

УДК 551.482.215.3(282.252.3)

А.Н. МАХИНОВ, В.И. КИМ, Б.А. ВОРОНОВ

## Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия

*Рассматриваются условия формирования наводнений на крупных реках бассейна Амура. Приводятся характеристики и особенности движения паводочной волны во время катастрофического наводнения на Амуре в августе–сентябре 2013 г., обусловленного редким сочетанием активности основных областей формирования стока. Дана оценка воздействия антропогенных факторов на высоту и продолжительность паводка. Проведен анализ влияния наводнения на гидрологический режим Амура. Обсуждаются вопросы эффективной защиты территорий от наводнений.*

*Ключевые слова:* Амур, паводок, наводнение, уровни воды, влияние притоков, паводочная волна, последствия наводнения.

**Floods in the Amur Basin in 2013: causes and consequences.** A.N. MAKHINOV, V.I. KIM, B.A. VORONOV (Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk).

*Circumstances of flood formation on big rivers of the Amur Basin are considered. Flood wave characteristics and movement specifics during the catastrophic flooding of the Amur River in August and September 2013 are described. This flooding was caused by a rare combination of activity in the main runoff formation areas. Impacts of anthropogenic factors on the height and duration of floods are assessed and possible effects of river flooding on the Amur hydrological regime are analyzed. Effective flood protection measures for areas with high risks of flooding are discussed.*

*Key words:* Amur, flood, overflowing, water levels, flood wave, impact of tributaries, flood wave, flood consequences.

### Причины наводнений на реках бассейна Амура

В ряду природных стихийных бедствий наводнения занимают первое место в мире по повторяемости, площади распространения и наносимому ими материальному ущербу. В последнее столетие наводнения стали случаться чаще на всех континентах, особенно в Евразии. Наводнения превратились в постоянную угрозу для населения и экономики многих стран. Ни сегодня, ни в ближайшем будущем предотвратить их не представляется возможным. Наводнения можно только в какой-то мере ослабить или защититься от них на локальных участках.

С таким стихийным бедствием, как наводнение, часто сталкиваются и жители Дальнего Востока. Наводнения на Амуре и его притоках – обычное явление, обусловленное муссонностью климата в этом регионе России [1, 2]. В летний период мощные циклоны приходят в Приамурье один за другим, принося с Тихого океана огромное количество атмосферных осадков, выпадающих в виде интенсивных ливней и обеспечивающих высокую водность рек. Как точно подметил выдающийся российский географ и метеоролог А.И. Воейков, реки – продукт климата. Континентальный климат с ярко выраженными муссонными чертами определяет основные особенности водного режима рек юга

\* МАХИНОВ Алексей Николаевич – доктор географических наук, заместитель директора, КИМ Владимир Ильич – кандидат географических наук, заведующий лабораторией, ВОРОНОВ Борис Александрович – член-корреспондент РАН, директор (Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск).

\* E-mail: iver@iver.as.khb.ru

Работа выполнена при финансовой поддержке Отделения наук о Земле РАН в рамках проекта 12-I-O-ОНЗ-13 «Опасные гидрологические явления в бассейне Амура: распространение, масштабы и динамика».

Дальнего Востока. При общей повышенной водности рек в теплое время года, обусловленной обильными дождями, имеют место резкие подъемы уровней воды – паводки. На небольших реках они бывают стремительными и кратковременными. Чем крупнее река, тем выше уровни воды и продолжительнее паводки.

Для водного режима рек Амурского бассейна характерны большая неравномерность стока и неоднократные резкие подъемы уровней воды во второй половине лета и начале осени. По сравнению с другими регионами России на реках Дальнего Востока сезонные колебания стока воды особенно велики. За весь период инструментальных гидрологических наблюдений максимальный годовой сток Амура составлял 459,2 км<sup>3</sup> (1985 г.), в то время как минимальный сток был на уровне 250,8 км<sup>3</sup> (1979 г.), т.е. в 1,8 раза меньше максимума. Еще более контрастны колебания уровня расходов воды – от 15 000 до 46 000 м<sup>3</sup>/с. При этом абсолютный максимум расходов воды превышает абсолютный минимум более чем в 70 раз.

