

**ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ
НАВОДНЕНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР В 2013 ГОДУ**

А.Н. Махинов

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена, 65,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: amakhinov@mail.ru*

Рассматриваются условия формирования наводнений на крупных реках бассейна Амура. Приводится характеристика и особенности движения паводочной волны во время катастрофического наводнения на Амуре в августе–сентябре 2013 года, обусловленного редким сочетанием активности основных областей формирования стока. Дана оценка влияния природных и антропогенных факторов на высоту и продолжительность паводка. Проведен анализ возможных последствий наводнения на гидрологический режим Амура.

**MAIN FACTORS FORMING CATASTROPHIC FLOODS
IN THE AMUR RIVER BASIN IN 2013**

A.N. Makhinov

*Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, 65 Kim Yu Chen Str.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: amakhinov@mail.ru*

The paper describes the conditions of flood formation on big rivers of the Amur Basin and reveals specifics of the flood wave character and movement during a catastrophic flood on the Amur in August and September 2013 as caused by a rare combination of activity in the main runoff-forming areas. Impacts of natural and anthropogenic factors on the height and duration of floods are assessed and possible effects of floods on the Amur hydrological regime are analyzed.

ВВЕДЕНИЕ

Крупные наводнения на реках существенно преобразуют водные и пойменные экосистемы водотоков. Особенно частыми и разрушительными наводнения бывают в горных районах с густой речной сетью и ярко выраженным многолетним неравномерным выпадением атмосферных осадков. Подобные природные условия сложились в бассейне реки Амур.

Водный режим рек Амурского бассейна относится к дальневосточному типу. Он характеризуется неоднократными значительными и неожиданными подъемами уровней воды во второй половине лета и начале осени, обусловленными проявлением муссонного климата в Восточной части Азии (Бойкова, 1963, Гарцман, 2008 и др.). Ежегодные высокие паводки являются обычной составной частью водного режима водотоков разного порядка. С более редкой повторяемостью происходят катастрофические наводнения. По особенностям водного режима и динамике русловых процессов реки отличаются довольно большим разнообразием вследствие неоднородности геоморфологического строения территории Приамурья.

Катастрофические наводнения на реках Дальнего Востока производят наиболее значительную эрозионно-аккумулятивную деятельность в руслах водотоков (Махинов, 2012).

В результате их воздействий существенно изменяется морфология и направленность развития отдельных речных рукавов. При этом в широкопойменных долинах нередко происходит пространственное перемещение речной сети.

Реки являются средой обитания многих видов животных и растений. В бассейне реки Амур водные экосистемы играют важную роль для воспроизводства особо ценных лососевых и осетровых видов рыб. Для большого количества рек территории характерен многорукавный тип русла, особенно хорошо выраженный в их нижних течениях, а также на выходе из гор на равнину и в пределах межгорных впадин. Участки многорукавных русел наиболее благоприятны для нерестилищ горбуши и кеты и обеспечивают высокий потенциал рек с точки зрения воспроизводства лососевых видов рыб (Махинов, 2008).

Большая часть речных рукавов находится в стадии устойчивого состояния, когда их преобразования в течение довольно длительного времени незначительны, что благоприятно сказывается на использовании таких водотоков в качестве нерестилищ. В отмирающих речных рукавах нерестилища имеют обычно небольшие размеры и располагаются в истоках или на приустьевых участках (Махинов, Золотухин, 2011). Активно развивающиеся рукава также малопригодны для нереста лососевых видов рыб.

Поэтому изучение причин, динамики и последствий наводнений на реках Амурского бассейна имеет исключительно важное значение для природной среды и, прежде всего, речных русел как среды обитания для различных водных и околоводных растений и животных.

Экстремальное наводнение в среднем и нижнем течениях реки Амур и его больших притоков в летне-осенний период 2013 г. (июль – сентябрь) было наиболее крупным за весь период наблюдений. По масштабу это наводнение относится к категории катастрофических. Оно охватило огромные территории в пределах двух стран – России и Китая. В отдельных регионах была парализована хозяйственная и производственная деятельность, возникла необходимость в эвакуации части населения. По предварительным оценкам ущерб от наводнения составил более 30 млрд. рублей.

