

5. Gregersen J.B., Gijsbers P.J.A., Westen S.J.P. OpenMI: Open modelling interface // Journal of Hydroinformatics. 2007. V.9(3). P.175–191.

6. Данилов-Данильян В.И., Гельфан А.Н., Мотовилов Ю.Г., Калугин А.С. Катастрофическое наводнение 2013 года в бассейне реки Амур: условия формирования, оценка повторяемости, результаты моделирования // Водные ресурсы. 2014. Т.41. №2. С.111-122.

7. Мотовилов Ю.Г., Данилов-Данильян В.И., Дод Е.В., Калугин А.С. Оценка противопаводкового эффекта действующих и планируемых водохранилищ в бассейне Среднего Амура на основе физико-математических гидрологических моделей // Водные ресурсы. 2015. Т.42. №3. С.1-15.

8. Беликов В.В., Глотко А.В., Белоусова И.В., Завадский А.С. Применение численного гидродинамического моделирования для решения проблем пограничных водных объектов Сибири // Тр. Всеросс. научн. конф. с междунар. участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии», Барнаул, 2012. Т.1. С.7-15.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И НАТУРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ПЕРИОД ПРОХОЖДЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ДОЖДЕВОГО ПАВОДКА НА АЛТАЕ В 2014 ГОДУ

Васильев О.Ф., Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б.,
Дьяченко А.В., Коломейцев А.А.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул
zinoviev@iwep.ru

В связи с аномальными гидрометеорологическими условиями – экстремальными дождевыми осадками в предгорьях Алтая в конце мая – начале июня этого года возникла чрезвычайная гидрологическая ситуация, связанная с прохождением дождевого паводка по системе русел бассейна Верхней Оби. Были затоплены и подтоплены большие пойменные территории, имелись человеческие жертвы. Результаты выполненных исследований по прогнозированию и натурным наблюдениям паводковой ситуации на Верхней Оби в 2014 г. обсуждаются ниже.

Физико-географические и климатические предпосылки экстремального паводка на Верхней Оби следующие. Поверхность водосборного бассейна Верхней Оби имеет форму ступенчатого амфитеатра, открытого на север и постепенно понижающегося от горно-

го обрамления (с высотами до 3000–4000 м и выше – на Алтае) к равнинным территориям (до 150 м и менее). Река Обь, образующаяся в результате слияния рек Бия и Катунь, стекающих с Алтайских гор, является типичной равнинной рекой. Однако ее водный режим формируется не только на равнине, но и в горных условиях. В верхнем течении р. Обь (от места слияния Бии и Катунь до г. Новосибирска) отмечаются две волны половодья: одна – в начале, другая – в конце периода высоких вод. Первая волна обусловлена таянием снега на равнинной части водосбора и в предгорьях Алтая и получает значительное пополнение за счет впадающих в Обь рек Песчаная, Ануй, Чарыш, Алей, Чумыш и др. Ее максимум наблюдается в середине апреля – начале мая. Вторая волна формируется при таянии горных снегов и ледников и образуется преимущественно за счет вод Катунь, Бии, Чарыша и проходит в июне-июле. Вследствие этих особенностей весенне-летний гидрограф стока Верхней Оби имеет пилообразный вид с преобладанием двух четко выраженных максимумов [1].

Прогноз гидрологического режима р. Обь в период половодья является основой для подготовки вероятных сценариев затопления ее пойменных территорий. Этот прогноз опирается на данные о климатических условиях на территории бассейна в зимний период. Накопление снега за зимние месяцы предопределяет и общую для всей изучаемой территории многоводную фазу водного режима – весенне-летнее половодье. В зимние месяцы 2013-2014 гг. на равнинных водосборах Верхней Оби наблюдалось выпадение весьма незначительного количества твердых осадков. Снегозапасы в предгорьях Алтая также не сыграли существенной роли в формировании весеннего стока реки, так как этой зимой снега выпало 70% от среднемноголетней нормы. При раннем весеннем потеплении первая волна половодья, вызванная таянием снега на равнинах, прошла вообще незаметно. Прогнозировались соответственно небольшие расходы и для второй волны половодья. Причиной внезапного увеличения расходов р. Обь в период прохождения второй волны половодья 2014 г. стал экстремальный дождевой паводок – за неделю в предгорьях Алтая выпала двухмесячная норма осадков.

Анализ синоптической ситуации, обусловившей выпадение осадков в предгорьях Алтая в последнюю декаду мая 2014 г., показал следующее. В первой половине мая над югом Алтайского края и Республикой Алтай наблюдалась малооблачная погода без осадков.

