

НАВОДНЕНИЕ В КРЫМСКЕ ГЛАЗАМИ СПЕЦИАЛИСТА

Интервью с Александром Наумовичем Гельфаном

Интервью 1203 (2012), *Вестник ОНЗ РАН*, 4

http://onznews.wdcb.ru/interview/intw_audio1203.html

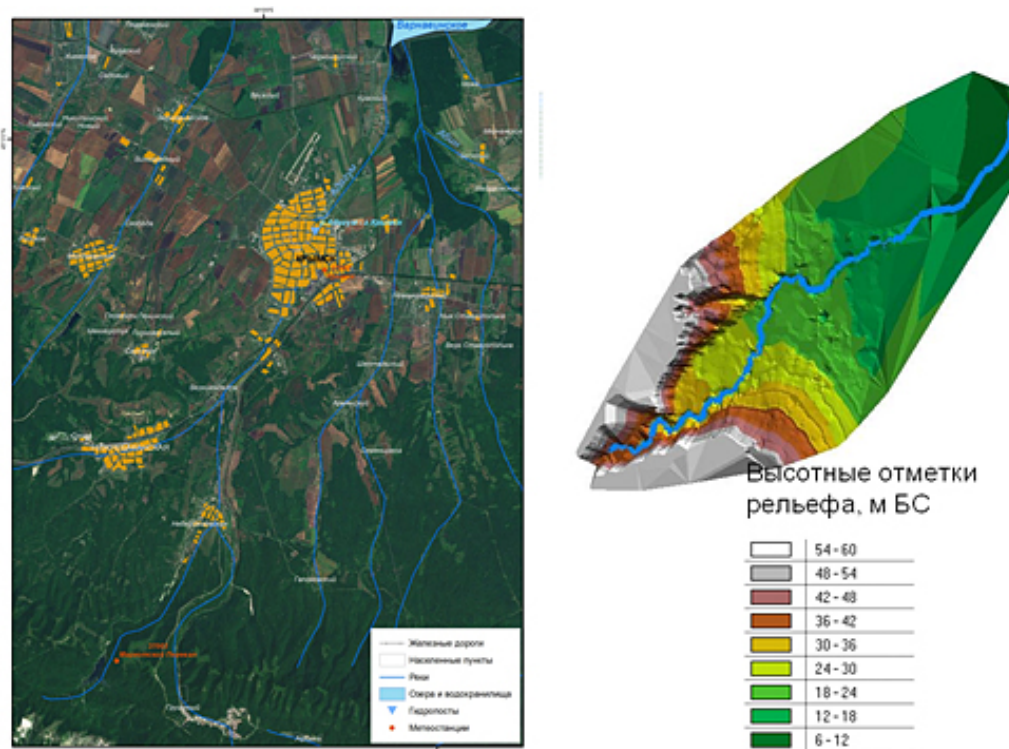


Рис. 1 Карта (слева) и цифровая модель рельефа местности в районе г. Крымск (цифровая модель построена специалистами ИВП РАН)

Заместитель директора по научной работе Института водных проблем РАН д.ф.-м.н. Александр Наумович Гельфан ответил на вопросы корреспондента "Вестника ОНЗ РАН" К. Бушминой.

К. Б. Каковы основные причины катастрофического наводнения на Кубани? Было ли это наводнение редким по масштабу природным явлением или это был сравнительно рядовой паводок, на высоту и скорость распространения которого существенное влияние оказали антропогенные факторы?

А. Г. Катастрофическое наводнение на р. Адагум, унесшее по официальным данным жизни 172 человек — жителей города Крымска, произошло в ночь на 7 июля. Напомню, какие погодные условия наблюдались в этом регионе в дни, предшествующие катастрофе.

Согласно данным Росгидромета, сильные дожди, вызванные наличием циклона над северо-востоком черноморского побережья, начались и охватили обширные территории еще 4 июля. С ночи 6 июля и в течение всего последующего дня и без того проливные дожди усиливались: так, в Геленджике за 12 часов выпало 5 месячных норм осадков, около месячной нормы выпало в Новороссийске. В районе Крымска очень интенсивный ливень начался вечером 6 июля, и за 12 часов до утра 7 июля выпало 2 месячные нормы осадков. Масштаб выпавшего ливня поражает: порядка 200 тысяч тонн воды обрушилось в течение нескольких часов на каждый квадратный километр площади, охваченной дождем! Ливень еще более высокой интенсивности (свыше 300 мм за несколько часов) прошел, по данным Краснодарского УГМС, и в районе Мархотского перевала. Посмотрим теперь на карту и рельеф территории (см. Рис. 1).



