

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ ВОДЫ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

© 2012 М. В. Кумани¹, В. И. Сысенко², А. В. Апухтин³

¹докт. с.-х. наук, профессор каф. физ. географии и геоэкологии
e-mail: kumanim@yandex.ru

²докт. геогр. наук, профессор каф. эконом. и соц. географии
e-mail: sysenko1@mail.ru

³аспирант каф. физ. географии и геоэкологии
e-mail: apukhtin87@gmail.com

Курский государственный университет

Ежегодно обширные территории РФ подвергаются риску затопления водами весеннего половодья. Проблема мониторинга и прогнозирования опасных разливов рек и внутренних водоемов является сложной многоуровневой задачей, требующей комплексного рассмотрения всех возможных рисков формирования опасного явления.

Ключевые слова: затопление территории, максимальный сток, мониторинг и прогнозирование половодья.

В зонах, подверженных негативному влиянию паводковых явлений и половодий, находится большое количество населенных пунктов, потенциально опасных и критически важных промышленных объектов, объектов инфраструктуры и сельскохозяйственных угодий. Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов [Воробьев, Акимов, Соколов 2003] отмечают, что в области эффективного обеспечения готовности и оперативного принятия превентивных мер одним из наиболее действенных средств для снижения ущерба является хорошо функционирующая система раннего предупреждения. Наибольший ущерб всегда наносили паводки и половодья, которые либо были спрогнозированы с грубыми ошибками, либо развивались на фоне неучтенных факторов (например, образованием заторов и зажоров, переменных подпоров, нарушением правил и технологии пропусков паводков и половодий на гидротехнических сооружениях и пр.).

Ввиду большой значимости прогностической информации о развитии половодья и рисках затопления территории нами была предложена принципиальная схема, позволяющая оценивать риск формирования этого опасного гидрологического явления от расчета принципиальной вероятности в исторической перспективе и до краткосрочного прогноза, заблаговременностью в 1–3 суток.

Предлагаемая нами принципиальная схема мониторинга и прогнозирования опасных разливов на реках и внутренних водоемах (см. рис.) подразумевает последовательное выполнение следующих этапов.

1 этап. Расчет риска затопления при формировании максимальных расходов воды различного генезиса. На этом этапе дается гидрометеорологическая характеристика территории. На основе исторических статистических данных выполняется расчет риска затопления территории и объектов.

2 этап. Долгосрочный прогноз водности предстоящего половодья. Основными оцениваемыми параметрами являются стокоформирующие факторы, обуславливающие общие черты формирования предстоящего половодья, а именно общий запас воды в

снежном покрове на водосборе, и факторы, обуславливающие его потери, набор которых меняется для различных территорий.



3 этап. Прогнозный заблаговременный расчет максимальных расходов и уровней для конкретного года (события). На основе фоновой информации, полученной на 2-м этапе, проводится расчет максимальных расходов и уровней, характеризующих опасность затопления территории и находящихся на ней объектов. То есть на данном этапе оценивается риск развития неблагоприятных и опасных явлений в условиях конкретного сезона.

4 этап. Краткосрочный прогноз максимальных уровней и зон затопления. Основной и наиболее ответственный этап – это краткосрочное прогнозирование развития ситуации, расчет сочетания волн половодья, времени их наступления на базе оперативной гидрометеорологической информации, данных дистанционного зондирования.

В предложенной схеме отражены 4 основных этапа оценки и прогноза риска затопления. Этапы включают долго-, средне- либо краткосрочные методы прогнозирования, каждый из которых должен отображать результаты расчета,

необходимые для определения зон затопления. Оперативность прогнозов возрастает при переходе к каждому последующему этапу. Для 1 и 2 этапов речь идет о фоновых и предварительных прогнозах, для 3 и 4 – средне- и краткосрочных прогнозах опасности затопления.

Соответственно, при реализации каждого из этапов происходит вероятностная (либо категорическая) оценка риска, служащая не только основанием для разработки и проведения превентивных мероприятий, но и основанием для дальнейшего продолжения мониторинга ситуации.

