

МОНИТОРИНГ БЕРЕГОВ РЕК В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Д.И. Школьный, А.С. Завадский

E-mail: danila.hydro@yandex.ru

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова», Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ: В последнее десятилетие в России реализуется программа государственного мониторинга водных объектов, направленная на сбор и обобщение актуальной информации о состоянии рек, озер, водохранилищ. Полученные данные вносятся в единую автоматизированную информационную систему государственного мониторинга водных объектов – АИС ГМВО, доступную любому пользователю в формате веб-справочника. Основным массивом информации АИС ГМВО являются материалы наблюдений за гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими характеристиками водных объектов на станциях и постах, подведомственных Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Важной составляющей мониторинга водных объектов являются данные стационарных наблюдений за изменчивостью и состоянием берегов в пределах водоохранных зон. В случае дальнейшего развития сети мониторинга, методического совершенствования и унификации программы наблюдений анализ получаемых данных будет иметь большую научную и практическую значимость, позволяя значительно расширить представление о региональных особенностях и пространственно-временной изменчивости русловых процессов на территории России. В статье проанализировано современное состояние системы мониторинга берегов на основании данных более чем десятилетнего периода, оценены результаты и перспективы развития АИС ГМВО.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мониторинг состояния водных объектов, автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО), размыв берегов, русловые деформации, экстремальные гидрологические явления, СКИОВО.

Финансирование: Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ №18-05-00487.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И МЕСТО В НЕЙ МОНИТОРИНГА БЕРЕГОВ

Государственный мониторинг водных объектов направлен на обеспечение безопасности и надежности водопользования, выработку на основе комплексного анализа состояния водных объектов экономически эффек-

© Школьный Д.И., Завадский А.С., 2021

тивных и экологически безопасных вариантов водохозяйственных решений [1]. Однако в сложившейся практике функционирования системы государственного мониторинга водных объектов очевидна тенденция к одновременному решению множества разноплановых задач, что влечет за собой большое количество исполнителей, различный подход к сбору и организации материалов и, в конечном счете, влияет на качественный уровень полученной информации.

Концепция мониторинга водных объектов начала формироваться при подготовке Стокгольмской конференции ООН 1972 г. по проблемам окружающей среды. В российской науке она была развита Ю.А. Израэлем [2], утверждавшим, что мониторинг – это информационная система для обнаружения антропогенных изменений окружающей среды на фоне ее естественных колебаний. Воплощением этих идей на государственном уровне стало создание государственной службы наблюдений и контроля состояния окружающей среды, расширение государственного водного кадастра как первого опыта обобщения данных наблюдений за водными объектами, ведущихся с 1930-х годов. Была заложена сеть наблюдений за составом и загрязнением поверхностных вод, действующая по настоящее время.

В Российской Федерации основными законодательными актами, регламентирующими проведение государственного мониторинга водных объектов, являются «Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов» [3] 1997 г. и пришедшее ему на смену «Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов» [4] 2007 г. Именно в последнем документе впервые в состав наблюдений был введен гидроморфологический мониторинг [5], определены его цели и задачи, включающие наблюдения за состоянием берегов, дна водотоков и водоемов и их водоохранных зон. Однако в данном положении необходимость гидроморфологического мониторинга только декларировалась, его реальное проведение и пространственное распространение началось лишь после выхода «Методических указаний...» [6] по проведению наблюдений в 2014 г.

В отличие от действующей сети пунктов наблюдений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), привязанной к определенным станциям, мониторинг берегов, согласно [6], подразумевает анализ изменения состояния водного объекта на участках взаимодействия с различными видами хозяйственной деятельности, в первую очередь, в пределах населенных пунктов и на участках переходов транспортных и инженерных коммуникаций. В связи с невозможностью выполнения этих задач без инструментальных наблюдений, методические указания практически полностью были основаны на положениях отраслевых нормативных документов по учету руслового процесса [7–9]. Однако при всех несомненных достоинствах последние являются узкоспециализированными и направленными на решение конкретных инженерно-технических задач.

Анализ технических заданий в рамках региональных контрактов на выполнение мониторинга водных объектов, доступных в Единой информационной системе в сфере закупок (ЕИС), показывает, что из-за сложности однозначной трактовки методических указаний требования к выполнению мониторинга берегов чрезвычайно разнообразны и варьируют от точечных инженерно-геодезических съемок локальных эрозионных участков до выполнения полноценных научных исследований на бассейновом или региональном уровнях, включающих гидролого-морфологический анализ русловых процессов, ретроспективные и прогнозные оценки русловых переформирований. В результате исполнитель работ нередко подстраивает понимание формулировок методических указаний к мониторинговым наблюдениям под собственные технические и кадровые возможности.

Система мониторинга в описанном виде начала разрабатываться после введения в 2006 г. Водного кодекса РФ, приведшего к единому стандарту все связанные с водными ресурсами нормативные акты и программы. Параллельно с системой мониторинга началась разработка региональных схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО), устанавливающих, в числе прочего, целевые показатели состояния водных объектов и необходимые для их достижения водохозяйственные мероприятия. Таким образом, основной задачей системы государственного мониторинга должна была стать комплексная оценка состояния водных объектов, влияния антропогенных воздействий в рамках контроля реализации СКИОВО [10]. В качестве основного нормативного документа при разработке СКИОВО были приняты утвержденные Минприроды России «Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов» [11]. К сожалению, в этом документе отсутствует описание методических подходов, регламентирующих научную основу изучения русловых процессов, представлены только общие требования о необходимости учета негативного воздействия вод. При этом основной акцент рекомендуется делать на «вопросы негативного воздействия вод, связанного с затоплением вследствие наводнений» ([11], п. 20.11). Для большинства же регионов России негативное воздействие вод, связанное с опасными формами проявления русловых деформаций, как минимум, сопоставимо с экономическим ущербом, наносимым экстремальными гидрологическими явлениями [12].