В холодное время года (ноябрь–март) расход воды в реках минимальный. Весной (апрель–май) в результате таяния снега уровень воды повышается. В конце июня–начале июля обычно наблюдается межень – самый низкий уровень за период с открытым руслом. Максимальные уровни и расходы воды отмечаются в летне-осенний период (июль–сентябрь), что обусловлено активностью циклонической деятельности.

Большая площадь водосбора, особенности его формы и наличие крупных притоков в различных частях бассейна р. Амур наряду со специфическими особенностями выпадения осадков (локальность и большая интенсивность) являются причиной существования нескольких очагов формирования наводнений: бассейны рек Верхнего Амура, Зея, Бурея, Сунгари и Усури [5]. Паводки, сформированные в каждой области, могут привести к большому наводнению на р. Амур, как это произошло, например, в 1998 г. В бассейне р. Сунгари тогда сформировался паводок очень низкой обеспеченности. Во всех остальных паводкообразующих областях в этот период наблюдалась пониженная водность. Наводнение охватило нижнее течение р. Амур. Полностью была затоплена пойма, а максимальный уровень воды у г. Хабаровск на пике паводка достигал 524 см.

Значительные подъемы уровня воды, приводящие к сильным наводнениям, случаются один раз в 2–3 года. В отдельные годы может быть 4–5 пиков паводков. В районе Хабаровска один пик отделяется от другого кратким периодом снижения уровня воды (рис. 1). В этом случае наводнения формируются в бассейнах крупных амурских притоков чаще всего асинхронно и огромные массы воды проходят по реке поочередно друг за другом,

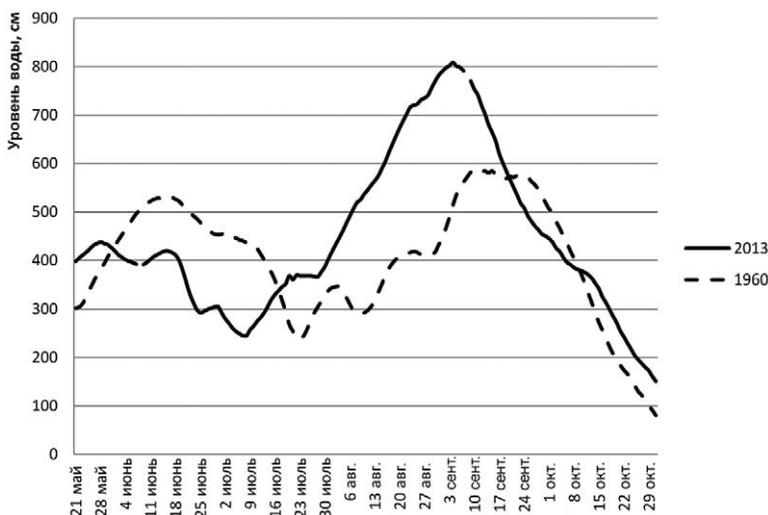


Рис. 1. График колебания уровня воды в Амуре у г. Хабаровск в 1960 и 2013 гг.

не вызывая значительных затоплений территории. Однако в низовьях Амура пики паводков сливаются в один продолжительный период высокого стояния воды [4]. Но поскольку паводок растянут во времени (60–70 дней), то к катастрофическим событиям в низовьях реки он обычно не приводит.

При формировании паводков на нескольких крупных притоках Амура одновременно, что случается один раз в 10–15 лет, происходит затопление не только поймы, но и прилегающей к ней равнинной территории [3]. Подъем уровня воды в реке изменяется от 14–17 м в ущелье Малого Хингана до 4–5 м в самых ее низовьях. На Среднеамурской и Удиль-Кизинской низменностях превышение максимального уровня над минимальным летом составляет 6–8 м. Ширина разлива достигает 30 км, и над водой остаются лишь узкие полоски самых высоких релок. Амурская вода подпирает устьевые части притоков, образуя обширные временные озера, проникающие далеко вверх по течению.