В формировании исторического наводнения 2013 г. в нижнем течении р. Амур, где оно было особенно мощным и продолжительным, проявилось сочетание ряда природных и антропогенных факторов.

Среди природных факторов основное влияние на характер наводнения оказали следующие геоморфологические, гидрологические и метеорологические особенности бассейна р. Амур.

1. *Аномальное высокое количество выпавших атмосферных осадков в течение двух летних месяцев – июля и августа.* В этот период на значительной площади бассейна Амура отмечались особо обильные и продолжительные дожди. Так, например, в Шимановске 7–8 июля выпало 62,3 мм осадков, Благовещенске за один дождь 22 июля – 101,3 мм, Екатеринославке за 8–9 августа – 139,8 мм, Ивановке 13 августа – 78,8 мм. В некоторых частях Приамурья за два месяца их количество превысило годовую, а местами и полуторагодовую норму. При высокой предшествующей увлажненности грунтов коэффициент стока в отдельных бассейнах рек приближался к очень высоким показателям – 0,7–0,8.
2. *Последовательное совпадение пика паводка на Амуре по мере его движения вниз по реке с пиками паводков рек всех основных областей формирования стока.* Выделяется несколько таких областей (Ким, 1999). Паводок начал формироваться в бассейнах верхнего течения Амура и Зеи. На Верхнем Амуре в июле образовалось несколько небольших дождевых паводков на фоне общего подъема уровней воды в реке. С 19 июля гребень паводка начал распространяться от с. Джалинда вниз по течению, постепенно увеличиваясь в размерах. Продолжающиеся дожди питали его, в результате которых он становился все более ярко выраженным. Особенность паводка заключалась в том,



Рис. 1. Схема движения паводочных волн в бассейне р. Амур.

что он при своем движении вниз по реке объединил несколько пиков частных паводков, слившихся ниже с. Кумары в один высокий достаточно продолжительный паводок. С 20 июля до середины августа уровень воды поднялся более чем на пять метров. 16 августа пик паводочной волны достиг Благовещенска (рис. 1).

К этому времени по Зее к Благовещенску подошел высокий паводок, образовавшийся за счет интенсивных ливней в бассейне этой реки – прежде всего на реках Уркан, Дел и Селемджа. В результате, у с. Малая Сазанка в низовьях Зее за период с 8 июля по 12 августа

уровень воды в реке поднялся более чем на 6,5 метра. Зейский пик подошел к Благовещенску чуть раньше, чем по Амуру, создав дополнительный подпор воды в районе города. Наводнение приобрело опасные размеры и создало угрозу для населения, промышленных предприятий и сельскохозяйственных объектов.

Отсюда паводочная волна стремительно со скоростью более 50 км в сутки двинулась вниз по течению. К этому времени подошел относительно небольшой паводок по реке Бурея, добавив в общий сток воды свою долю.

Перед Малым Хинганом у с. Пашково высота гребня паводка достигла 9,39 м. В Хинганском ущелье скорость прохождения паводка существенно возросла – до 140 км в сутки. Выйдя на Среднеамурскую низменность, высота стала снижаться – от 7,00 м у с. Екатерино-Никольское до 5,47 м у с. Ленинское и до 5,63 м у Хабаровска (рис. 2). На этом участке паводочная волна трансформировалась вследствие притока значительной массы воды из реки Сунгары. Скорость ее движения резко замедлилась и составила около 40 км в сутки.