Разработчики региональных СКИОВО по-разному подходили к необходимому уровню анализа и прогноза русловых процессов, обоснованию мероприятий, направленных на мониторинг русловых переформирований на водных объектах. Для ряда речных бассейнов были реализованы комплексные научные исследования, позволившие в полной мере охарактеризовать русловый режим рек и детально проработать стратегию предотвращения (снижения) негативного воздействия русловых процессов на приречные территории [13]. Последняя, в этом случае, включала региональную программу мониторинга

за состоянием дна, берегов, изменениями морфометрических особенностей водных объектов, учитывающую специфику конкретного речного бассейна.

Обзор нормативно-законодательных документов зарубежных стран (не претендующий на полноту) показал отсутствие на государственном уровне систем по проведению целенаправленного мониторинга берегов водных объектов. В отдельных странах (например, во Франции [14]) размыв берегов оценивается как гидроморфологическая характеристика в створах отбора проб воды на химический и токсикологический анализ при гидрохимическом мониторинге качества поверхностных вод. Примером реализации мониторинга русловых процессов является его проведение в тесной связи с другими видами гидроморфологических и гидрологических наблюдений, основной задачей которых определен комплексный анализ состояния речных систем. Подобные программы широко распространены в США и Австралии [15, 16] и направлены на предотвращение последствий наводнений, разрушения хозяйственной инфраструктуры на приречных территориях, восстановление экологической и эстетической привлекательности долинных комплексов, а также на оздоровление малых рек и их биоты путем уменьшения поступления в русло наносов.

Недостатки реализации программы мониторинга берегов

В Российской Федерации при разработке методических указаний по осуществлению мониторинга берегов [6] были использованы положения и подходы, лежащие в основе нормативных документов по учету русловых процессов при строительстве и эксплуатации подводных переходов трубопроводов [7–9] без их адаптации к широкому спектру гидроэкологических проблем, связанных с эрозионно-аккумулятивными процессами на приречных территориях. Как в [7–9], так и в [6], приводится общая классификация видов антропогенной деятельности в речных бассейнах. Именно на нее обычно опираются разработчики и исполнители региональных программ мониторинга водных объектов при обосновании сети пунктов наблюдений за состоянием дна и берегов в пределах водоохранных зон. Более целесообразно использовать интегральную оценку природно-антропогенной напряженности в пределах населенных пунктов, основанную на суммировании баллов по целому ряду критериев, характеризующих интенсивность и направленность русловых деформаций, степень проявления прочих экзогенных процессов в пределах водоохранных зон, уровень их хозяйственного освоения, вероятность активизации/снижения интенсивности русловых деформаций в пределах населенных пунктов. Подобные подходы давно разработаны и применяются для интегральных оценок степени опасности русловых процессов в условиях различной плотности хозяйственного освоения приречных территорий [17–19]. В частности, для рек бассейна Оби и Иртыша в границах Ханты-Мансийского автономного округа-Югры авторами на основе

интегрального балла природно-антропогенной напряженности в пределах водоохранных зон была разработана очередность, состав работ и периодичность реализации программы мониторинга в пределах населенных пунктов и пересекающих водные объекты гидротехнических сооружений.

Существующие методические указания по реализации мониторинга берегов, основанные на «инженерном» подходе [7, 8], не позволяют обеспечивать требуемую в условиях постоянно возрастающей частоты возникновения опасных гидрологических явлений потребность в оперативном и точном прогнозировании русловых процессов [20]. Развитие и увеличение доступности технологий дистанционного зондирования Земли и аэрофотосъемки позволяют производить первичную оценку русловых деформаций в больших масштабах и зачастую с большим временным охватом, экстраполируя данные точечных наблюдений на протяженные участки рек, в пределах которых проявляется опасность русловых процессов. Таким образом, становится актуальным внедрение в состав программы работ по мониторингу берегов так называемой «следающей морфологической съемки» как дополнения к полевым визуальным обследованиям.

Еще одним аспектом организации мониторинга берегов, абсолютно не проработанным в действующих методических указаниях, является обоснование его проведения на пограничных речных участках, где русловые процессы приобретают геополитический контекст. Наиболее ярким примером обязательного мониторинга являются русловые переформирования на реках Амур, Уссури, Аргунь, по фарватеру которых проходят протяженные участки водных границ между Россией и КНР [21, 22]. Деформации берегов данных рек, сами по себе имеющие высокие фоновые скорости, усиливаются в результате проведения масштабных берегозащитных и противопаводковых мероприятий, реализуемых преимущественно на китайской территории [23, 24], что повышает гидроэкологическую напряженность в пределах российской береговой части и зачастую создает угрозы ощутимых территориальных потерь для России.

Отдельно стоит указать на недостатки систематизации и хранения результатов мониторинга. В 2014 г. запущена система АИС ГМВО, ставшая значительным шагом вперед с точки зрения доступности и открытости различной гидрометеорологической информации. Для унификации была разработана табличная форма передачи информации в базу данных по каждому из видов мониторинговых наблюдений [25]. Информация о состоянии берегов заносится в соответствующую форму и включает описание объекта мониторинга (название, тип, код водного объекта и принадлежность к водохозяйственному участку), его местоположение (координаты и описание) и результаты наблюдений (вид наблюдений, дата проведения, изменение положения береговой линии в метрах, описание динамики и причин изменений, их возможных последствий и создаваемой опасности). Таким об-

разом, результаты выполняемых согласно методическим указаниям работ различного масштаба в отчетной форме сводятся к одной или нескольким цифрам (зачастую характеризующим максимальное изменение за период) и краткому описанию происходящего процесса. Значительная часть получаемой в ходе мониторинга информации не может быть включена в таблицы и поэтому становится практически недоступной для анализа широкому кругу потенциальных потребителей.

