водосборных бассейнов (рек, озер, водохранилищ), крупности населенных пунктов, а также уровня антропогенной нагрузки. Основные водосборные бассейны обеспечиваются базовыми станциями фонового наблюдения («эталонными» полигонами), которые располагаются в районах, где отсутствует непосредственное антропогенное загрязняющее воздействие.

Организация сети станций наблюдения фонового и импактного мониторинга должна, на наш взгляд, базироваться на принципе ландшафтного устройства водоемов и водотоков. Методической основой выбора точек 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, сплавино-аккумулятивные, планктоно-аккумулятивные, нейтральные, эрозионные, абразионные). Для малых водных объектов 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 должны завершаться составлением и анализом карт аквальных комплексов, которые могут позволить обеспечить обоснованный выбор пунктов наблюдений, выявить в пределах водных объектов аккумулятивные аквальные комплексы (локальные экосистемы) – 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.

*Создание сети пунктов и программы гидрохимических наблюдений.* Система эколого-гидрохимического мониторинга водных объектов опирается на сеть пунктов (точек, профилей, полигонов) наблюдений. Она состоит из наиболее репрезентативных пунктов и участков опасных с экологической точки зрения.

Выбор пунктов наблюдения следует проводить с учетом естественных границ бассейнов рек, природно-территориальных и аквальных комплексов. В ходе создания сети учитывается число и площади бассейнов, ландшафтных и административных единиц, плотность населения в пределах территории. Далее районы ранжируются по социально-экономическим характеристикам и степени пригодности для региональных, локальных или фоновых наблюдений. Сеть должна быть чаще в городских условиях, на более освоенных территориях (промышленных, селитебных), а также в случае преобладания речных (высокодинамичных) аквальных систем и большого разнообразия ландшафтной структуры исследуемого региона.

Организация системы пунктов требует учета региональной специфики физико-географических и социально-экономических условий, которые необходимо выявить в ходе предварительных исследований, позволяющих оценить природные особенности

аквальных и территориальных комплексов, степень трансформации водосборных бассейнов, величину антропогенных нагрузок и др. Подобные работы завершаются анализом полученных данных и составлением серии электронных экологических карт, которые могут позволить обеспечить обоснованный выбор пунктов наблюдений, выявить эталонные, стабильные (устойчивые) участки, аквальные комплексы – накопители загрязнений и комплексы возможного возникновения потенциальных проблемных экологических ситуаций и др.

Сеть стационарных наблюдений в системах регионального эколого-гидрохимического мониторинга в пределах крупных водных объектов должна формироваться с учетом числа однородных экологических выделов (аквакомплексов).

При мониторинге загрязнения, особенно в условиях скоплений крупных промышленных предприятий и потенциального экологического риска, схема постов наблюдений строится в соответствии с плотностью населения. Здесь особенно важна достаточная частота отбора проб, чувствительность приборов наблюдения, оперативность обработки результатов.

В ходе проектирования *системы слежения* необходим анализ имеющихся фондовых материалов и согласование программ деятельности всех организаций, участвующих в мониторинге. Следует обеспечить максимально широкий охват экологическим контролем промышленных объектов – источников загрязнения.

На полигонах фонового наблюдения и пунктах максимального антропогенного загрязнения следует рекомендовать широкое использование автоматизированной системы контроля загрязненности поверхностных вод (АНКОС–ВГ и АМА–201М) с целью обнаружения опасных уровней загрязненности и оперативного прогнозирования изменений состава воды (от нескольких часов до 5 суток). Системы включают:

1. средства оперативного получения информации (автоматические станции и передвижные гидрохимические и гидробиологические лаборатории);
2. стационарные гидрохимические и гидробиологические лаборатории;
3. центр обработки информации. Перечень параметров составляет от 25 до 45 показателей. Передвижные лаборатории ПГХЛ–1 определяют 25 параметров. Частота наблюдений от 1–4 раз в месяц до 12 раз в сутки [1; 4].

При размещении станций импактного наблюдения следует учитывать физико-географические условия местности (климатические, геоморфологические, геологические, почвенные, водно-ландшафтные и др.). Важнейшими критериями выбора места размещения станций

должны быть расположение и тип водного объекта (река, озеро, водохранилище, канал) и аквального комплекса (локальной экосистемы), а также близость крупных источников загрязнения

Рядом авторов [1–4] рекомендуется введение 4-х категорий пунктов наблюдений, в зависимости от местоположения и учета природно-антропогенных факторов. Периодичность проведения наблюдений и программа устанавливаются в соответствии с категорией пункта. В условиях автоматизированных систем исследуемая вода отбирается: в пунктах 1-й категории – 1000–3000 раз, в пунктах 2-й категории – 30–35 раз, в пунктах 3-й и 4-й категории – 12–35 раз в год. При ручном анализе: в пунктах 1-й категории – 260–300 раз, в пунктах 2-й категории – 30–35 раз, в пунктах 3-й и 4-й категории – 7–12 раз в год. Наблюдения по обязательной программе проводятся: весной в период половодья (при наибольшем уровне воды), в летне-осеннем периоде (при наиболее низком уровне воды), зимой (при наиболее низком уровне воды и наибольшей толщине льда).