Паводок, который формировался в бассейне Уссури с конца июля, в нижнем течении реки достиг своего максимума к началу сентября. Уровень воды поднялся на 4–5 м,

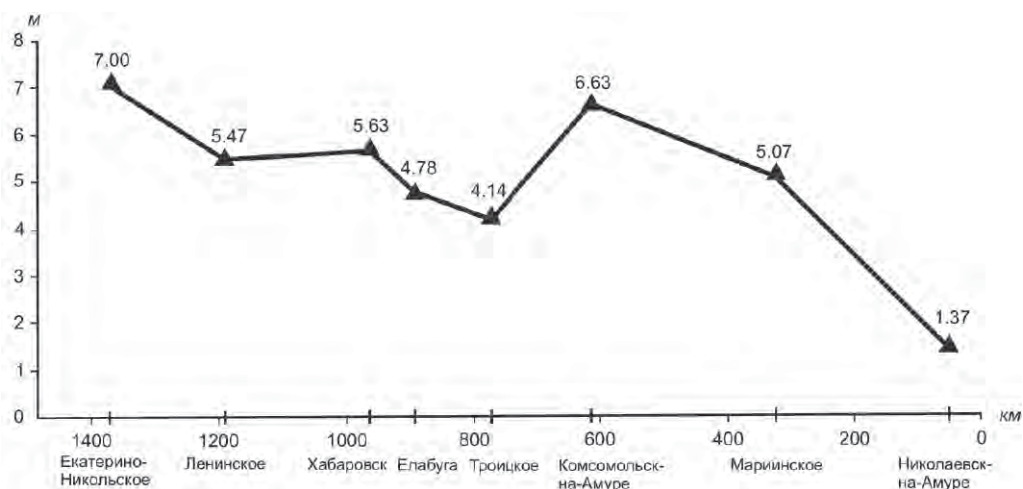


Рис. 2. Высота паводочной волны на различных участках нижнего течения р. Амур.

затопив пойму и прилегающие низменные территории. Пик паводка достиг Амура 3–4 сентября, почти абсолютно совпав с амурским пиком, что существенно усугубило ситуацию.

3. *Наступление периода высокой водности после длительного этапа маловодности р. Амур.* Неравномерность стока воды имеет не только сезонный характер. Установлено, что особенно крупные наводнения на реке Амур происходят в определенные

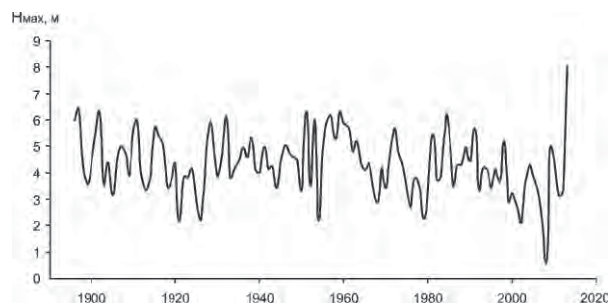


Рис. 3. Многолетние колебания максимальных уровней р. Амур (г. Хабаровск).

периоды, в течение которых годы с высокими уровнями воды группируются в отрезки времени продолжительностью 10–15 лет (рис. 3). За все время инструментальных гидрологических наблюдений на Амуре у г. Хабаровск с 1896 г. по 2012 г. (115 лет) периоды повышенной водности отмечались в следующие годы: 1896–1911 (максимальный уровень 642 см), 1927–38 (616 см), 1951–64 (634 см), 1981–98 (620 см), 2009–предположительно 2025 (808 см). Превышение уровня 600 см

за это время отмечалось 8 раз, из них четырежды в период с 1951 по 1959 г. Последний раз подъем уровня воды выше 600 см наблюдался в 1984 г.

Наступивший период повышенной водности начался в 2009 году, когда уровень воды по посту Хабаровска достиг 494 см. В нижнем течении Амура была затоплена пойма и подтоплены низко расположенные здания и сооружения. Наводнение 2013 г. вписывается в общую закономерность многолетнего водного режима рек региона. Аналогичная закономерность наблюдается на других крупных реках бассейна Амура.