Неравномерность стока воды имеет не только сезонный характер. Во многих регионах мира замечено, что циклы самых больших наводнений имеют периодичность 10–15 лет. Аналогичная закономерность выявлена и на р. Амур. За 115 лет инструментальных гидрологических наблюдений у г. Хабаровск периоды повышенной водности отмечались в 1896–1911 гг. (максимальный уровень воды 642 см), 1927–1938 гг. (616 см), 1951–1964 гг. (634 см), 1981–1998 гг. (620 см). Превышение уровня 600 см за это время отмечалось 8 раз, из них четырежды в период с 1951 по 1959 г.

Последний период повышенной водности Амура начался в 2009 г., тогда уровень воды по гидрологическому посту Хабаровска достиг 494 см. В нижнем течении реки была затоплена пойма и подтоплены расположенные в низинах здания и сооружения. Размыв берегов местами достигал 15 м. Образовались новые протяженные песчаные косы, а ранее существовавшие переместились на сотни метров. В русле реки активно проявились эрозионно-аккумулятивные процессы, в результате чего аккумулятивные наносы перегородили некоторые протоки, существенно уменьшив их пропускную возможность. Предполагается, что период высокой водности продлится 10–15 лет (до 2020–2025 гг.).

Учитывая указанную закономерность водного режима, наводнение на Амуре в 2013 г. не должно было быть неожиданным. Однако и предсказать его даже весной того года было невозможно, поскольку прогноз подобных явлений пока может быть только вероятностным.

### **Особенности наводнения 2013 г.**

Амурское наводнение стало самым крупным за весь период наблюдений в Приамурье. Высокая зимняя межень (-12 см по водомерному посту г. Хабаровск при обычных средних значениях -130...-170 см), очень дружная весна, сопровождаемая частыми дождями на значительной территории бассейна, привели к сильному весеннему половодью. В июле–августе почти на всей территории бассейна Амура наблюдались интенсивные осадки. В некоторых местах их количество в этот период превысило годовую и даже полуторогодовую норму. Экстремальному характеру наводнения способствовало также совпадение пиков паводков в главной реке (Амуре) с пиками паводков на ее притоках. Эти отдельные паводки соединялись и в районе Хабаровска образовали один большой, растянутый во времени высокий пик уровней воды.

Наводнение 2013 г. имело катастрофический характер, оно охватило огромные территории в пределах двух стран – России и Китая. Затоплению подверглось множество сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов, промышленных предприятий и инженерных коммуникаций. В отдельных регионах была парализована хозяйственная и производственная деятельность, возникла необходимость эвакуации части населения.

Рассмотрим более детально, как формировалось наводнение и что способствовало его усилению в нижнем течении Амура.

В конце июня–начале июля 2013 г. в результате дождей вода на р. Шилка поднялась более чем на 1 м. Это был обычный паводок, не способный вызвать большие затопления даже в пойме реки.

В р. Аргунь в это время уровень воды был низким, и лишь в самом начале августа за два дня вода поднялась почти на 5 м. Но даже это не повлекло за собой сильного паводка на Верхнем Амуре. Во всяком случае он не угрожал затоплением обширных территорий.

На Верхнем Амуре в июле на фоне общего подъема уровня воды сформировалось несколько небольших дождевых паводков. С 19 июля гребень паводка начал распространяться от с. Джалинда вниз по течению, постепенно разрастаясь в размерах. Подпитываясь непрерывающимися дождями, несколько пиков отдельных паводков ниже с. Кумары слились в один высокий и достаточно продолжительный паводок. С 20 июля до середины августа уровень воды на этом участке реки поднялся более чем на 5 м. 16 августа паводочная волна достигла Благовещенска (рис. 2).