В отдельные дни второй декады местами отмечались кратковременные ливневые дожди. В третьей декаде на Западную Сибирь сместился глубокий циклон, в системе которого циркулировал влажный атлантический воздух. К этому времени он достиг максимального развития (давление у поверхности земли 990мб, на высоте АТ500 - 524гПа), имел квазивертикальную пространственную ось и, практически, прекратил дальнейшее смещение на восток. Районы Алтайского края и Горного Алтая оказались на южной периферии глубокого циклона в зоне широтно расположенного малоподвижного полярного фронта с волнами. Большой контраст температур в прифронтовой полосе и влияние орографии способствовали при приближении к горам резкому усилению вертикальных токов воздуха на высоте 3-5 км. (до 200-300 см/сек.) и, соответственно, формированию мощной кучево-дождевой облачности.

В отдельные дни последней пятидневки мая местами метеостанции Республики Алтай отмечали осадки, имеющие 1-2% обеспеченность. В результате в течение третьей декады мая в северных районах Горного Алтая осадков выпало до 1,5-2 месячных норм, а местами в Шебалинском и Турочакском районах их сумма превысила месячную норму в 3-3,5 раза. Такое явление за период инструментальных наблюдений в Республике Алтай отмечено впервые. В начале июня произошла перестройка атмосферных процессов, осадки ослабели, хотя 4-5 июня 2014 г. при прохождении очередного холодного фронта местами ещё отмечались ливневые дожди.

Для расчетов волн половодий и паводков в системах русел в ИВЭП СО РАН разработаны оригинальные программные комплексы [2]. На их основе построены компьютерные модели для расчета течений в системе рек Верхней Оби. Это позволило с использованием методов математического моделирования по данным о подъеме уровней воды в р. Обь на г/п Фоминское ниже г. Бийска дать с заблаговременностью до 3-5 дней прогноз максимальных уровней у городов Барнаула и Камень-на-Оби.

Наряду с прогностическими расчетами расходов и уровней на Верхней Оби в период пика паводка выполнены инструментальные гидрологические наблюдения в нескольких репрезентативных створах с применением аппаратно-программного комплекса Sontek River Surveyor Live, в том числе у г. Барнаула.

Как отмечалось выше, на основе разработанной компьютерной 1DH-модели течений в системе русел Верхней Оби [2] выполнены

прогностические расчеты по моделированию катастрофического дождевого паводка на р. Обь в июне 2014 г. Следует отметить, что в начале июня на г/п Фоминское были зарегистрированы уровни воды, не достигавшие за весь период наблюдений. Потому в расчетах принята оценочная величина максимального расхода, равная $12500 \text{ м}^3/\text{с}$. Для г. Барнаула опасным является уровень воды 500 см над нулем г/п (132,90 м БС).

На рис. 1 представлен гидрограф уровня воды у г/п Барнаул, рассчитанный с заблаговременность до 3-х дней. По отметкам максимальных уровней воды в данном створе получено хорошее совпадение спрогнозированных и реально наблюдаемых максимальных уровней воды.

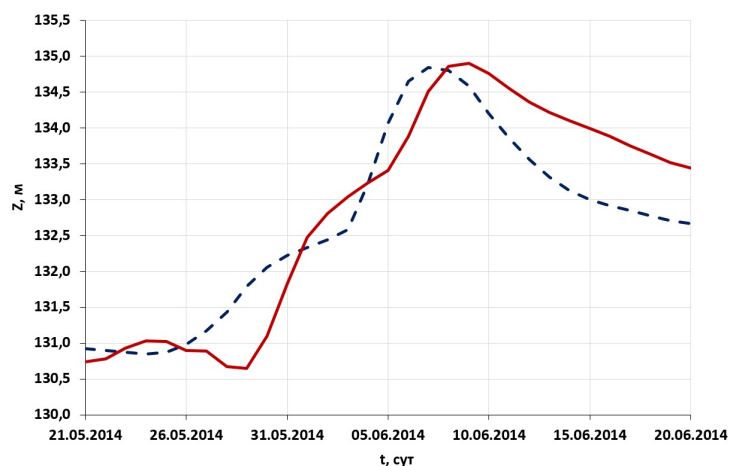


Рис. 1 - Гидрограф уровня водной поверхности z у г/п Барнаул

На рис. 2 представлено рассчитанное распределение уровней водной поверхности на 29.06.2014 вдоль русла р. Обь на участке в/п Барнаул – ниже створа плотины Новосибирской ГЭС. По оси абсцисс значение «0» соответствует г/п Камень-на-Оби; значение «-172» – створу плотины Новосибирской ГЭС.

