

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель

УДК 504.4.062.2

В. В. ШАБАНОВ, В. Н. МАРКИН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
Институт природообустройства имени А. Н. Костякова

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВ И РЕЖИМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН

Рассмотрены вопросы совершенствования государственного мониторинга водных объектов с помощью использования комплексных методов, включающих аэрокосмические системы дистанционного зондирования Земли, беспилотные летательные аппараты, наземные средства, объединенные средствами научно-аналитического обеспечения (расчетного мониторинга).

Получаемые на всех уровнях мониторинга параметры применяют в моделирующих системах для прогноза состояния водного объекта в зависимости от изменения естественных и антропогенных воздействий.

Государственный мониторинг, водные объекты, аэрокосмические системы дистанционного зондирования, прогноз, естественные антропогенные воздействия.

Questions of improvement of state monitoring of water objects are considered in the work. There is proposed a complex of methods including aerospace systems of Earth remote sensing, unmanned aircrafts, ground aids united by means of scientific-analytical provision (rated monitoring).

The parameters obtained at all levels of monitoring are used in modeling systems for the forecast of a water object condition depending on the change of natural and anthropogenic influences.

State monitoring, water bodies, aerospace systems of remote sensing, forecast, natural anthropogenic influences.

Катастрофические явления на водных объектах России, с которыми столкнулась наша страна, во многом связаны с недостаточностью системы мониторинга. На это указывают и ученые Института водных проблем РАН АН. Например, В. И. Данилов–Данильян отмечает следующее:

«...улучшение качества гидропрогнозов, необходимое для повышения эффективности всех видов водопользования, в частности, управления режимом работы ГЭС, заблаговременность и оправданность гидропрогнозов в России отстают от современного уровня. Необходимо, в частности,

радикально модернизировать информационную базу – гидрометеорологическую сеть, понесшую в последние 15 лет большие потери, однако задача состоит не в том, чтобы ее «восстановить», а в том, чтобы оптимизировать на основе современных технологий мониторинга, прежде всего аэрокосмических...» [1]. В первой статье данной серии как раз и развивается такое направление [2].

В соответствии с основной целью – оценкой негативного воздействия вод и антропогенного воздействия на процессы руслоформирования мониторинг состояния дна, берегов, состояния и режима использования водоохраных зон, изменения морфометрических особенностей водных объектов или их частей должен проводиться единым блоком в силу взаимосвязанности и взаимозависимости процессов и непосредственной близости объектов исследований. При этом блочная структура подразумевает выделение объектов, за которыми проводится наблюдение (донный грунт, береговая линия, прибрежная территория и т. д.), в отдельные блоки (подблоки) на основе многоуровневого деления. В каждом таком блоке проводится весь комплекс необходимых наблюдений.

Полученные данные по разным блокам должны быть сопоставимы между собой и собираться на основе использования новейших технических средств (летательные аппараты, наземные наблюдения и расчетные методы). Многоуровневый подход вызван необходимостью охвата всей территории исследуемого объекта. Схема исследования – от анализа общей ситуации на крупной территории к ее детализации (возможно частичное дублирование (уточнение) информации).

Общая схема мониторинга включает следующие виды контроля (рисунок):

рекогносцировочный контроль – анализ общего состояния водных и наземных объектов с одновременным применением разных методов – аэрокосмической съемки, наземного визуального и инструментального обследования, биотестирования и расчетных методов. Цель – определить фактическую ситуацию и эффекты воздействия антропогенной деятельности за прошедший период, оценить формиру-

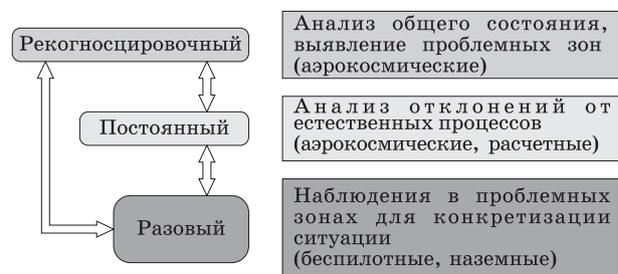
ющиеся тенденции изменения состояния системы и уточнить связи между параметрами, определяемыми разными методами и в разных блоках. Данный контроль обеспечивает «реперную» привязку к конкретным условиям (периодичность данного вида контроля зависит от потребностей и может проводиться, например, один раз в несколько лет, в год или период года);

разовое обследование (по мере необходимости) – наблюдения в проблемных зонах, опасных очагах путем использования средств высокой разрешающей способности, позволяющих получать параметры, конкретизирующие ситуацию;

постоянный контроль ситуации – выявление проблемных зон путем анализа происходящих изменений и отклонений от естественных процессов. Используются методы аэрокосмического сканирования, стационарная сеть наблюдений, прогнозирование ситуации расчетными методами.