К этому времени к Благовещенску подошел еще один паводок, образовавшийся за счет интенсивных ливней в бассейне р. Зея (прежде всего на реках Уркан, Деп и Селемджа). В результате в низовьях Зеи у с. Малая Сазанка за период с 8 июля по 12 августа уровень воды в реке поднялся более чем на 6,5 м. Пик зейского паводка подошел к Благовещенску чуть раньше, чем амурского, 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/сут двинулась дальше вниз по течению. Свою долю в общий экстремальный сток воды добавил относительно небольшой паводок на р. Буря.

Перед Малым Хинганом у с. Пашково высота гребня паводка достигла 9,39 м. В Хинганском ущелье скорость прохождения паводка возросла до 140 км/сут. На Среднеамурской низменности уровень воды в Амуре стал снижаться – от 7,00 м у с. Екатерино-Никольское до 5,47 м у с. Ленинское и 5,63 м у г. Хабаровск. На этом участке паводочная волна трансформировалась вследствие притока значительной массы воды из р. Сунгари, скорость ее движения резко замедлилась и составила около 30 км/сут. Многоорукавное

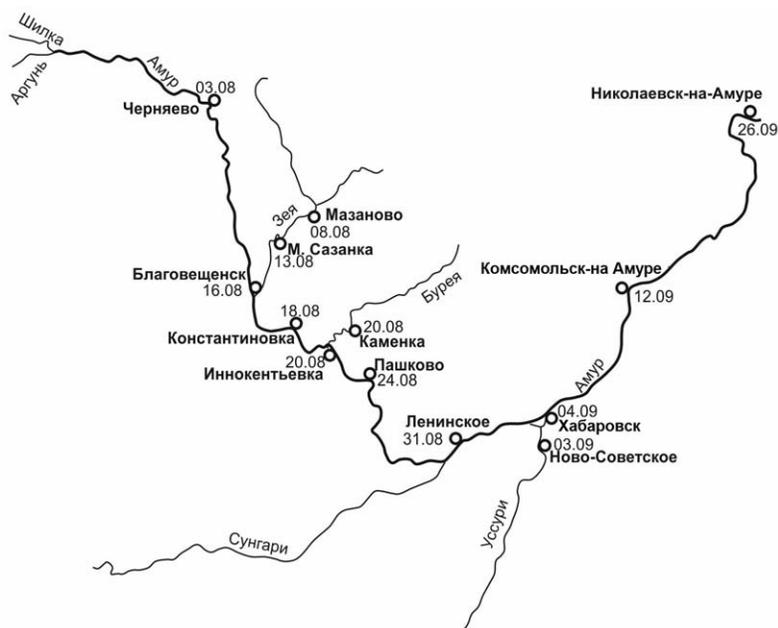


Рис. 2. Хронологическая схема движения паводочных волн в бассейне р. Амур

русло реки, широкая пойма с густой травянистой растительностью на значительном протяжении стали своеобразным резервуаром, который мог быть заполнен водой. К тому же этот участок Амура замыкался «плотиной» Транссибирской магистрали, перекрывшей своей насыпью всю левобережную пойму.

Своеобразие долины Амура в его нижнем течении заключается в чередовании сужений с пойменно-равнинными расширениями [6]. Паводочная волна, проходя через эти участки долины, существенно трансформируется. Наиболее широкую пойму (25–30 км) река имеет при пересечении крупных низменностей. В паводок они превращаются в обширные водные акватории, соединенные между собой протоками. В их пределах накапливается большой объем водных масс и уменьшаются скорости течения. В горной части долины пойма протягивается узкой полосой вдоль берега реки и включает небольшие сильно вытянутые по течению острова. Чередование сужений поймы с расширениями, в которых русло разбивается на множество рукавов разных размеров и конфигураций, обуславливает сложную картину движения паводочной волны. Перед расширениями поймы и в пределах низменностей высота паводочной волны снижается, а перед сужениями и в узких частях долины – увеличивается. Например, в г. Комсомольск-на-Амуре амплитуда подъема уровня воды в период наводнения 2013 г. составила 6,76 м, тогда как у с. Троицкое она едва превысила 4 м.