Рис. 2. Отметки высоких вод на стене дома в г. Крымск (9 июля 2012 года)
(Здесь и далее фотографии
заместителя руководителя Кубанского БВУС. В. Сапранова)

Город Крымск находится в нижней части окруженной горами котловины, ниже слияния двух горных рек — Баканка и Неберджай. На большую, по-видимому, часть площади водосбора р. Адагум, а она составляет до г. Крымска свыше 300 км², в течение нескольких часов обрушился выдающийся по интенсивности ливень. Вода, бурными потоками стекающая по крутым горным склонам, насыщенным предшествующими дождями, переполнила русла рек и сформировала волну паводка, в течение короткого времени затопившую прирусловые территории в районе города Крымска, поселка Баканка и других населенных пунктов. О высоте подъема воды в Крымске можно судить по этой фотографии, сделанной вскоре после наводнения.

Итак, есть основания полагать, что сочетание экстремальных по интенсивности ливней, выпадавших на водосбор, увлажненный предыдущими дождями, и особенностей рельефа бассейна р. Адагум само по себе могло привести к формированию выдающегося паводка 7 июля. Существовали ли дополнительные факторы, существенно увеличившие скорость и высоту подъема паводка? Среди таких возможных факторов чаще всего называют два: аварийные сбросы воды из водохранилищ, расположенных выше г. Крымск, а также волны, возникшие из-за прорыва плотин этих водохранилищ и/или естественных плотин, образованных снесенными потоком деревьями, камнями, илом и т.п. в местах естественных и антропогенных сужений русла, в пролетах мостов. Рассмотрим коротко обе версии.



Рис. 3 Шахтный водослив Неберджаевского водохранилища

Версия аварийного сброса воды из Неберджаевского водохранилища — наиболее крупного в верхней части бассейна р. Адагум была выдвинута после катастрофы и сразу поставлена под сомнение специалистами. В этом водохранилище есть шахтный водослив (см. Рис. 3), через который вода отводится в реку Неберджай, когда уровень воды в водохранилище превышает отметку 182 метра (аналогично сливу воды из ванной при ее переполнении).

Максимальная пропускная способность шахтного водослива невелика — $135 \text{ м}^3/\text{с}$. Есть в водохранилище также донный водослив, но его пропускная способность в десятки раз меньше. За несколько дней до начала паводка водохранилище было сработано на несколько метров, и освободившаяся емкость приняла на себя часть паводковых вод, так что сброс через водослив начался только через несколько часов после начала паводка, который не нанес сколько-нибудь заметного ущерба населенным пунктам, расположенным в долине р. Неберджай. Таким образом, можно утверждать, что поступление воды из

Неберджаевского водохранилища не внесло существенного вклада в паводок 7 июля. В последние дни более широко обсуждается версия аварийных сбросов воды из других, намного более мелких водохранилищ, в частности, расположенных в верховьях р. Баканка. По этой реке, в отличие от р. Неберджай, действительно, прошел очень высокий паводок, но способствовали ли его формированию сбросы воды из малых водохранилищ сказать пока сложно. По информации, которой я сегодня располагаю, можно пока только говорить, что не было прорыва плотин этих водохранилищ.



Рис. 4 Естественная плотина, образовавшаяся под автомобильным мостом у г. Крымска

Более обоснованной представляется вторая версия — увеличение масштаба паводка в результате прорыва естественных плотин. Русло реки Адагум в районе Крымска, как стало известно, не расчищалось многие годы, в нем скопилось множество препятствий движению воды, которые, в сочетании с деревьями, камнями и т.п., принесенными с верховьев бассейна, вполне могли забить русло на узких участках. Такая естественная плотина образовалась, например, под автомобильным мостом через реку в верхней части Крымска (см. Рис. 4). Эта плотина образовала подпор, и вода быстро разлилась по пойме в районе моста. Прорывы подобных плотин, если они происходили, могли резко повысить волну паводка и скорость ее распространения.

Что произошло в действительности? Значимым ли оказался эффект рассмотренных антропогенных факторов или жители Крымска и других населенных пунктов столкнулись, прежде всего, с редким и грандиозным по масштабу стихийным бедствием? К сожалению, пока нельзя с уверенностью ответить на эти вопросы.