Программа мониторинга на фоновых полигонах (станциях) должна включать комплекс наблюдений за водными средами (поверхностными водами, включая взвеси и донные отложения), снежным покровом, атмосферными выпадениями и подземными водами.

Состав гидрометеопоказателей наблюдений на водных объектах включает: уровень, расход, волнение, течения, ледовый покров, распространение водной растительности, уровень грунтовых вод. Кроме того, измеряются показатели гидрометеорологического режима: температуры воды и воздуха, скорости и направления ветра и течений, прозрачности и цветности воды, осадков, снежного покрова, температуры почвы и др.

Программа наблюдений за загрязнениями на станциях включают слежение за поверхностными и подземными водами, которые проводятся в гидрологические периоды (половодье, межень, паводки), за донными отложениями – один раз в год. Измеряемые показатели для воды и снега: биогенные элементы, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, 3,4-бенз(а)пирен, ДДТ и др. хлорорганические соединения, главные катионы и анионы. Кроме того, рекомендуется определение фенолов, СПАВ, БПК<sub>5</sub>, специфических для данного района веществ и показателей среды (растворенного кислорода, рН, сероводорода, нитратного, нитритного и аммонийного азота, пятивалентного и общего фосфора, кремния). Исследование снежного покрова предполагает отбор интегральной пробы перед сходом снега, осадков – 1 раз в месяц. Измеряемые показатели: биогенные элементы, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, 3,4-бенз(а)пирен, ДДТ и др.

В предлагаемых пунктах [1; 5] 1–3-й категорий рекомендуется проводить наблюдения по гидробиологическим показателям

ежемесячно по сокращенной и ежеквартально по полной программе. При этом в пунктах 3-й категории рекомендуется ежемесячные наблюдения в вегетационный период, а в пунктах 4-й категории – ежеквартально. Наблюдения проводятся за площадью зарастания, видовым составом и биомассой высшей растительности и фитопланктона. Сокращенная программа: в соответствии с гидрологическими фазами: половодье – весна, летняя межень, осень, зимняя межень. Полная программа реализуется в сроки наступления основных сезонных максимумов развития гидробионтов и характерных изменений свойств абиотической среды, обусловленных сезонным изменением водности и видом антропогенного воздействия. Сокращенная программа – проводится по меньшему числу параметров и в сроки межэкстремального изменения экологических компонентов.

*Оценка полученных данных* должна учитывать региональную специфику, а также суммарное влияние доминирующих загрязнителей, включать расчет региональных ПДК загрязнителей для человека и биоты.

Особенности систем оценок направлены на расчет стока загрязнений, а также определение степени самоочищения, которая может быть выражена в процентах убыли концентрации загрязняющего вещества относительно его первоначального значения.

На основе анализа материалов информационной базы данных проводится оценка уровня трофии и качества воды, выявляются зависимости качества и трофии от внешних эколого-географических условий водосбора и освоенности территории. Оценка состояний водных объектов обеспечивается путем сопоставления уровня эколого-гидрохимического состояния с нормативными показателями. Проводится статистический анализ, расчет индексов состояния, норм и др.

Планирование мониторинговых исследований должно учитывать ряд требований:

1. При выборе пунктов наблюдений необходимо охватить разнообразие физико-географических и социально-экономических условий антропогенного воздействия и антропогенного изменения водных систем;

2. Следует согласовать пункты и сроки наблюдений, выполняемых различными организациями («Росгидромет», СЭС и др.). Рекомендуется проведение синхронных наблюдений и получение временных и пространственных рядов данных по комплексу показателей;

3. Необходимо учитывать внутригодовую изменчивость параметров естественного и антропогенного режимов (выделение экстремумов изменения компонентов);

4. Выбор необходимых критериев для целей регламентирования и нормирования должен обуславливаться антропоэкологическим и

биоэкологическим подходами и проводится на уровне аквальных комплексов (экосистемном уровне исследований);

5. Экологическая регламентация должна проводиться с выделением типичных и переходных состояний экосистем (качества воды, классов трофии и др.). Нормы состояния и нормы воздействия на экосистему устанавливаются с учетом приоритетов природопользования. Нормы для водоема в целом должны устанавливаться по слабому звену водной геосистемы. На региональном уровне слабым звеном является наименее устойчивая (наиболее уязвимая) водная экосистема.

Организация регионального мониторинга водных объектов в условиях Тверской области должна включать два вида мониторинга: фоновый и импактный.