Скорость прохождения паводочной волны также изменяется от истоков к устью Амура (табл. 1). В широких поймах русло делится на несколько больших рукавов, что увеличивает пропускную способность реки и снижает скорость потока. В сужениях вся вода проходит только по руслу при высоких уклонах водной поверхности, соответственно пропускная способность русла уменьшается, а скорость прохождения паводочной волны растёт.

Таблица 1

**Скорость движения паводочной волны на различных участках долины Амура**

Участок реки	Протяженность участка, км	Скорость движения воды, км/сут
Благовещенск–Пашково	408	50
Пашково–Екатерино-Никольское	167	140
Екатерино-Никольское–Хабаровск	404	55
Хабаровск–Троицкое	192	40
Троицкое–Комсомольск-на-Амуре	156	50
Комсомольск-на-Амуре–Циммермановка	207	100
Циммермановка–Богородское	169	35
Богородское–Николаевск-на-Амуре	190	30

На наводнение в нижнем течении Амура большое влияние оказали паводки, сформировавшиеся в бассейнах его правых притоков Сунгари и Уссури. В Уссури уровень воды начал расти с конца июля. К 3–4 сентября уровень воды в этой реке поднялся на 4–5 м, затопив пойму и прилегающие низменные территории. Пик уссурийского паводка практически совпал с пиком амурского, что существенно ухудшило ситуацию, так как устье р. Уссури находится выше железнодорожного моста через Амур. Именно у Хабаровска отмечалось наиболее высокое и продолжительное стояние воды в пределах Среднеамурской низменности (табл. 2).

На Нижнем Амуре почти везде наблюдались рекордные отметки уровней воды, превышающие на 1,5–2,0 м исторические максимумы. Особенно высокий подъем воды был в Хабаровске (см. фото на с. 2 обложки) и Комсомольске-на-Амуре. У Хабаровска при большей ширине поймы уровень воды поднялся до 5,63 м, тогда как у с. Елабуга при такой же ширине поймы – только на 4,78 м. Такая аномалия обусловлена влиянием антропогенных факторов.

**Продолжительность и высота паводка в некоторых пунктах в долине Амура**

Пункт	Продолжительность подъема воды, дни	Продолжительность паводка, дни	Максимальная высота паводка, м
г. Благовещенск	27	58	5,48
с. Пашково	31	58	9,39
г. Хабаровск	38	76	5,63
г. Комсомольск-на-Амуре	32	74	6,69
г. Николаевск-на-Амуре	36	72	1,37

Измеренный специалистами Дальгидромета непосредственно на реке максимальный расход воды в пик паводка составил 46 000 м<sup>3</sup>/с. Повторяемость этого события оценивается величиной 0,4–0,5 %, т.е. такое событие случается один раз в 200–250 лет.

В период амурского наводнения 2013 г. вода не только затопила пойму на глубину 2–3 м, но и местами вышла за ее пределы, разлившись на обширных понижениях Средне-амурской и Удиль-Кизинской низменностей. Затопленными оказались также понижения вокруг припойменных озер и долины впадающих в них рек. Многие подтопленные участки расположены далеко от русла Амура и поэтому использовались для прокладки дорог, ЛЭП и под сенокосы. Широким водным потоком Амур по низменным участкам соединился с оз. Болонь, образовав гигантский остров на левобережье реки между Хабаровском и Комсомольском-на-Амуре.

### **Влияние антропогенных факторов на формирование наводнения**

После наводнения появились публикации, авторы которых считают, что причиной невиданного наводнения на Амуре стали водохранилища крупных ГЭС. Но это не так. Наоборот, они много раз спасали население от наводнений в 80-е годы и положительную роль, особенно на начальном этапе, сыграли в усмирении наводнения в 2013 г.