К. Б. Почему? Разве не существует математических моделей, которые могли бы воспроизвести формирование дождевого паводка, оценить влияние возможных дополнительных, в т.ч. антропогенных, факторов на его масштаб? Что вообще известно гидрологам о подобных природных явлениях?



Рис. 5 "Flash flood" на реке Zarvaggia в июле 1987 года (снимки сделаны с разницей в 15 минут) (фото из "Guidance on Flash Flood Management")

А.Г. Начну с ответа на последний вопрос. Высокие, быстроформирующиеся паводки, которые вызваны, чаще всего, выпадением интенсивных ливневых осадков на небольших горных или предгорных речных водосборах, называются в международной гидрологической литературе "flash flood". Несмотря на некоторые различия существующих определений этого явления, принятых авторитетными организациями (Всемирной метеорологической организацией, Американским метеорологическим обществом, Национальной службой погоды США и другими), произошедший катастрофический паводок на р. Адагум можно с уверенностью отнести именно к такому типу паводков. Основная отличительная особенность "flash flood" — интенсивный, от десятков минут до первых часов (в зависимости от площади водосбора), подъем и высокая скорость распространения паводковой волны. В качестве иллюстрации скорости формирования такого явления можно показать два снимка, сделанные в течение 15 минут во время катастрофического паводка на одной из небольших европейских рек.

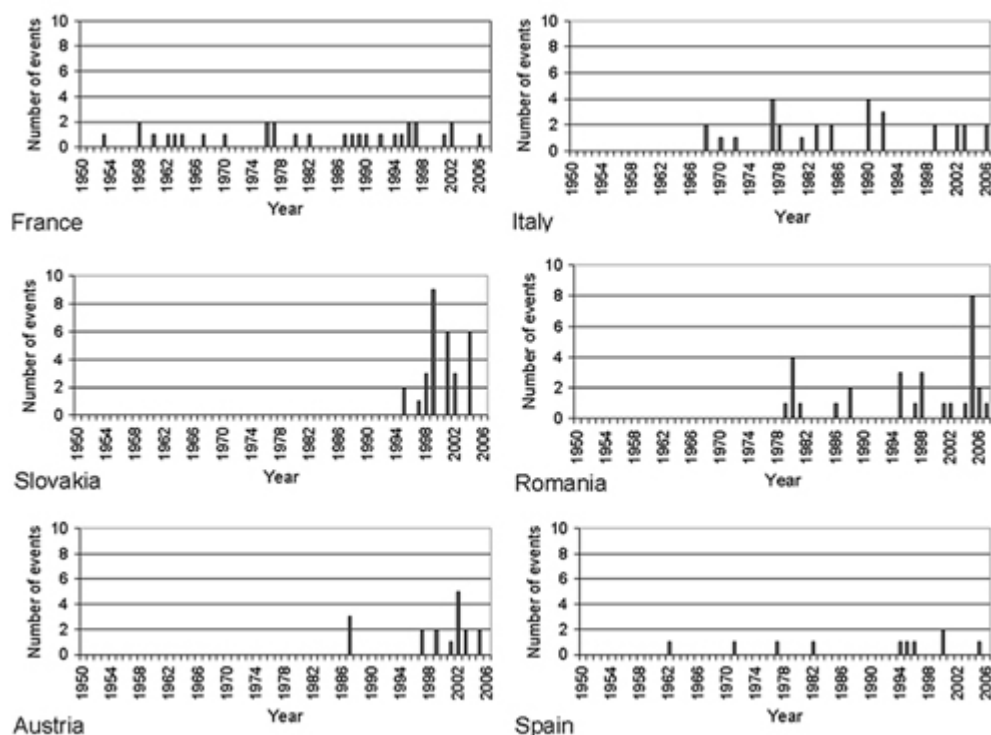


Рис. 6 Экстремальные паводки в европейских странах за период 1947-2007 гг. (из статьи Gaume et al. (2009) "A compilation of data on European flash floods")

Из-за высокой скорости формирования и распространения эти явления сложно предсказывать, и потому они зачастую наносят значительный ущерб населенным территориям. На западном побережье США, например, где такие паводки происходят нередко вследствие выпадения конвективных ливневых осадков, они уносят жизни более 80% всех погибших от наводнений разного генезиса на континентальной части страны и наносят ежегодный ущерб более 1 млрд. долларов. Нередки такие гидрологические явления и в Европе: десятки жизней унесли "flash flood" в 1994 году в Италии, в 1999 и 2004 годах во Франции, причем суммарный ущерб от двух последних наводнений составил 10% от среднего ежегодного мирового ущерба, наносимого всеми природными катастрофами. Есть основания полагать, что частота таких паводков выросла за последнее десятилетие (рис. 6), что связывается многими специалистами с происходящими климатическими изменениями.