4. *Особенности геоморфологического строения долины Амура.* Они проявляются в чередовании сужений и расширений поймы, а также в низких высотных отметках поверхности древней озерно-аккумулятивной равнины. Паводочная волна, проходя через эти участки долины, существенно трансформируется. Наиболее широкую пойму (25–30 км) Амур имеет при пересечении крупных низменностей – в паводок они превращаются в обширные водные акватории, в пределах которых накапливается большой объем водных масс и уменьшаются скорости течения. В горной части долины Амура пойма представлена фрагментами, протягивающимися узкой полосой вдоль берега реки или состоящими из небольших сильно вытянутых островов. Чередование сужений поймы с расширениями обуславливает сложную картину движения паводочной волны.

Высота паводочной волны неодинакова на различных участках долины. Перед расширениями поймы и в пределах самих расширений она снижается, а перед сужением поймы и в узкой части долины увеличивается. Так, например, в г. Комсомольск-на-Амуре амплитуда подъема уровней воды составила 6,76 м, тогда как у с. Троицкое она едва превысила 4 метра.

Вода не только затопила пойму на глубину 3–4 м, но и местами вышла за ее пределы, разлившись на обширных понижениях Среднеамурской низменности. Широким водным потоком Амур устремился по низменным участкам к озеру Болонь из района Новая Уссуря, образовав между озером Болонь и Амуром обширный временный (на период наводнения) остров.

5. *Направленная аккумуляция наносов в среднем и нижнем течениях реки Амур.* Амур относится к рекам, которые в своем эволюционном развитии не углубляются в толщу своих отложений, а, наоборот, поднимаются со средней скоростью около 1,2 мм в год

(Махинов, 2006). Соответственно с такой же скоростью повышается поверхность поймы и отметки урезов реки при различных уровнях воды относительно дна долины и нуля гидрологических постов. Наибольшая интенсивность аккумуляции характерна для Среднеамурской низменности. За предыдущие 116 лет со времени последнего крупного наводнения 1897 года характерные уровни воды при равных расходах в ее пределах стали выше на 15–20 см.

6. *Неравномерность современных тектонических движений в долине Амура.* В нижнем течении Амур пересекает неотектонические структуры, испытывающие разнонаправленные вертикальные движения. В пределах межгорных впадин, выраженных в рельефе в виде обширных низменностей (Среднеамурская, Удиль-Кизинская), имеются отдельные блоки, погружающиеся с различной скоростью. В пределах наиболее погруженных блоков поймы и протягивающиеся вдоль нее равнинные участки располагаются ниже, чем на соседних участках. За период, прошедший с начала регулярных наблюдений на гидрологических постах на р. Амур, местами произошло опускание территории на 20–30 см, что также привело к дополнительному повышению в их пределах высоты паводка по сравнению с 1897 г. на эту же величину.
7. *Наличие в нижнем течении реки больших припойменных озер – регуляторов стока.* В озера Болонь, Петропавловское, Гасси, Джалунское и другие аналогичные водоемы в фазу подъема поступает значительное количество водных масс. В результате пик паводка ниже по течению несколько снижается. В фазу спада накопленная вода возвращается в русло Амура, увеличивая продолжительность паводка и замедляя скорость снижения уровней воды в реке. Эти озера играют заметную регулируемую роль, особенно хорошо выраженную в паводочный период.

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Определенную роль в высоком подъеме воды на локальных участках Амура сыграла хозяйственная деятельность – строительство берегозащитных дамб, польдеров, мостов, а также лесоразработки и пожары в бассейнах рек. Однако количественно оценить долю их вклада в масштабы наводнения довольно сложно.