Прогнозирование ситуации на постоянно действующей модели водной системы позволяет использовать полученную информацию для выявления проблемных участков, на которых могут возникать недопустимые отклонения от норм.

Благодаря такой схеме мониторинга можно получать необходимые данные, сопоставимые в пространственно-временном отношении, для любого объекта в целом и его отдельного участка, восполнять ряды наблюдений (например, в условиях потери части информации или пропуска наблюдений), контролировать всю территорию и получать данные.



Общая схема мониторинга (виды контроля, их цель и основные средства контроля)

Виды деятельности, приводящие к деформации ложа и берегов водного объекта. Деформация ложа водоема или

водотока может происходить в результате следующей антропогенной деятельности [3, 4]:

в процессе проведения агротехнических, лесотехнических или строительных мероприятий на водосборах;

при создании инженерных сооружений и проведении мероприятий на акватории водного объекта –

активных мероприятий первой категории – строительства плотин, мостовых переходов, перекрывающих пойму, отъема стока из рек при его переброске, обводнения рек при переброске стока, разработки массовых русловых и пойменных карьеров для добычи песка и гальки;

активных мероприятий второй категории – строительства русловыправительных сооружений, капитальных судоходных прорезей, спрямления русла, русловых перемычек, разработки одиночных русловых и пойменных карьеров, строительства дамб обвалования и дорожных насыпей, плотинных водозаборов, лесосплавных сооружений, мостовых переходов;

пассивных мероприятий – бесплотинных водозаборов, водосбросов и выпусков сточных вод, переходов через реки трубопроводов, дюкеров, ЛЭП, линий связи, малых судоходных прорезей, подводных траншей, портовых акваторий, сооружения курортно-оздоровительных комплексов, причалов и набережных.

Общие принципы проведения прогноза и оценки русловых деформаций. Планируемый объем исследований и расположение пунктов наблюдения за состоянием дна, русла и берегов определяют на основе прогноза возможных русловых деформаций и переформирований берегов (выполняют на всех этапах проектирования, но с различной степенью детализации), используя картографический и топографический материал, космические и аэрофотоснимки, землеустроительные планы, лоцманские карты разных лет издания, материалы гидрометрических измерений, выполняемых на гидрологических постах и станциях Госкомгидромета, русловые и береговые съемки бассейновых управлений пути Минречфлота РСФСР, материалы предыдущих изысканий

проектных организаций, а также данные обследований действующих гидротехнических сооружений.

Для составления прогноза руслового или берегового процессов водных объектов в малоизученных районах, на участках с интенсивными глубинными и плановыми деформациями, а также в случаях, когда к надежности существующих объектов предъявляются особые требования, следует проводить детальные исследования руслового процесса или динамики береговой зоны водоемов по специальным программам (в том числе и моделирующим поведение реки) с привлечением специализированных организаций. В особых случаях, когда изменение режима реки грозит существенному изменению морфометрических характеристик, необходимо предусматривать проведение лабораторных исследований на гидравлических моделях участка реки или водоема.

Прогнозирование деформаций русел рек следует выполнять на основании комплексных исследований гидрологического режима следующих объектов:

реки и русла с учетом морфологического строения, типа руслового процесса, геологических условий, динамики развития целостных морфологических структур русла и поймы; макроформ (пойменных массивов, речных излучин, островов); мезоформ (ленточных гряд, побочней, осередков); микроформ (гряд);

водоема и его берегов с учетом морфологического строения, геологических условий и динамики переформирования береговой зоны.

Выбор освоения берегов следует принимать по наиболее благоприятному (по режиму русловых или береговых деформаций) варианту, обеспечивающему наилучшие условия строительства и эксплуатации планируемого сооружения.

Оценка влияния всех типов гидротехнических сооружений на русловой режим должна производиться в соответствии с общими принципами взаимодействия руслового процесса и инженерных сооружений. В первую очередь при этом учитывается разработка карьеров в руслах рек для добычи нерудных материалов, а

также дноуглубительные и русловыправительные работы на судоходных реках, способные изменить естественный гидрологический и русловой режимы рек. Учитываются инженерные мероприятия, направленные на закрепление береговых склонов и грунтов дна.

Прогнозу деформаций русла в измерительном створе должна предшествовать оценка общих тенденций естественного изменения участка реки и изменения, вызываемого воздействием гидротехнических сооружений, расположенных на реке выше или ниже по течению.