Целью фоновой эколого-гидрохимического мониторинга [3; 4] в регионе является проведение долговременных систематических наблюдений за уровнем содержания загрязняющих веществ в водных объектах Тверской области, находящихся на значительном расстоянии от источников вредных выбросов. Проведение подобных наблюдений позволяет выявить региональные фоновые изменения, а также послужить материалом для выявления глобальных тенденций изменения фоновых показателей. Комплексный импактный мониторинг предполагает наблюдения за источниками антропогенного воздействия и загрязнением воды, донных отложений, почв, осадков, снежного покрова.

На первых этапах создания системы мониторинга следует использовать существующую систему Гидрометеорологической службы, метео- 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».

Наиболее значительными водотоками Тверского 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 Волги» (природный заказник); 2) «Исток реки Межи» (Центрально-Лесной биосферный заповедник) – бассейн р. Западной Двины; 3) Сосницкий плес (оз. Селигер) – бассейн р. Волги; 4) оз. Верстово (природный заказник) – бассейн р. Мологи; 4) оз. Кезадра (природный заказник) – бассейн р. Мсты. В пределах полигона фоновой наблюдения выбираются места отбора проб воды,

донных отложений, водной растительности и др. с учетом разнообразия аквальных комплексов (ландшафтно-экологических условий).

Методика проведения экологического мониторинга водных объектов региона предполагает проведение комплексных (гидрометеорологических, гидробиологических, химических и др.) исследований, включая изучение биотического круговорота химических элементов и процессов самоочищения как в естественных условиях, так и в условиях антропогенного загрязнения.

В предлагаемых пунктах рекомендуется также проведение наблюдений по гидробиологическим показателям ежемесячно в течение вегетационного периода. Мониторинг включает наблюдения за площадью зарастания, видовым составом, биомассой высшей водной растительности и фитопланктона, а также видовым составом и биомассой зообентоса, зоопланктона и ихтиофауны. В программу должны быть включены 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), сплавинаобразование (в фито- и сплавинных комплексах), илонакопление (в глубоководных пелокомплексах) и др.

Важнейшими критериями выбора места размещения станций должны быть расположение и тип водного объекта (река, озеро, водохранилище, канал), род и вид аквального комплекса, степень антропогенной трансформации (природные, природно-антропогенные, техногенные объекты), а также близость крупных источников загрязнения.

На берегах природных водных объектов, активно используемых человеком, станции *импактного* мониторинга должны располагаться вблизи наиболее крупных населенных пунктов Тверской 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. Число региональных станций и их расположение должно обеспечивать быстрое выявление всех негативных экологических тенденций в регионе.

В систему слежения рекомендуется включить природно-антропогенные водные объекты – водохранилища (Верхневолжское,

Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Вазузское, Вышневолоцкое), с выделением различных аквальных комплексов, и техногенные водные объекты (канал им. Москвы, каналы Вышневолоцкой водной системы: Новотверецкий и Старотверецкий).

Сеть стационарных наблюдений в системах регионального эколого-гидрохимического мониторинга в пределах крупного водного объекта (например, Рыбинского водохранилища, оз. Селигер, Иваньковского водохранилища) должна формироваться с учетом числа однородных экологических выделов (аквакомплексов).

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.

Таким образом, в пределах административного региона организация и проведение эколого-гидрохимического мониторинга должны базироваться на бассейновом и ландшафтном подходах. Ландшафтная классификация аквальных комплексов может быть рекомендована как методическая основа для целей формирования сети наблюдения экологического мониторинга водных экосистем региона. Выделенные аквальные комплексы различных иерархических уровней могут быть предложены в качестве операционных единиц мониторинговых наблюдений. В дальнейшем на базе принципа ландшафтной дифференциации и выделения аквакомплексов возможна разработка детальных 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. М.: МНЭПУ, 2001. 335 с.

2. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния окружающей среды. М.: Гидрометеиздат, 1984. 56 0с.
3. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных экосистем. СПб.: Наука, 2004. 294 с.
4. Емельянов А.Г., Тихомиров О.А. Геоэкологический мониторинг. Тверь, 2013. 107 с.
5. Тихомиров О.А. // Проблемы региональной экологии. 2005. № 1. С. 28-36.
6. Тихомиров О.А. Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Монография. Тверь, 2008. 308 с.

## **FORMATION OF MONITORING SUBSYSTEMS ECOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL STATE OF REGIONAL WATER BODIES**

**O.A. Tikhomirov, P.M. Pakhomov**

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 авторах:*

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, заведующий кафедрой физической географии и экологии Тверского государственного университета, e-mail: tikhomirovoa@mail.ru

ПАХОМОВ Павел Михайлович – доктор химических наук, заведующий кафедрой физической химии Тверского государственного университета, e-mail: pavel.pakhomov@mail.ru