При удобстве и простоте заполнения таблиц анализ накопленных в системе материалов (по состоянию на март 2020 г.) показал существенные разночтения в подходе исполнителей к их заполнению. Отмечается значительная несогласованность между объемом выполненных наблюдений и их внесением в таблицы: к примеру, исполнители могут вносить в координаты участков наблюдений как непосредственные местоположения реперных пунктов, так и граничные координаты участков. В результате этого на отдельных участках мониторинга с отсутствующими или минимальными модулями деформаций в систему заносится большое количество нулевых значений отступления, а на других участках с активными деформациями – только максимальное значение размыва. Это усложняет или делает невозможным анализ полученных результатов, в т. ч. статистический. При внесении данных наблюдений в формы исполнитель вынужден выбирать между способами измерения «эккер/рулетка» и «иными инструментальными», что не дает возможности отразить реально использованный метод. Создание реперной сети зачастую не позволяет выделить максимальные значения размыва на участке, а результаты сопоставления плановых аэро- и космических съемок, получающих большое распространение в последние годы, полноценно в АИС в ее текущем виде внести невозможно.

Неоднозначны значения отступления берегов, т. к. не всегда можно достоверно определить предыдущий период наблюдений по данным таблиц и понять, что имел ввиду исполнитель при их заполнении: так, при первичном мониторинге некоторые исполнители указывают величину размыва по данным сопоставления с историческими картографическими или спутниковыми материалами (что абсолютно согласуется с методическими указаниями), в то время как многие другие указывают нулевые значения (что также обосновывается отсутствием данных для сопоставления). Наконец, для значительной части внесенных в АИС створов размыва дополнительная информация отсутствует или малоинформативна (например, «размыв правого берега», «боковая эрозия» и др.). Похожая ситуация наблюдается и по другим видам гидроморфологического мониторинга. Таким образом, в своем нынешнем виде мониторинговая информация из АИС ГМВО представляет формальные таблицы, механически отображающие отрывочные сведения неопределенной объективности, что вызывает сомнение в их практической пользе и возможности в перспективе использовать для достижения основных и специальных целей мониторинга [5].

В результате система мониторинга и хранения данных при всех своих плюсах подвергается обоснованной критике, в первую очередь, – из-за недостаточной эффективности в связи с непониманием водопользователями и исполнителями конечного предназначения собираемых данных [26] и отсутствием однозначного толкования разделов форм для внесения информации [5, 27]. Большое количество неоднородностей в данных свидетельствует об отсутствии процедуры верификации (или единой методики данной процедуры) при их поступлении от заказчиков работ в бассейновые управления.

В настоящее время табличное хранение данных мониторинга берегов является финальным этапом его выполнения. Отсутствует дальнейший программный продукт, визуализирующий современное состояние мониторинговой сети и проблемные участки с опасными проявлениями русловых процессов. Информация о гидроморфологическом мониторинге в ежегодных докладах Министерства природных ресурсов и экологии РФ и его региональных органов отсутствует или минимальна. При этом на территории России существует сопоставимая сеть со сходными задачами, наблюдения на которой частично перекликаются с гидроморфологическим мониторингом – это действующая с 2001 г. сеть мониторинга экзогенных геологических процессов в рамках государственного мониторинга состояния недр. [28]. Большое внимание в рамках данной сети уделяется оползневым процессам, в т. ч. на берегах рек [29] – при этом в результатах рассматриваемого государственного мониторинга берегов 14 % точек имеют в описании оползневые процессы в качестве причины отступления берега.

Результаты мониторинга экзогенных процессов имеют пространственную визуализацию, реализованную в виде общедоступной веб-ГИС с возможностью просмотра участков наблюдений. Реализована балльная оценка опасности происходящего процесса на основании данных многолетних наблюдений. Также с использованием данных наблюдений построены карты оползневой опасности для территории Российской Федерации. Таким образом, показана прикладная возможность применения и обобщения данных мониторинга в аналогичной сфере на ведомственном уровне.

Покрытие территории Российской Федерации сетью мониторинга берегов

В качестве исходных данных для анализа современного состояния мониторинга берегов в рамках системы государственного мониторинга водных объектов были использованы открытые данные, опубликованные в системе АИС ГМВО. В системе представлены результаты мониторинга водных объектов как подведомственными Федеральному агентству водных ресурсов организациями (ФГУ по мониторингу водных объектов бассейнов рек Белой и Урала, ФГУ «Кубанский центр мониторинга водных объектов» и др.), так и субподрядными организациями в рамках выполнения государственных контрактов. В системе собраны данные с 2009 г. по настоящее время. В силу

того, что перед внесением в АИС данные мониторинга проходят проверку и редактирование в бассейновых водных управлениях, часть полученных за последние годы результатов до сих пор отсутствует в системе. В связи с этим для восстановления максимально полной картины дополнительно проведен анализ опубликованных в ЕИС в сфере закупок технических заданий на выполнение государственного мониторинга водных объектов за 2016–2019 гг.

В результате сортировки данных, отбраковки участков мониторинга берегов озер и водохранилищ, дубляжей и корректировки координат («сырые» данные АИС ГМВО непригодны для пространственного использования, требуют продолжительной обработки) было получено и нанесено на карту России 2223 точки наблюдений (рис. 1). Распределение точек наблюдения за состоянием берегов по территории страны крайне неоднородно, что вызвано возложенными на регионы обязанностями по разработке программ мониторинга и вытекающими из этого последствиями в виде бюджетных ограничений, а также заинтересованностью водопользователей и различных структур в отдельных видах мониторинга, среди которых мониторинг берегов редко ставится на первое место. Так, при значительном покрытии по территории страны мониторинговые мероприятия так или иначе проводились в 63 субъектах Федерации (рис. 2), причем на более чем 2/3 точек наблюдения за отчетный период были выполнены менее двух раз (рис. 3). Несмотря на приведенную в методических указаниях периодичность «следящих» наблюдений, определяемую по результатам первичных наблюдений, интенсивности переформирований и водности конкретного года (что допускает проведение повторных съемок через 3–5 лет), нельзя исключать и формальный подход к мониторингу берегов на уровне заказчиков работ. В некоторых регионах программа мониторинга была разработана сравнительно недавно или так и не введена до настоящего времени.