Теперь вернусь к первому вопросу. Конечно, в мире разработано немало математических моделей формирования таких паводков и движения паводковых волн в речных системах. Эти модели успешно применяются в практике прогнозирования и оценки риска возникновения паводков, для управления риском в паводкоопасных районах США, стран Европы и т.д. Россия, к сожалению, заметно отстает в этом вопросе от экономически развитых стран. Главная причина отставания не в отсутствии моделей: в ИВП РАН, например, профессором Л.С. Кучментом создана одна из первых в мире научных

школ физико-математического моделирования гидрологических процессов, накоплен колоссальный многолетний опыт по разработке моделей формирования паводкового стока, которые прошли успешную апробацию на многих речных бассейнах. Есть такие модели и в других отечественных научных организациях. Основная проблема — в недостаточности и ненадежности исходных гидрометеорологических данных, которые составляют информационную основу моделей.

Так, для воспроизведения пространственной картины распространения паводка 7 июля необходимы, прежде всего, детальные данные о пространственном распределении характеристик осадков. Данных измерений осадков на стандартной сети наземных метеорологических наблюдений для этого совершенно недостаточно, например, на водосборе р. Адагум до г. Крымск всего одна (!) метеорологическая станция. В развитых странах источником данных о пространственном распределении осадков служат радарные наблюдения. Густая сеть радаров давно покрывает всю территорию США, многих стран Европы, Японии, создавая информационную основу для внедрения современных технологий предвычисления катастрофических гидрологических явлений. А ведь помимо данных об осадках для моделирования такого сложного природного явления как "flash flood" и оценки возможных последствий его распространения необходимы и детальные данные о рельефе, почвах, растительности на водосборе, морфометрии речной сети, особенностях хозяйственного использования территории и многие другие. Таких данных нет (или почти нет) не только для бассейна р. Адагум, но и для подавляющего числа других паводкоопасных водосборов России. Особенно скудна информация для малых речных бассейнов. В результате для оценки риска возникновения и прогноза паводкового стока у нас в стране используются методы, разработанные в середине прошлого века и ориентированные на доступную в то время исходную информацию. Даже неспециалист может представить насколько изменились за прошедшие десятилетия требования к надежности, точности и информативности расчетных методик, как изменились информационные технологии, способы измерений и обработки данных и т.д.

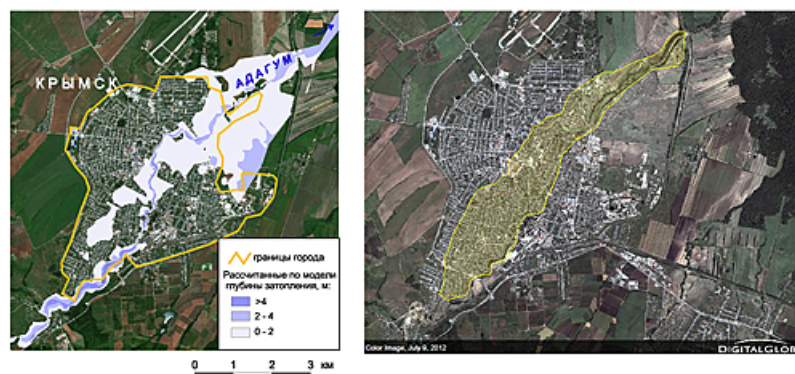


Рис. 7 Сопоставление зон затопления г. Крымск в период наводнения 6-7.07.2012 по данным космического снимка от 9.07.2012 (справа) и рассчитанных по гидродинамической модели (слева)