В бассейне Амура зарегулирован сток трех его наиболее крупных притоков – Зеи, Буреи и Сунгари. На этих притоках построены десятки ГЭС с водохранилищами разных масштабов. Два наиболее крупных водохранилища (Зейское и Бурейское) расположены в России, одно (Сунхуа ху) – в Китае на р. Сунгари. Эти гидротехнические сооружения строились с двойной целью: во-первых, для получения дешевой электроэнергии, а во-вторых, для защиты территорий от наводнений.

Долины рек Зeya и Бурeya всегда страдали от наводнений, и поэтому именно эти реки были зарегулированы в первую очередь. В сумме они контролируют менее 10 % площади бассейна Амура. Водоохранилища успешно справляются с задачей защиты долинных земель от наводнений. Правда, в 2007 г. на Зее было наводнение, связанное с неправильной эксплуатацией водохранилища, но это, скорее, исключение, чем правило. В целом же водохранилище исправно выполняет противопаводковую функцию.

Безусловно, водохранилища ГЭС влияют на водный режим рек. Летом они накапливают воду, а всю зиму ее сбрасывают через турбины. К концу лета важно набрать максимально возможный объем воды, чтобы получить больше электроэнергии в зимнее время. Однако осень не всегда бывает достаточно дождливой, и если не набрать воды летом, то существует опасность, что ГЭС не сможет работать на полную мощность. Прогнозировать дожди на один–два месяца вперед пока невозможно, поэтому в июле обычно набирают максимальные объемы воды, оставляя в водохранилище лишь небольшой резерв. Конечно же, этот резерв не может обеспечить перехват большого паводка в конце лета и осенью.

В августе 2013 г. продолжились очень сильные дожди. К этому времени водохранилища уже были наполнены и нужен был сброс воды, чтобы избежать прорыва плотины со всеми вытекающими отсюда катастрофическими последствиями. Поэтому вода под

жестким контролем сбрасывалась в августе и начале сентября. Максимальный приток воды в Зейское водохранилище в это время составлял около 12 000 м<sup>3</sup>/с, а из водохранилища сбрасывалось 5 000 м<sup>3</sup>/с. Если не было бы этого водохранилища, вода с расходом 7 000 м<sup>3</sup>/с попала бы в Зею и затем в Амур дополнительно к тому объему, который там уже был. В этом случае наводнение могло быть еще более значительным. Аналогичная ситуация имела место и на Бурейской ГЭС.

Определенную роль в высоком подъеме воды на некоторых участках Амура сыграли построенные ранее берегозащитные дамбы, польдеры, мосты, а также лесоразработки и пожары в бассейнах рек. В районе Хабаровска на уровень подъема воды несомненно повлияла железнодорожная насыпь Транссибирской магистрали, проложенная в пойме Амура. Насыпь не имеет сквозных отводов для стока воды. Перекрыв всю пойму, она создала подпор, который способствовал подъему воды в районе города. Свою роль в усилении масштабов наводнения сыграл также польдер площадью 71 км<sup>2</sup>, расположенный на о-ве Большой Уссурийский. По предварительным данным, эти антропогенные факторы обусловили увеличение уровня воды в районе Хабаровска примерно на 70 см.

Необходимо отметить и то, что Амур относится к рекам, которые в своем эволюционном развитии не углубляются в толщу отложений, а наоборот, поднимаются со скоростью около 2 мм/год [6]. За предыдущие 116 лет со времени последнего крупного наводнения 1897 г. обычные уровни воды в русле реки стали выше более чем на 20 см. Во время наводнений это становится дополнительным негативным фактором.

Таким образом, причины наводнения 2013 г. сочетали в себе комплекс природных и антропогенных факторов, одновременно проявившихся в бассейне Амура в тот летне-осенний сезон. Предсказать его масштабы было невозможно не только в мае или июне, но даже в конце июля, т.е. за месяц до пика паводка. Построению прогнозов наводнений с большой заблаговременностью мешают сложность процессов перемещения воздушных масс в атмосфере, слабая изученность водного режима рек дальневосточного типа и отсутствие необходимого количества гидрологических постов наблюдений.