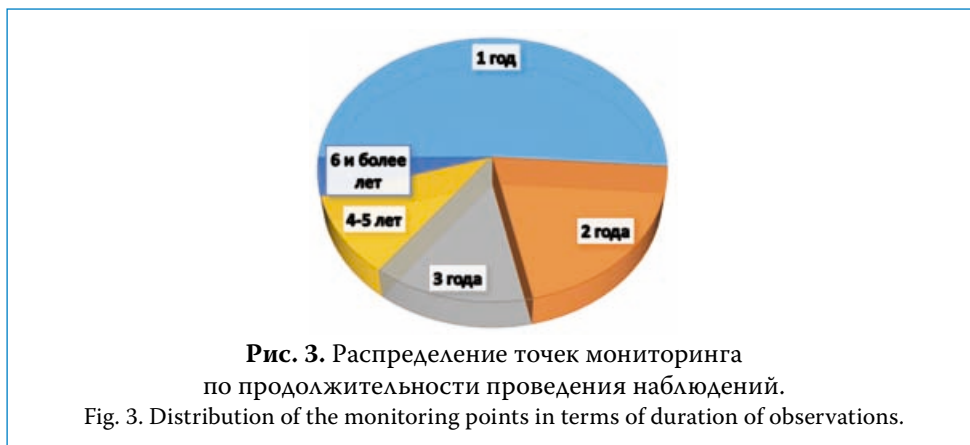
Выделяются определенные закономерности в региональном распределении результатов мониторинга. Большая плотность участков мониторинга наблюдается в предгорных регионах, имеющих значительную густоту населения и нестабильные русла рек – на Северном Кавказе, в Крыму, Приморье, Республике Алтай. Густая сеть наблюдений также характерна для Центрального федерального округа и Восточного Предуралья, где расположено большое количество населенных пунктов. Из крупных рек наиболее плотно покрыта мониторинговыми наблюдениями р. Ока. Намного меньшая густота сети наблюдений отмечена на реках Сибири и Дальнего Востока. В основном участки наблюдений приурочены к крупным городам и транспортным магистралям, что связано, в первую очередь, с труднодоступностью и высокими транспортными затратами, необходимыми для создания более густой сети. В некоторых регионах (например, в ЯНАО и Якутии) мониторинг проводится точно, на участках с уже имеющимися проблемами, вызванными размывами берегов.

Значительная часть (до 30 %) точек наблюдения находится вне населенных пунктов или на участках, где отсутствует непосредственная угроза хозяйственным постройкам и инфраструктуре. Наличие подобной сети также может быть полезно для оценки фоновых скоростей деформаций на типичных русловых формах и для изучения экстремальных или специфических проявлений русловых процессов [30, 31], где темпы деформаций существенно превышают характерные для региона (например, точки наблюдений на участке отступления бровки адаптированной излучины р. Дон в районе с. Кривоборье со скоростями до 16 м/год; на участках отступления берегов небольших рек Причерноморья со скоростями до 5 м/год при прохождении дождевых паводков; участках катастрофического отступления берега р. Самур, более чем на 110 м/год и др.).

Полученные в ходе мониторинга берегов результаты дают возможность оценивать интенсивность и направленность плановых деформаций в пределах освоенных приречных территорий, а также прогнозировать геоэкологические последствия негативных форм проявления русловых процессов. Массив собираемых данных является крайне ценным научным материалом, позволяя выполнять крупные региональные обобщения. В настоящее время известны примеры анализа таких материалов, часть которых (для Европейской территории России [32, 33]) собрана инициативными научно-исследовательскими группами, а часть (например, по рекам Башкирии [34]) стала результатом обработки материалов государственного мониторинга.



Рис. 1. Точки мониторинга берегов водных объектов с 2009 по 2019 г.
Fig. 1. The water bodies' banks monitoring points from 2009 to 2019.



ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основании выполненного анализа нормативной базы, регламентирующей реализацию программы мониторинга водных объектов, и накопленных системой АИС ГМВО данных можно сделать вывод о необходимости корректировки методических указаний по проведению мониторинга в части наблюдений за состоянием дна, берегов и изменениями морфометрических особенностей водных объектов. Действующая в настоящее время система мониторинга постепенно теряет свою эффективность из-за сокращения количества точек наблюдений и неравномерности их размещения, устаревших средств контроля и невысокой информативности получаемых данных [35].

В отличие от других видов мониторинга (наблюдений за физическим и химическим состоянием поверхностных вод), гидроморфологический мониторинг имеет совершенно другую структуру и задачи, в связи с чем должен рассматриваться отдельно от прочих видов наблюдений. При этом, несмотря на прикладное предназначение, получаемые данные должны быть доступны, в т. ч. для научного анализа и выявления пространственно-временных и гидролого-морфологических закономерностей динамики берегов рек и других водоемов суши.