Сотрудниками группы гидрологии речных бассейнов ИВП РАН сразу после катастрофического наводнения на р. Адагум была предпринята попытка воспроизведения и выявления физических механизмов прошедшего паводка с использованием современных гидрологической и гидродинамической моделей и на основе имеющейся натурной информации. Основной вывод проведенных исследований: имеющихся данных наблюдений не достаточно для получения сколько-нибудь надежных результатов расчета характеристик водного режима реки (расходов и уровней воды, динамики и величины площади затопления и др.) в створе г. Крымск, а также для выявления особенностей формирования произошедшего катастрофического явления. Измерения водного режима р. Адагум во время прохождения паводка не проводились. Неопределенность же результатов расчета паводкового стока реки по имеющимся метеорологическим данным столь велика, что пока можно ставить вопрос лишь о сценарных расчетах площадей затопления, не имея надежных представлений о вероятности осуществления того или иного сценария. В отсутствии натурных данных единственным критерием обоснованности выбранного сценария может служить сравнение с космическими снимками зон затопления (пример таких расчетов при максимальном расходе паводка $830 \text{ м}^3/\text{с}$ показан на рис. 6), но одного такого критерия не достаточно для надежных выводов.

К. Б. Что же делать? Какие меры должны быть предприняты, чтобы исправить ситуацию и избежать повторения подобных трагедий?

А. Г. В рамках интервью академическому научному изданию я не стану касаться вопросов действенности мероприятий, которые предпринимали органы власти, чтобы спасти людей или смягчить последствия произошедшего стихийного бедствия. Хотя для меня очевидно, что были использованы, мягко говоря, не все возможности: причем не 6-7 июля, а в течение всего десятилетия, прошедшего после паводка 2002 года на Кубани. Не буду подробно говорить о

плачевном состоянии отечественных гидротехнических сооружений, почти половина из которых по официальным данным Ростехнадзора относятся к неудовлетворительному или опасному классу. Не стану обсуждать важнейшие вопросы страхования риска наводнений, хотя стоит упомянуть, что в США, например, страховые компании обеспечивают основные инвестиции в защиту населения от наводнений, начиная с 1968 года, когда в этой стране было введено обязательное страхование этого вида рисков. Не стану касаться очевидной недопустимости застройки паводкоопасных участков речных долин и других социально-политических вопросов.

Я хотел бы остановиться на задаче, решение которой невозможно без активного участия академического сообщества. Первоочередная задача, и в этом меня убеждает международный опыт — разработка научно обоснованной комплексной программы оценок опасности и риска наводнений, управления риском для всех паводкоопасных речных бассейнов России. При разработке такой программы должны быть учтены разнообразие генезиса наводнений на территории России и специфика существующей наблюдательной сети, имеющийся опыт оценки опасности наводнений и возможности модернизации существующих подходов на основе развитых гидрологических моделей, разработаны направления модернизации существующей системы мониторинга и внедрения современных технологий наблюдений, в т.ч. спутниковых. Важнейшим является бассейновый принцип построения программы, предусматривающий разработку соответствующих подходов для всех без исключения речных бассейнов, где существует риск катастрофического ущерба от наводнений, включая малые бассейны, подобные реке Адагум. Одним из основных результатов выполнения программы должны стать разработка моделей формирования стока дождевых паводков и весенних половодий для основных речных бассейнов страны, детальные карты опасности и риска наводнений для этих бассейнов и их частей, в т.ч. основанные на модельных оценках. Аналогичные программы уже разработаны и внедряются в странах Европейского союза, в США. Разработка такой стратегической программы для России относится к числу задач национальной безопасности.

И последнее. Катастрофические наводнения, происходившие в экономически развитых странах, всегда стимулировали долговременные инвестиции в научные исследования этих природных явлений, создание новых институтов и лабораторий, привлечение национальных академических сообществ к созданию программ защиты от наводнений и другие подобные меры. Так было после катастрофического наводнения 1953 года в Нидерландах, унесшего жизни почти 2000 человек, когда в этой стране была создана одна из

наиболее эффективных в мире систем защитных гидротехнических сооружений, возникли ставшие впоследствии ведущими институты и научные школы. Так было после Great Flood 1993 года на р. Миссисипи, когда была радикально модернизирована система гидрологических прогнозов в США. Так было после катастрофических паводков 2000-х годов в Европе, когда Европейский парламент обязал страны Союза разработать и согласовать в ближайшее десятилетие национальные программы оценки риска наводнений. Жизненно важно, чтобы катастрофа в Крымске стимулировала не только осуществление противопаводковых мероприятий на Кубани, но стала катализатором государственной поддержки стратегической программы защиты от наводнений в России.

К. Б. Большое спасибо, Александр Наумович, за интересное интервью!