Так, если по статистическим данным установлено, что территория не подвергается воздействию опасных разливов, то и организация системы мониторинга обстановки в период половодья там не целесообразна. Если разливы воды возникают и в их зону попадают объекты, для которых существует риск разрушения или иных опасных воздействий, тогда возникает необходимость перехода ко 2–4 этапам.

При предварительных, долгосрочных расчетах водности предстоящего половодья на 2-м этапе определяется риск развития высокого половодья и его основные характеристики в конкретном году. Естественно, что при выяснении невозможности развития паводка или половодья либо его незначительной высоты, не способной повлечь за собой сколько-нибудь значимый ущерб, продолжение работы по мониторингу половодья в данном сезоне в данном створе не целесообразно. При наличии обоснованных опасений развития потенциально высокого половодья, способного нанести ущерб населению и хозяйственным объектам, целесообразно проведение полного комплекса гидрологических расчетов и прогнозов 3-го этапа, включающего долго-, средне- и краткосрочные прогнозы, позволяющие дать целостную картину развития половодья и его основных характеристик.

Применение тех или иных методов и подходов к прогнозированию определяется не только и не столько их заявленным качеством и физической обоснованностью. В большинстве случаев, особенно для долго- и среднесрочных прогнозов, низкое качество прогнозов определяются не несовершенством расчетного метода или модели, а изменчивостью стокоформирующих факторов, слабо поддающихся прогнозированию. Так, например, величина осадков за период половодья практически не прогнозируется, а ее оценка дается с помощью стохастических моделей или в вероятностной форме.

Помимо этого, применение сложных математических моделей (см., например: [Корень 1991; Кучмент 1980]), даже автоматизированных, то есть не требующих непосредственных расчетов посредством оператора или группы прогноза, ограничено. Ограничение заключается в том, что для физически обоснованных методов расчета, динамических и динамико-стохастических моделей (как правило) требуется большой объем исходной информации, не всегда имеющейся в наличии. Значительной проблемой их использования является не только ограниченность входных данных, имеющихся в основном только для небольшой части речной сети с достаточным для прогноза объемом данных, но и качество предоставляемой информации, что является отдельной проблемой отечественной гидрологии.

Таким образом, при выборе той или иной формулы расчета, математической модели стока или стокоформирующих факторов необходимо уделять особое внимание целесообразности его использования. Для практики прогнозирования и оценки риска опасных разливов на реках и внутренних водоемах первоочередное значение имеет не физическая обоснованность или новизна подхода, а ее практическая применимость и требуемая надежность и точность результатов.

Поэтому на четырех предложенных этапах мониторинга, прогноза и оповещения о развитии опасных разливов рек и затопления конкретных хозяйственных объектов изменяются требования не только к объему и точности исходной информации, но и к

точности самих прогнозных расчетов. Так, на 1 и 2 этапах можно использовать максимальный возможный объем информации, поскольку есть достаточное количество времени для его сбора, анализа и обработки. При этом достаточна точность прогноза даже на качественном уровне – важно понять, существует ли риск затопления в принципе (1 этап) и в данном году в частности.

На 3-м этапе заблаговременность прогноза сокращается, а требующаяся точность возрастает. Объем входной оперативной информации оптимизируется, используются только статистически значимые и доступные для оперативного сбора данные (данные гидрометеорологической сети, данные дистанционного зондирования Земли, расчетные величины). Модели разрабатываются для прогноза (расчета) максимальных расходов и уровней воды в зависимости от состояния, размера водосбора реки, ее боковой приточности и т.д.

На 4-м этапе заблаговременность сокращается, но существенно возрастают требования к точности прогноза, причем не только к расчету максимальных уровней, но и к определению момента их наступления, продолжительности стояния. Здесь уже нужно определять конкретные объекты, попадающие в зону риска затопления, решаются проблемы оповещения населения, органов управления, хозяйствующих субъектов. Ввиду необходимой высокой оперативности прогнозирования опасных разливов на 4-м этапе, особую актуальность приобретает использование систем автоматизированного мониторинга за гидрологическими величинами.