### **Последствия наводнения**

Амурское наводнение 2013 г. нанесло значительный ущерб населению и экономике дальневосточного региона. Были частично затоплены территории городов Благовещенск, Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и многих других населенных пунктов. Несколько тысяч домов разрушены и не подлежат восстановлению. Десятки тысяч людей пришлось эвакуировать в места временного проживания. Только в Хабаровске в зону подтопления попало 715 домов с 17 611 жителями, в том числе 101 многоквартирный дом, 49 предприятий различных форм собственности, 24 объекта социального назначения, 32,8 км дорог. Для локализации подтоплений были построены водозащитные сооружения в виде насыпи из песка, суглинка и скальных пород общей протяженностью 23 857 м. Ущерб для города составил более 4 млрд руб. В целом же в российской части бассейна Амура прямой экономический ущерб оценивается в 12 млрд руб., а общие потери от паводков исчисляются не менее чем 30 млрд руб.

Наводнение привело к изменению природных условий в районах затопления, оценить которые не представляется возможным без проведения детальных исследований. Наводнение негативно сказалось на русловых процессах. В районе г. Хабаровск на пике паводка средняя скорость течения в русле р. Амур составляла 1,9 м/с, максимальная – 4,6 м/с. Произошел интенсивный размыв берегов, появились новые косы и осередки (острова). Это увеличивает риск дальнейшего негативного развития рукавов реки, особенно в районе Хабаровска и на проблемных участках российско-китайской границы.

На разветвленных участках рек может произойти перераспределение стока воды между рукавами. Амур имеет многорукавное русло, и во время наводнения одни рукава будут

забиваться наносами, а в других, наоборот, поток воды увеличится. Это создаст условия для изменения рисунка речной сети и осложнит судоходство. Российско-китайская граница идет по фарватеру Амура, который может измениться. На каких-то участках вода может пойти в левый рукав русла, и тогда он станет главным. В этом случае Китай может поднять вопрос о пересмотре принадлежности островов российской стороне из-за изменения фарватера. Китай свои берега защищает от размыва, и поэтому вероятность того, что вода уйдет в левый, а не правый рукав, весьма высока, что повлечет за собой пересмотр российско-китайской границы на некоторых участках реки.

Наблюдения показывают, что в 2013 г. уровни воды осенью и в начале зимы после наводнения были аномально высокими и снижались медленно, что способствовало позднему ледоставу на Амуре, хотя на его притоках ситуация была близка к обычной. Вследствие высокой водности толщина льда в начальный период ледостава была на 10–15 см ниже средних многолетних значений.

Анализ наивысших уровней воды в весенний период за все годы наблюдений показывает, что в Хабаровске превышение уровня 500 см в апреле–мае отмечалось всего четыре раза. Максимальным (625 см) уровень воды был весной 1902 г. Однако это не было связано с очень высокой водностью предшествующего года. Высокая водность Амура летом в 1920-е годы также не сопровождалась высокими уровнями воды следующей весной. В то же время высокому весеннему уровню воды (533 см) в 1960 г. предшествовало значительное наводнение летом 1959 г., когда уровень воды поднимался до 634 см. Таким образом, прямой связи между большими летними наводнениями с последующим высоким уровнем воды весной не выявляется.

Учитывая особо высокую водность Амура в конце осени–начале зимы 2013 г., а также значительную увлажненность почвы на обширной площади не только в пределах поймы, но и на прилегающей равнинной территории и болотных массивах, весной 2014 г. следует ожидать, при невмешательстве других факторов, повышенные по сравнению со средними значениями водность и уровни воды в Амуре. В случае если зима будет снежной, можно прогнозировать значительный весенний разлив в долине нижнего течения реки.