При этом устанавливаются:

характер взаимодействия антропогенных воздействий (инженерных сооружений) и руслового процесса на участке мониторинга в соответствии с классификацией сооружений;

вид необходимого прогноза руслового процесса в соответствии с классификацией русловых прогнозов;

основной прогнозируемый элемент руслового процесса в соответствии с классификацией прогнозируемых элементов и характеристик руслового процесса.

Оценка характера взаимодействий инженерных сооружений и руслового процесса учитывает, что все инженерные сооружения и мероприятия, проводимые на реках, делятся на два класса: активные и пассивные (см. выше). При оценке влияния активных и пассивных сооружений на характер и интенсивность русловых деформаций в створах переходов следует учитывать следующие особенности:

зона влияния на русловой процесс сооружений I категории простирается по реке выше и ниже их местоположения, захватывая участки реки, состоящие из нескольких макроформ;

зона влияния на русловой процесс сооружений II категории ограничивается одной макроформой или несколькими мезоформами;

возведение в реке пассивных сооружений не приводит к изменению русловых макроформ и мезоформ, а касается лишь перестройки русловых микроформ в непосредственной близости от сооружения или в его пределах.

Задачи и состав мониторинга. Изыскательские работы выполняются поэтапно

но с выделением предполевых, полевых и камеральных работ.

Предполевой этап позволяет решать следующие задачи:

осуществить предварительный выбор участков мониторинга посредством анализа космических снимков бассейна реки на сопредельной территории;

собрать и проанализировать материалы картографии;

определить тип руслового процесса на предполагаемых участках мониторинга;

дать предварительную качественную оценку характера глубинных и плановых деформаций русла и поймы, а также их количественных измерителей (осуществляется по материалам авиасъемки БПЛА);

собрать и проанализировать опубликованные данные по гидрологическому режиму реки на участке мониторинга;

составить программу инструментального мониторинга.

Предполевой этап должен заканчиваться составлением обзорной схемы участка реки с указанием местоположения створа мониторинга, обозначением границ меженного русла, поймы, коренных берегов долины, выделением целостных морфологических образований и фрагментов русла (побочней, осередков, островов, перекатов, плесовых лощин, затонов, протоков), нанесением средней геометрической линии меженного русла и линии фарватера, обозначением хорошо опознаваемых ориентиров на местности, указанием расстояний до ближайших гидрологических постов, гидротехнических сооружений, мостов.

Масштаб схемы должен быть не менее 1:10000 – для рек шириной до 150 м; 1:25000 – для рек шириной от 150 до 500 м; 1:50000 – для рек шириной более 500 м; длина участка реки на схеме обследования должна соответствовать не менее 20 значениям ширины русла и включать не менее 3-4 целостных русловых форм.

На основании анализа материалов, собранных на первом этапе мониторинга, составляют краткую справку, содержащую данные о гидрологическом режиме реки, типе руслового процесса, возможном

характере и предполагаемых темпах русловых деформаций, условиях судоходства и др. К справке необходимо приложить совмещенные выкопировки из лоцманских либо топографических карт и планов участка разных лет съемки, предварительную оценку и расчеты плановых и высотных деформаций русла.

Указанные материалы вместе с обзорной схемой служат обоснованием выбора возможных вариантов створа мониторинга.

Этап полевых изысканий предназначен для решения следующих задач: установление типа руслового процесса на участке перехода; определение самых низких отметок плесовых лоцин выше створов мониторинга; определение состава донных наносов и границ залегания слабаразмываемых грунтов; измерение геометрических и динамических характеристик донных гряд; определение сезонных изменений наинизших отметок плесовых лоцин (при годовом цикле наблюдений); определение расчетных уровней и скоростей течения в паводок и межень; определение скорости смещения целостных морфологических образований русла (мезо- и макроформ) при годичном цикле наблюдений.

На этапе инструментального мониторинга окончательно выбирают створы наблюдений, подготавливают исходные материалы для построения линии возможного размыва русла на расчетный срок.

В процессе полевого (инструментального) этапа должны быть выполнены следующие работы: рекогносцировочное гидроморфологическое обследование участка реки в меженный период; наблюдения за уровнем воды и измерения расходов воды на временных постах; инженерно-геологическое обследование участка мониторинга; русловая съемка; взятие проб донных наносов на участке мониторинга; измерение поля поверхностных скоростей во время половодья и межени наземными или аэрогидрометрическими методами; измерение скорости потока на вертикалях по намеченным створам (во время половодья и межени); повторные промеры глубин русла по поперечникам и продольникам в различ-

ные фазы водного режима на подъеме, при прохождении пика и спаде половодья и паводков.