1. *Сужения русла р. Амур в районах мостовых переходов* (Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре). В районе Хабаровска на высокий подъем уровня воды несомненно оказала влияние железнодорожная насыпь Транссибирской магистрали, проходящая по пойме Амура. Насыпь не имеет отверстий для стока воды. Перекрыв всю пойму, она создала подпор, который способствовал дополнительному подъему воды в районе города. По предварительным данным этот антропогенный фактор обусловил увеличение уровня воды в районе города примерно на 40–50 см.
2. *Польдеры и противопаводковые защитные дамбы.* Некоторую роль в чрезмерно высоком уровне воды в районе Хабаровска сыграл польдер площадью около 71 кв. км, расположенный на острове Большой Уссурийский, а также противопаводковые дамбы на китайском берегу в районе г. Фуюань, расположенном несколько выше по течению от г. Хабаровск. Подъем уровня воды за счет влияния данного фактора в целом невелик, но он проявляется на локальных участках, что также необходимо учитывать при решении задач по защите от затопления наиболее ценных сооружений в пойме Амура.
3. *Масштабные лесоразработки и лесные пожары в бассейне реки.* Как известно, обезлесивание территории способствует увеличению частоты и мощности паводков. В последние десятилетия в бассейне Амура, особенно на российской территории, произошло сокращение лесопокрытой территории. Для отдельных бассейнов рек установлена четкая зависимость увеличения неравномерности стока с сокращением залесенности водосборов. Однако оценить ее количественные показатели в целом для бассейна Амура в настоящее время не представляется возможным.

4. *Распашка земель и осушение болот.* Этот фактор более существенно проявляется на китайской части бассейна Амура. Осушение болот на равнине Саньцзян в последнее десятилетие и распашка обширных пространств в бассейне реки Сунгари привели к возрастанию частоты катастрофических паводков в долине этого крупного притока Амура. Последние крупные наводнения отмечались в 1998 и 2013 гг. и характеризовались исключительно большими масштабами и ущербами. Кроме того смыв с полей приводит к поступлению в реки большого количества наносов, что способствует активизации русловых процессов.
5. *Аккумуляционная роль водохранилищ ГЭС.* Крупные российские водохранилища на реках Зея и Бурей сыграли положительную роль при защите от наводнений в 80-е годы, а также во время наводнения 2013 г. особенно на его начальном этапе. В августе 2013 г. в водохранилищах было накоплено слишком много воды и если ее не сбрасывать при продолжающемся притоке, то создавалась бы угроза прорыва плотины. Такое развитие событий могло привести к грандиозной катастрофе, допустить которую нельзя. Поэтому вода под жестким контролем сбрасывалась в августе и начале сентября. При отсутствии плотин ГЭС наводнение на Зее и нижнем Амуре было бы еще более грандиозным. Максимальный приток воды в Зейское водохранилище составлял около 12000 м³/сек, а из водохранилища в это время сбрасывалось 5000 м³/сек. Если бы вода с дополнительным расходом 7000 м³/сек попала в Зею и затем в Амур к тому объему воды, который там уже был, то наводнение могло быть еще более значительным. Аналогичная ситуация имела место и на Бурейской ГЭС.

Последствия наводнения 2013 года для гидрологического режима рек

Последствия наводнения, помимо существенного экономического и социального ущерба, негативно сказались на русловых процессах. В районе г. Хабаровск на пике паводка средняя скорость течения в русле р. Амур составляла 1,9 м/с при максимальных значениях 4,6 м/с. Произошел интенсивный размыв берегов, появились новые косы, осередки и подводные отмели в русле (рис. 4). Это увеличит риск возможных дальнейших негативных тенденций в развитии рукавов реки. На значительных участках поймы Амура особенно в прибрежной полосе оказалась покрытой слоем отложившегося песка толщиной до 1,0–1,5 м.



Рис. 4. Размыв левого берега реки Амур во время паводка. Октябрь 2013 г. (Фото А. Степанова).

Зимой 2013–14 годов и весной 2014 года последствия крупного наводнения могут привести к неблагоприятным и опасным для хозяйственной деятельности явлениям. Так, например, установление ледостава при относительно высоких уровнях воды будет способствовать формированию большой площади ледовой поверхности, что при весеннем ледоходе увеличит вероятность образования заторов льда в низовьях реки Амур, особенно ниже по течению от г. Комсомольск-на-Амуре.

Существенные последствия для русла и пойменных экосистем будут сказываться в течение ближайших 3–5 лет. Ожидаются изменения в развитии болотных и озерных экосистем в припойменной части долины Амура, особенно в нижнем течении реки вследствие изменения гидротермических свойств почв, неоднородного по составу и мощности осадконакопления.