Особое значение в вопросе повышения качества как входной гидрометеорологической информации, так и получаемых прогнозов играет не только усовершенствование способов измерения (определения), но и совершенствование методологии мониторинга гидрологических характеристик.

В настоящее время в России широкое распространение получили проекты, реализующие математические прогнозные модели гидрологического режима рек в период паводка или половодья, есть опыт применения автоматизированных и автоматических систем сбора гидрологической информации. Тем не менее проблема создания единого программно-аппаратного комплекса, реализующего функции автоматического сбора, обработки, прогнозирования гидрологических величин, с развитой системой принятия решений и оповещения в настоящее время для Российской Федерации остается открытой.

По нашему мнению, для оптимального функционирования систем мониторинга и прогнозирования гидрологических характеристик должны соблюдаться следующие критерии.

1. Объектно-ориентированная схема разработки и реализации системы мониторинга гидрологических характеристик. Ориентированность на конкретный гидрологический объект позволяет максимально полно изучить сложившиеся на территории его водосборного бассейна условия для формирования максимального стока и риска затопления территории и расположенных на нем объектов. Подобрать набор оптимальных методов и приемов разработки прогностических зависимостей и оперативного сбора необходимой гидрометеорологической информации на базе комплекса программно-аппаратного обеспечения. Подбор технических решений и методов прогнозирования для конкретного гидрологического объекта позволяет в максимально короткие сроки провести калибровку и уточнение предложенных прогнозных схем. В отличие от обозначенного подхода, при разработке систем мониторинга, основанных на применении одной (либо нескольких), даже самой сложной и совершенной математической модели, оставляет без внимания региональные и объектные особенности формирования максимального стока, способные значительно снизить качество получаемых прогнозов.

2. Применение современных средств измерения гидрологических характеристик. В настоящее время определение гидрологических характеристик, таких как скорость течения, уровень и расход воды, производится на гидрометрических и гидрологических постах. Измерения обычно производятся «в ручную» с небольшой кратностью измерений. Практически неограниченные в кратности и объеме измерений автоматические измерительные приборы и устройства будут способствовать созданию банка данных, отличающегося высокой точностью и достаточностью наблюдений, что в свою очередь повлечет уточнение и совершенствование методов краткосрочного прогноза и развитие гидрологического моделирования.

3. Автоматизированность всего процесса мониторинга, начиная от получения входной гидрометеорологической информации до получения прогнозов различной заблаговременности. Одним из приоритетных направлений развития современной прикладной гидрологии Ю. Б. Виноградов и Т. А. Виноградова [Виноградов, Виноградова 2008] считают развитие «сверхкраткосрочных» прогнозов, существование которых невозможно при отсутствии автоматизированных систем измерения, передачи и обработки информации. В случаях, когда начало развития опасного явления и негативное воздействие на человека, населенные пункты, критически важные, потенциально опасные объекты, объекты инфраструктуры разделяют часы, только автоматизированные системы мониторинга и прогнозирования могут с достаточной заблаговременностью оповестить население, экстренные и оперативные службы и другие заинтересованные субъекты о вероятности наступления опасного явления.

Таким образом, реализация всех четырех этапов мониторинга и прогнозирования весеннего половодья предоставит максимально полную информацию о риске затопления территории. Получаемые на каждом этапе прогнозы обладают необходимой точностью, надежностью и заблаговременностью. Наличие такой информации может являться основанием для разработки и обоснования превентивных мероприятий по недопущению либо минимализации ущерба от наводнений как в долгосрочной перспективе, так и в условиях конкретного сезона.

Библиографический список

Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Катастрофические наводнения начала XXI века: Уроки и выводы. М.: ООО «ДЭКС-ПРЕСС», 2003. 352 с

Виноградов Ю. Б., Виноградова Т. А. Современные проблемы гидрологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2008. 320 с.

Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 220 с.

Кучмент Л. С. Модели формирования речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 144 с.