Выходной информацией данного этапа должны быть следующие материалы: схематический план гидроморфологического обследования участка мониторинга, план русловой съемки, схема геологического рекогносцировочного обследования участка с геологическими разрезами по створам перехода (по данным инженерно-геологических изысканий), совмещенные поперечные профили и предварительный вариант поперечного профиля возможного размыва русла.

Этап камеральных изысканий предназначен для составления прогноза глубинных и плановых деформаций русла на период эксплуатации перехода с построением проектного профиля возможного размыва русла.

На завершающей стадии камерального этапа изысканий для составления окончательного прогноза русловых деформаций наряду с материалами предполевого и полевого этапов изысканий необходимо иметь следующие материалы: совмещенные планы и профили сезонных деформаций русла (для годичного цикла наблюдений); план поверхностных скоростей течения на участке наблюдений в период половодья и межени (при годичном цикле наблюдений); совмещенные продольные профили дна по створам участка мониторинга; типовые гидрографы стока воды для маловодного, среднего и многоводного годов; кривые обеспеченности расходов и уровней воды; графики связи уровней и максимальных глубин по материалам многолетних наблюдений на изучаемом участке реки или ближайшем гидростворе Госкомгидромета (на территории РФ) и аналогичные материалы с территории сопредельного государства для трансграничной реки.

Прогнозирование русловых деформаций следует выполнять с использованием следующих характеристик: средней скорости смещения мезоформ (ленточных гряд, побочней, осередков) за многолетний период; средней скорости размыва берегов за многолетний период; средней

сезонной деформации плесов; максимальной прогнозируемой глубины русла в створе мониторинга.

Расчеты указанных характеристик определяются для каждого створа в отдельности в зависимости от типа руслового процесса, размеров реки, геологических условий, ограничивающих деформации русла, и конструктивных особенностей гидротехнических сооружений.

Отчет о мониторинге деформаций «Прогноз деформаций русла (берегов водоемов)» должен включать следующие параграфы: гидроморфологическая характеристика участка; тип руслового процесса; деформации русла и поймы; профиль возможного размыва русла.

В параграфе «Гидроморфологическая характеристика участка» приводят обзорную схему и краткое описание морфологического строения участка реки и данные о границах залегания трудноразмываемых грунтов, дают оценку устойчивости берегов в зоне переменного уровня, приводят результаты анализа характеристик водного режима (продолжительность основных гидрологических фаз, обеспеченность уровней затопления русловых форм и поймы, скоростей течения потока в паводок и в межень, диапазоны расходов воды с активной фазой движения донных наносов).

В параграфе «Тип руслового процесса» рассматривают признаки данного типа руслового процесса и дают качественную характеристику глубинных и плановых деформаций (направление деформаций, тенденции их развития).

В параграфе «Деформации русла и поймы» приводят фактические данные о количественных показателях многолетних и сезонных деформаций на участке перехода, на смежных участках русла, на реках-аналогах, а также рассчитанные значения деформаций (при применении расчетных методов).

В параграфе «Профиль возможного размыва русла» дают краткое описание методики его построения, приводят исходные данные, принятые для построе-

ния, и оценивают их точность.

Рассмотренные приемы мониторинга во многом переключаются с приемами, разработанными в СССР [ВСН 163–83 «Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов)»]. Вместе с тем, авторы попытались «осовременить» их путем введения элементов дистанционного зондирования земли и интерактивного моделирования водного объекта. С учетом возрастающей потребности более точного и оперативного прогнозирования «поведения» водного объекта (наводнения на Дальнем Востоке в 2013 году и на Алтае в 2014 году) такие подходы будут востребованы.

1. Данилов-Данильян В. И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. – М.: Институт устойчивого развития; Центр экологической политики России; Общественная палата РФ, 2009.

2. Маркин В. Н., Шабанов В. В. Некоторые вопросы организации мониторинга водных объектов в современных условиях // Природообустройство. – 2012. – № 3. – С. 70–78.

3. Маккавеев Н. И., Чалов Р. С. Русловые процессы. – М.: МГУ, 1988. – 264 с.

4. Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Сниценко Б. Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 272 с.

Материал поступил в редакцию 03.06.14.

Шабанов Виталий Владимирович, доктор технических наук, профессор

Тел. 8-926-516-69-99

E-mail: 5VVsh@rambler.ru

Маркин Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Тел. 8-903-012-67-10

E-mail: MVNarkin@mail.ru