Первоочередными задачами модернизации системы мониторинга берегов должны стать:

- разработка единых критериальных подходов к обоснованию выбора участков мониторинга;

- разработка бассейновых (региональных) программ мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, учитывающих степень хозяйственного освоения приречных территорий конкретного региона, природные факторы формирования речных русел, формы проявления, интенсивность и направленность русловых процессов;

- стандартизация инструментальных методов выполнения мониторинга (в т. ч. на основе беспилотных летательных аппаратов) и оперативное внедрение передовых технологий дистанционного мониторинга с использованием возможностей спутниковых систем;

- введение обязательных стандартов предоставления данных мониторинга, включающего региональные ГИС с нанесением собранных материалов при повторном проведении мониторинга (в настоящее время требование о создании ГИС не является обязательным, а при его наличии зачастую подрядчики вынуждены создавать ГИС «с нуля»), что позволит более точно и с меньшими трудозатратами сопоставлять полученные результаты гидрографических и топографических работ;

- обеспечение доступности полных версий результатов, получаемых в ходе выполнения мониторинга берегов рек;

- создание региональных обобщений, карт, а также методик оценки опасности и их обновление на основании вновь получаемых данных;

- разработка регламента практического внедрения результатов мониторинга водных объектов при любых видах хозяйственного освоения приречных территорий, разработке проектных решений и реализации гидротехнических мероприятий в пределах речных долин;

- организация открытого ресурса для экспертного обсуждения текущей ситуации мониторинга водных объектов и возможностей ее улучшения не только внутри профильных ведомств, но и для широкого круга специалистов и ученых.

Дополнительной задачей дальнейшего развития системы мониторинга берегов должно стать информационное обеспечение при оценке степени

опасности русловых процессов на стадии проектирования инженерных и хозяйственных объектов; составлении средне- и долгосрочного прогноза развития русел рек в пределах населенных пунктов и важных промышленных объектов; разработке рекомендаций по обоснованию эффективности берегозащитных и противопаводковых мероприятий; предотвращении территориальных конфликтов и споров на речных пограничных участках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеевский Н.И., Фролова Н.А., Христофоров А.В.* Мониторинг гидрологических процессов и повышение безопасности водопользования. М.: Географический ф-т МГУ, 2011. 367 с.
2. *Бедрицкий А.И., Блинов В.Г., Цатуров Ю.С.* К 90-летию со дня рождения Юрия Антониевича Израэля (1930—2014 гг.) // Метеорология и гидрология. 2020. № 5. С. 5–11.
3. Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов, утвержденное постановлением Правительства РФ от 14.03.1997 № 307.
4. Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов, утвержденное постановлением Правительства РФ от 10.04.2007 № 219.
5. *Носаль А.П., Кузьмина А.А., Топоркова А.А.* Гидроморфологический мониторинг водных объектов и их водоохранных зон: проблемы и перспективы // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Мат-лы II межд. конф. Казань: Академия наук Республики Татарстан, 2019. С. 308–313.
6. Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей, утвержденные приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 08 октября 2014 г. № 432.
7. ВСН 163-83. Учет деформаций речных русел и берегов водоёмов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). Миннефтегазстрой. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 144 с.
8. СТО ГУ ГГИ 08.29–2009. Учет руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. СПб: Нестор-История, 2009. 184 с.
9. ОР 13.01-60.30.00-КТН-002-3-02. Регламент технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов через водные преграды. М.: Нефть и газ, 2003.
10. *Попов А.Н., Злобина Г.С., Клименко О.А.* Концепция организации государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2009. № 4. С. 17–30.
11. Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 4 июля 2007 г. № 169.
12. *Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В.* Экологическое русловедение. М.: ГЕОС, 2000. 332 с.
13. *Беркович К.М., Завадский А.С., Чернов А.В.* Анализ и учет русловых процессов при разработке СКИОВО // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011. № 6. С. 83–95.

14. Arrêtédu 17 octobre 2018 modifiant l'arrêtédu 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement (Приказ от 17.10.2018, устанавливающий программу мониторинга состояния вод).
15. *Skinner K., Shields F.D., Harrison S.* Measures of Success: Uncertainty and Defining the Outcomes of River Restoration Schemes / *River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat*. 2008. P. 187–205.
16. West Virginia Department of environmental protection. Streambank/sediment monitoring. <https://dep.wv.gov/WWE/Programs/nonpntsource/Pages/SBMPs.aspx/>. Дата обращения: 19.05.2020.
17. *Андросов И.М., Завадский А.С.* Балльная оценка негативного воздействия вод реки Лены на населенные пункты Республики Саха (Якутия) // *Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей: тр. VIII межд. научно-практ. конф. (Москва, РУДН. 24-27 ноября 2014 г.)*. Москва. РУДН. 2014. Т. 1. С. 5–16.
18. *Завадский А.С., Фролова Н.Л.* Оценка опасности гидрологических и русловых процессов в пределах освоенных участков рек // *Водные пути и русловые процессы*. Вып. 2. СПб: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова. С.48–62.
19. *Чалов Р.С., Чернов А.В., Беркович К.М., Михайлова Н.М.* География опасных проявлений русловых процессов на реках России // *Известия Русского географического общества*. 2017. № 4. С. 13–32.
20. *Шабанов В.В., Маркин В.Н.* Мониторинг состояния берегов и режима использования водоохранных зон // *Природообустройство*. 2014. № 4. С. 6–11.
21. *Завадский А.С.* Пограничные проблемы на реках бассейна Амура, обусловленные русловыми процессам, и пути их решения // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2012. № 3. С. 74–79.
22. *Алексеевский Н.И., Завадский А.С., Кривушин М.В., Чалов С.Р.* Особенности гидрологического мониторинга на участках и в бассейнах международных рек // *Водные ресурсы*. 2015. № 6. С. 569–580.
23. *Завадский А.С., Иванов В.В., Чалов Р.С.* Геополитические аспекты русловых процессов // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2010. № 6. С. 35–46.
24. *Завадский А.С., Зима Ю.В.* Естественные и антропогенные изменения русла реки Аргунь (в свете ее пограничного положения) // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2011. №4. С. 4–16.
25. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 07.05.2008 № 111 «Об утверждении форм и Порядка представления данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов».
26. *Гостищев В.Д., Сахаров Р.Ю., Кузьмичёв А.А.* Современный подход к государственному мониторингу поверхностных водных объектов // *Научный журнал РосНИИПМ*. 2012. № 1. С. 157–165.
27. *Капустян А.С.* Порядок представления и анализ сведений для внесения в государственный водный реестр и мониторинг водных объектов // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2016. № 4. С. 47–51.

28. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 21.05.2001 № 433 «Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации».
29. Зеркаль О.В. Методические подходы к организации и ведению государственного мониторинга экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации // Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: тр. междунар. конф. Москва, геол. ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова, 24–25 мая 2007 г. М: МГУ, 2007. С. 34–38.
30. Чалов Р.С., Школьный Д.И. Экстремальные и специфические проявления русловых процессов: основные понятия, классификации, критерии оценки // Известия РАН. Сер. географическая. 2018. № 1. С. 31–41.
31. Школьный Д.И. Оценка пространственного распространения экстремальных проявлений деформаций русел рек (на примере Дальнего Востока России) // Тридцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (Курск, 6–8 октября 2020 г.): Доклады и краткие сообщения. Курск, 2020. С. 150–152.
32. Завадский А.С., Лобанов Г.В., Петухова Л.Н., Серебрянникова И.А., Смирнова Е.А., Чернов А.В. Результаты стационарных исследований русловых процессов на реках ЕТР // Эрозионные и русловые процессы. Вып. 5. М.: Макс ПРЕСС, 2010. С. 58–87.
33. Рысин И.И., Петухова Л.Н. Русловые процессы на реках Удмуртии. Ижевск: Научная книга, 2006. 176 с.
34. Яруллина И.Н., Богдан Е.А. Мониторинг состояния берегов рек у населенных пунктов и оценка степени опасности для жилых домов в зависимости от эрозионных процессов на территории республики Башкортостан // Башкирский экологический вестник. 2013. № 1. С. 24–30.
35. Маркин В.Н., Шабанов В.В. Некоторые вопросы организации мониторинга водных объектов в современных условиях // Природообустройство. 2012. № 3. С. 70–77.

Для цитирования: Школьный Д.И., Завадский А.С., Мониторинг берегов рек в рамках государственного мониторинга водных объектов: современное состояние и перспективы развития // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 2. С. 22–39.

Сведения об авторах:

Школьный Данила Игоревич, научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», географический факультет, кафедра гидрологии суши, Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы; e-mail: danila.hydro@yandex.ru

Завадский Александр Сергеевич, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», географический факультет, научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов имени Н.И.Маккавеева, Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы; e-mail: az-mgu@mail.ru

MONITORING OF RIVERBANKS AS A PART OF STATE MONITORING OF WATER BODIES: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS**Danila I. Shkolnyi, Aleksandr S. Zavadskiy***Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

Abstract: In the last decade, a program of state monitoring of water bodies has been implemented in Russia, aimed at collecting and summarizing relevant information on the state of rivers, lakes, and reservoirs. The data obtained during its implementation is entered into a unified automated information system for state monitoring of water bodies – AIS GMVO (automated information system of state water bodies monitoring), available to any user in the format of a web directory. The main body of information presented in the AIS GMVO is the materials of observations of the hydrological, hydro/chemical and hydro/biological characteristics of water bodies obtained at stations and gauges subordinate to the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet) and individual executive bodies of the constituent entities of the Russian Federation. An important block in them is represented by the results of stationary observations of the variability and state of the river banks within the water protection zones. In the case of further development of the monitoring network, methodological improvement and unification of the observation program, the analysis of the obtained data will gain great scientific and practical importance, allowing to significantly expand the understanding of regional features and spatio-temporal variability of channel processes in Russia. The purpose of this work is to analyze the current state of the riverbanks monitoring system based on more than 10 years of data accumulation, as well as to assess the available results of its implementation.

Key words: monitoring of the water bodies, automated information system of state water bodies monitoring, bank erosion, channel deformations, extreme hydrological phenomena, scheme of integrated use and protection of water bodies.

About the authors:

Danila I. Shkolnyi, Researcher, M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Chair of Land Hydrology, Leninskiye Gory, GSP-1, Moscow 119991 Russia; e-mail: danila.hydro@yandex.ru

Aleksandr S. Zavadskiy, Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher, M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, N.I. Makkaveyev Research Laboratory of Soils Erosion and Channel Processes, Leninskiye Gory, GSP-1, Moscow 119991 Russia; e-mail: az-mgu@mail.ru

For citation: Shkolniy D.I., Zavadskiy A.S. *Monitoring of Riverbanks as a Part of State Monitoring of Water Bodies: Current State and Development Prospects // Water Sector of Russia. 2021. No. 2. P. 22–39.*

REFERENCES

1. Alekseevskii N.I., Frolova N.L., Khristoforov A.V. Monitoring gidrologicheskikh protsessov i povyshenie bezopasnosti vodopol'zovaniia [Monitoring of hydrological processes and improving the safety of water use]. M.: Geograficheskii f-t MGU, 2011. 367 p.
2. Bedritskii A.I., Blinov V.G., Tsaturov Iu.S. K 90-letiiu so dnia rozhdeniia Iurii Antonievicha Izraelia (1930—2014 gg.) [On the occasion of the 90th anniversary of the birth of Yuri Antonievich Izrael (1930—2014)] // Meteorologiya i gidrologiya. 2020. №5. P. 5–11.
3. Polozhenie o vedenii gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob»ektov, utverzhdennoe postanovleniem Pravitel'stva RF ot 14.03.1997 № 307 [Regulations on the conduct of state monitoring of water bodies].
4. Polozhenie ob osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob»ektov, utverzhdennoe postanovleniem Pravitel'stva RF ot 10.04.2007 № 219. [Regulation on the implementation of state monitoring of water bodies]