Отметим, что рассчитанные и наблюдаемые уровни воды в Новосибирском водохранилище совпадают с графической точностью (до 15-20 см).

Расчетные данные по прогнозам уровней воды у г. Барнаула в оперативном режиме передавались в администрацию г. Барнаула и Верхне-Обское бассейновое водное управление (ВО БВУ).

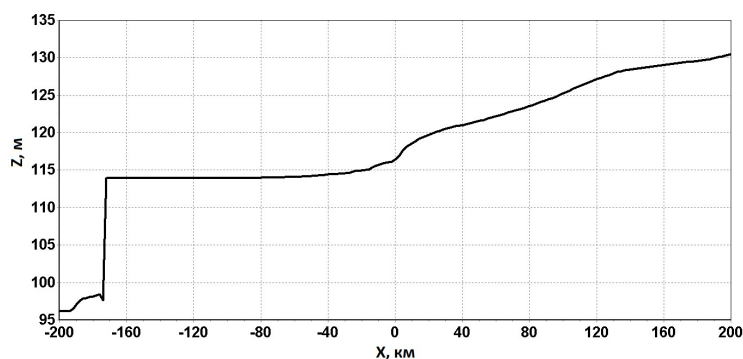


Рис. 2 - Распределение уровня поверхности воды z на 29.06.2014 вдоль русла р. Обь

В период экстремальной паводковой ситуации в системе Верхней Оби сотрудниками ИВЭП СО РАН проведены рекогносцировочные обследования поймы и берегов нескольких участках р. Обь. Натурные наблюдения в районе г. Барнаула проводились в период подъема и максимального пика уровня воды на данном участке р. Обь (4-6 и 8 июня 2014 г.). Обследование участков поймы и русла ниже г. Барнаула в районе с. Барсуково проводилось во время спада уровня воды после прохождения максимального пика паводка (10-11 июня 2014 г.). Выполнены измерения уровней воды р. Обь на организованных временных водомерных постах у пос. Затон и с. Барсуково, а также расходов р. Обь в нескольких характерных створах. Выявлено, что фактически измеренные расходы воды в створе временного гидрологического поста у пос. Затон до 10% превышают данные Алтайского ЦГМС (г. Барнаул) за соответствующие периоды паводка. Проблема определения больших расходов воды у г/п Барнаул требует дальнейшего изучения, поскольку связана напрямую с прогнозами приточности в Новосибирское водохранилище, регулированием его уровня и установлением режима сбросов в нижний бьеф НГЭС.

Таким образом, показано, что информационно-моделирующая система на основе численной одномерной модели течений в системе русел может быть успешно использована для создания системы принятия решений при опасных гидрологических ситуациях на участке Верхней Оби (прогнозы уровней затоплений пойменных территорий, установление режима сбросов из Новосибирского водохранилища и т.д.). Данные выполненных гидрологических наблю-

дений следует использовать для уточнения кривой связи «уровни-расходы» на г/п Барнаул.

Литература

1. Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша / отв. ред. Ю.И. Винокуров, А.В. Пузанов, Д.М. Безматерных. Рос. Академия наук, Сибирское отделение. ИВЭП СО РАН – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 236 с.

2. *Зиновьев А.Т., Кудишин А.В., Шибких А.А.* Разработка ИМС для расчета течений в системе русел // Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга и управления экологическими и социально-экономическими системами. - Барнаул: Пять плюс, 2011. - С. 63-68.

О ВЫБОРЕ МЕТОДА ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ МАКСИМАЛЬНОГО ПАВОДОЧНОГО СТОКА

(на примере р. Адагум – г. Крымск)

Осипова Н.В.

Институт водных проблем РАН, г. Москва
osina14@yandex.ru

Правильный выбор метода оценивания параметров распределений паводочного стока в зоне максимальных значений очень важен для определения расчетных гидрологических характеристик и может существенно влиять на полученный результат. В статье обсуждаются три метода оценки параметров, используемые в современных гидрологических расчетах: метод моментов, метод наибольшего правдоподобия и метод L -моментов. Все расчеты выполнены на примере р. Адагум – г. Крымск, где в июле 2012 г. сформировался катастрофический паводок, приведший к образованию разрушительного наводнения.

Метод моментов заключается в приравнивании выражений для моментов распределения к соответствующим выборочным оценкам. Искомые оценки можно получить на основе рассмотрения количества моментов распределения, равного числу подлежащих оценке параметров и решения полученных уравнений относительно этих параметров. Метод подробно изложен во многих работах, например