Наводнение 2013 года охватило не только долины Амура и его крупных притоков – рек Зея, Буряя, Сунгари, Уссури. Оно проявилось на многих других водотоках Амурского бассейна. В частности, в середине июля мощный паводок прошел по реке Кур и некоторым его притокам. В отличие от больших рек наводнение на реке Кур было кратковременным – оно продолжалось в течение 7 дней. Однако его последствия для поймы и русла реки были значительными. На многих участках реки произошли деформации берегов, образовались новые древесные заломы, изменившие сток по рукавам рек, сместились аккумулятивные формы руслового рельефа. На пойме образовались многочисленные песчаные валы и протяженные гряды высотой до 0,5 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, причина наводнения – исключительно редкое сочетание комплекса природных и антропогенных факторов, одновременно проявившихся в бассейне Амура в этот год. Предсказать его масштабы было невозможно не только весной, но и в середине лета.

Необходимо продолжить всесторонние комплексные исследования условий формирования наводнения, его динамики и последствий для природной среды и хозяйственной деятельности. Представляется необходимым изучение трансформации наземных и водных экосистем поймы р. Амур в результате катастрофических паводков, создание теоретических основ функционирования русловых и пойменных экосистем в долинах рек при наводнениях редкой обеспеченности. Важно определить тенденции в перераспределении стока воды по рукавам и выявить зоны современного размыва берегов на крупных реках и интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов на горных реках бассейна Амура.

Подобные исследования необходимы для разработки безопасного и рационального использования территорий с высоким риском подверженности наводнениям и другим опасным гидрологическим явлениям. Правильное понимание механизма наводнений, разработка методов их прогноза и способов защиты являются основой, на которой можно будет строить стратегию дальнейшего освоения региона, решать многие практические задачи.

В настоящее время МПР РФ в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 31 августа 2013 г. № 693 разработало программу исследований, состоящую из двух основных разделов:

1. Оценка изменений русла реки Амур в результате прохождения экстремального паводка 2013 года, разработка и внедрение имитационной математической модели р. Амур с целью подготовки рекомендаций по комплексу защитных и руслоформирующих мероприятий на прибрежной территории Российской Федерации
2. Исследования экстремального паводка в бассейнах рек Амур, Зея, Буряя и Уссури в целях определения влияния изменений климата на гидрологический режим рек и установления новых требований к условиям обеспечения безопасности территорий и гидротехнических сооружений

Результаты исследований по изучению условий формирования и прохождения катастрофических паводков на реках бассейна Амур в 2013 году будут полезны для разработки и принятия конкретных мер по минимизации негативных воздействий возможных в ближайшие годы повторных наводнений – наиболее опасных природных катаклизмов в Приамурье.

ЛИТЕРАТУРА

- Бойкова К.Г. 1963.** Наводнения на реках Амурского бассейна // Вопросы географии Дальнего Востока. Хабаровск. Вып. 5. С. 192–236.
- Гарцман Б.И. 2008.** Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. Владивосток: Дальнаука. 241 с.
- Ким В.И. 1999.** Условия формирования паводков в бассейне р. Амур // Исследования водных и экологических проблем Приамурья. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 66–69.
- Махинов А.Н. 2006.** Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука. 232 с.
- Махинов А.Н. 2008.** Геоморфологическое положение нерестилиц в нижнем течении реки Гур // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 45–53.
- Махинов А.Н. 2012.** Региональные особенности русловых процессов горных рек юга Дальнего Востока // Всероссийская научная конференция «Процессы самоорганизации в эрозионно-русловых системах и динамике речных долин» “Fluvial systems-2012” с участием иностранных ученых, 3 – 12 июля 2012 года, Томск, Россия. [Электронный ресурс].
- Махинов А.Н., Золотухин С.Ф. 2011.** Русловые процессы на нерестовых реках Нимелен и Керби (Нижнее Приамурье) // География и природные ресурсы, № 2. С. 117– 122.