5. *Nosal' A.P., Kuz'mina A.A., Toporkova A.A.* Gidromorfologicheskii monitoring vodnykh ob'ektov i ikh vodookhrannykh zon: problemy i perspektivy [Hydromorphological monitoring of water bodies and their water protection zones: problems and prospects] // *Ozera Evrazii: problemy i puti ikh resheniia. Materialy II Mezhdunarodnoi konferentsii.* Kazan': Akademiia nauk Respubliki Tatarstan, 2019. P. 308–313.
6. Metodicheskie ukazaniia po usushchestvleniiu gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob'ektov v chasti nabliudeniia za sostoianiem dna, beregov, sostoianiem i rezhimom ispol'zovaniia vodookhrannykh zon i izmeneniami morfometricheskikh osobennosti vodnykh ob'ektov ili ikh chastei, utverzhdennye prikazom Ministerstva prirodnnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii ot 08 oktiabria 2014 g. № 432. [Guidelines for the implementation of state monitoring of water bodies in terms of monitoring the condition of the bottom, banks, the state and mode of use of water protection zones and changes in the morphometric characteristics of water bodies or their parts]
7. VSN 163-83. Uchet deformatsii rechnykh rusel i beregov vodoemov v zone podvodnykh perekhodov magistral'nykh truboprovodov (neftegazoprovodov) [Accounting for deformation of river channels and banks of reservoirs in the area of underwater crossings of main pipelines (oil and gas pipelines)]. Minneftegazstroi. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 144 p.
8. STO GU GGI 08.29–2009. Uchet ruslovogo protsessa na uchastkakh podvodnykh perekhodov truboprovodov cherez reki [Accounting for the channel process in the sections of underwater pipeline crossings across rivers.]. SPb: Nestor-Istoriia, 2009. 184 p.
9. OR 13.01-60.30.00-KTN-002-3-02. Reglament tekhnicheskoi ekspluatatsii perekhodov magistral'nykh nefteprovodov cherez vodnye pregrady [Regulations for the technical operation of crossings of main oil pipelines through water barriers]. M.: Neft' i gaz, 2003.
10. *Popov A.N., Zlobina G.S., Klimenko O.A.* Kontsepsiia organizatsii gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob'ektov Rossiiskoi Federatsii [The concept of organization of the state monitoring of water bodies of the Russian Federation] // *Vodnoe khoziaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie.* 2009. № 4. P. 17–30.
11. Metodicheskie ukazaniia po razrabotke skhem kompleksnogo ispol'zovaniia i okhrany vodnykh ob'ektov. Prikaz Ministerstva prirodnnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii ot 4 iuliia 2007 g. №169. [Guidelines for the development of schemes for the integrated use and protection of water bodies]
12. *Berkovich K.M., Chalov R.S., Chernov A.V.* Ekologicheskoe ruslovedenie [Ecological studies of channel processes]. M.: GEOS. 2000. 332 p.
13. *Berkovich K.M., Zavadskii A.S., Chernov A.V.* Analiz i uchet ruslovykh protsessov pri razrabotke SKIOVO [Analysis and accounting of channel processes in the development of SKIOVO (scheme of integrated use and protection of water bodies)] // *Vodnoe khoziaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie.* 2011. № 6. P. 83–95.
14. Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement
15. *Skinner K., Shields F.D., Harrison S.* Measures of Success: Uncertainty and Defining the Outcomes of River Restoration Schemes / *River Restoration: Managing the Uncertainty in Restoring Physical Habitat.* 2008. P. 187–205.
16. West Virginia Department of environmental protection. Streambank/sediment monitoring. <https://dep.wv.gov/WWE/Programs/nonpntsource/Pages/SBMPs.aspx/> Application date: 19.05.2020.
17. *Androsov I.M., Zavadskii A.S.* Ball'naia otsenka negativnogo vozdeistviia vod reki Leny na naseleнные пункты Respubliki Sakha (Iakutiia) [Point assessment of the negative impact of the Lena River waters on the settlements of the Republic of Sakha (Yaku-

- tia)] // *Dinamika i termika rek, vodokhranilishch i pribrezhnoi zony morei: trudy VIII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* (Moskva, RUDN. 24-27 noiabria 2014 g). – Moskva. RUDN. 2014. T. 1. P. 5–16.
18. *Zavadskii A.S., Frolova N.L.* Otsenka opasnosti gidrologicheskikh i ruslovykh protsessov v predelakh osvoennykh uchastkov rek [Assessment of the hazard of hydrological and channel processes within the developed river sections] // *Vodnye puti i ruslovye protsessy. Sb.nauchnykh trudov.* Vyp. 2. SPb: izd-vo GUMRF im. adm. S.O.Makarova. P. 48–62.
 19. *Chalov R.S., Chernov A.V., Berkovich K.M., Mikhailova N.M.* Geografia opasnykh proiavlenii ruslovykh protsessov na rekakh Rossii [Geography of dangerous manifestations of channel processes on the rivers of Russia] // *Izvestiia Russkogo geograficheskogo obshchestva.* 2017. № 4. P. 13–32.
 20. *Shabanov V.V., Markin V.N.* Monitoring sostoianiia beregov i rezhima ispol'zovaniia vodookhrannykh zon [Monitoring of the state of the banks and the mode of use of water protection zones] // *Prirodoobustroistvo.* 2014. № 4. P. 6–11.
 21. *Zavadskii A.S.* Pogranichnye problemy na rekakh basseina Amura, obuslovlennye ruslovymi protsessami, i puti ikh resheniia [Border problems on the rivers of the Amur basin, caused by channel processes, and ways to solve them] // *Vodnoe khoziaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie.* 2012. № 3. P. 74–79.
 22. *Alekseevskii N.I., Zavadskii A.S., Krivushin M.V., Chalov S.R.* Osobennosti gidrologicheskogo monitoringa na uchastkakh i v basseinakh mezhdunarodnykh rek [Features of hydrological monitoring in sections and in basins of international rivers] // *Vodnye resursy.* 2015. № 6. S. 569–580.
 23. *Zavadskii A.S., Ivanov V.V., Chalov R.S.* Geopoliticheskie aspekty ruslovykh protsessov [Geopolitical aspects of channel processes] // *Vodnoe khoziaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie.* 2010. № 6. P. 35–46.
 24. *Zavadskii A.S., Zima Iu. V.* Estestvennye i antropogennye izmeneniia rusla reki Arguni (v svete ee pogranichnogo polozheniia) [Natural and anthropogenic changes in the channel of the Argun River (in spotlight of its border position)] // *Vodnoe khoziaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie.* 2011. № 4. P. 4–16.
 25. Prikaz Ministerstva prirodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii ot 07.05.2008 № 111 «Ob utverzhdenii form i Poriadka predstavleniia dannykh monitoringa, poluchennykh uchastnikami vedeniia gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob»ektov» [On approval of the forms and the Procedure for submitting monitoring data obtained by participants in the conduct of state monitoring of water bodies]
 26. *Gostishchev V.D., Sakharov R.Iu., Kuz'michev A.A.* Sovremennyi podkhod k gosudarstvennomu monitoringu poverkhnostnykh vodnykh ob»ektov [Modern approach to state monitoring of surface water bodies] // *Nauchnyi zhurnal RosNIIPM.* 2012. №1. P. 157–165.
 27. *Kapustian A.S.* Poriadok predstavleniia i analiz svedenii dlia vneseniia v gosudarstvennyi vodnyi reestr i monitoring vodnykh ob»ektov [The procedure for submission and analysis of information for inclusion in the state water register and monitoring of water bodies] // *Puti povysheniia effektivnosti oroshaemogo zemledeliia.* 2016. №4. P. 47–51.
 28. Prikaz Ministerstva prirodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii ot 21.05.2001 № 433 «Ob utverzhdenii Polozheniia o poriadke osushchestvleniia gosudarstvennogo monitoringa sostoianiia nedr Rossiiskoi Federatsii» [On approval of the Regulation on the procedure for state monitoring of the state of the subsoil of the Russian Federation]
 29. *Zerkal' O. V.* Metodicheskie podkhody k organizatsii i vedeniiu gosudarstvennogo monitoringa ekzogennykh geologicheskikh protsessov na territorii Rossiiskoi Federatsii [Methodical approaches to organizing and conducting state monitoring of exogenous geological processes in the territory of the Russian Federation] // *Monitoring geologicheskikh,*

- litotekhnicheskikh i ekologo-geologicheskikh sistem: Trudy Mezhdunarodnoi konferentsii. Moskva, geol. F-t MGU im. M.V. Lomonosova, 24-25 maia 2007 g. M: MGU, 2007. P. 34–38.
30. *Chalov R.S., Shkol'nyi D.I.* Ekstremal'nye i spetsificheskie proiavleniia ruslovykh protsessov: osnovnye poniatii, klassifikatsii, kriterii otsenki [Extreme and specific manifestations of channel processes: basic concepts, classifications, assessment criteria] // *Izv. RAN. Seriya geograficheskaya*. 2018. № 1. P. 31–41.
 31. *Shkol'nyi D.I.* Otsenka prostranstvennogo rasprostraneniia ekstremal'nykh proiavlenii deformatsii rusel rek (na primere Dal'nego Vostoka Rossii) [Assessment of the spatial distribution of extreme manifestations of deformation of river beds (on the example of the Russian Far East)] // *Tridtsat' piatoye plenarnoye mezhvuzovskoe koordinatsionnoye soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov (Kursk, 6-8 oktyabria 2020 g.): Doklady i kratkie soobshcheniia*. Kursk, 2020. P. 150–152.
 32. *Zavadskii A.S., Lobanov G.V., Petukhova L.N., Serebrennikova I.A., Smirnova E.A., Chernov A.V.* Rezul'taty statsionarnykh issledovaniy ruslovykh protsessov na rekakh ETR [Results of stationary studies of channel processes on the rivers of the European part of Russia] // *Eroziionnye i ruslovye protsessy*. Vyp. 5. M.: Maks PRESS, 2010. P. 58–87.
 33. *Rysin I.I., Petukhova L.N.* Ruslovye protsessy na rekakh Udmurtii [Channel processes on the rivers of Udmurtia]. Izhevsk: Assots. «Nauchnaya kniga», 2006. 176 p.
 34. *Iarullina I.N., Bogdan E.A.* Monitoring sostoiianiia beregov rek u naselennykh punktov i otsenka stepeni opasnosti dlia zhilykh domov v zavisimosti ot erozionnykh protsessov na territorii respubliki Bashkortostan [Monitoring the state of river banks near settlements and assessing the degree of danger for residential buildings depending on erosion processes in the territory of the Republic of Bashkortostan] // *Bashkirskii ekologicheskii vestnik*. 2013. № 1. S. 24-30.
 35. *Barenboim G.M., Venitsianov E.V., Danilov-Daniil'ian V.I.* Nauchno-tekhnologicheskie osnovy i problemy sozdaniia sistem monitoringa vodnykh ob'ektov [Scientific and technological foundations and problems of creating systems for monitoring of water bodies] // *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem MLS'D'2007. Trudy pervoi mezhdunarodnoi konferentsii*. M.: IPU RAN, 2007. P. 345–353.