Зимой 2013/14 г. и весной 2014 г. могут возникнуть опасные для населения и хозяйственной деятельности явления. 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 Амура, особенно ниже по течению от г. Комсомольск-на-Амуре. В случае быстрого наступления теплой погоды такие заторы вызовут высокие подъемы уровней воды на локальных участках в долине реки.

Как отмечалось выше, после наводнения 2013 г. русло Амура существенно изменилось: возникли новые косы, осередки, подводные отмели, а также глубокие ямы размыва. Поэтому зимой возможно образование полыней и участков тонкого льда там, где этого ранее не наблюдалось, что может представлять опасность для населения. Ниже больших полыней в начале ледостава могут образовываться зазоры с выходом воды на поверхность льда. В районе переливных дамб проток Пемзенская и Бешеная во время весеннего ледохода ожидается ледовое воздействие на берега и сами дамбы, что может повлечь их разрушение или промыв грунтов вдоль их правобережных укреплений.

В течение ближайших 3–5 лет будут наблюдаться существенные изменения в пойменных экосистемах. Прежде всего это касается болотных и озерных экосистем в припойменной части долины Амура, особенно в нижнем течении реки. Промерзание зимой переувлажненных грунтов приведет к деформации верхних горизонтов почв и соответственно к разрыву корневых систем и гибели кустарников и деревьев на пониженных участках. Кроме того, высокая льдистость замерзших почв будет способствовать более медленному их оттаиванию.

## Некоторые уроки наводнения

Продолжающееся глобальное изменение климата на планете и возрастание антропогенной нагрузки на природную среду в дальнейшем приведут к усилению воздействий стихийных природных явлений на условия жизни населения и хозяйственную деятельность [7]. Поэтому необходимы тщательный анализ случившегося экстремального паводка и выработка на его основе обоснованной и грамотной стратегии использования водных ресурсов с целью обеспечения безопасности во время стихийных природных явлений. Амур – трансграничный водный объект. Следовательно, при разработке комплексных схем использования водных ресурсов необходимы консолидированные усилия всех заинтересованных стран – России, Китая и Монголии.

Наводнение еще раз подтвердило: не следует возводить хозяйственные объекты и жилые здания на территориях, подверженных затоплению. Для этого надо знать ту линию, за пределами которой наступает риск затопления. В 1980-е годы специалистами института «Дальгипроводхоз» такая карта была составлена для территорий Хабаровского края и ЕАО. К настоящему времени она, скорее всего, устарела и требует уточнения с учетом изменения характеристик водного режима Амура за последние 30 лет и, конечно же, параметров последнего наводнения.

Как известно, один из эффективных способов борьбы с наводнениями – регулирование речного стока путем создания водохранилищ. Правда, они защищают от наводнений только долину реки ниже по течению, но не земли вдоль ее многочисленных притоков. Тем не менее в условиях слабой освоенности региона такой подход можно считать вполне конструктивным. Существующих водохранилищ сегодня не хватает, чтобы эффективно регулировать сток воды всех крупных притоков и самого Амура. Поэтому необходимо строить новые гидроузлы в разных частях бассейна Амура. Учитывая экологические проблемы гидростроительства, сооружению каждого гидроузла должны предшествовать детальные комплексные предпроектные и проектные исследования, а также оценка их влияния на состояние природной среды.

Возведение дамб – также достаточно эффективная противопаводковая мера, но она требует больших капиталовложений и постоянного обслуживания гидротехнических сооружений. На Амуре берегозащитные укрепления и польдеры могут сооружаться локально, только в местах защиты населенных пунктов, зданий, сооружений и других объектов хозяйственной деятельности, переносить которые нельзя или нецелесообразно. Вероятно, следует рассмотреть возможность строительства нескольких водопропускных отверстий в насыпи Транссибирской магистрали. Это могло бы снизить риск затопления обширных территорий в пределах амурской поймы.

Правильное понимание механизма наводнений, разработка методов их прогнозирования и способов противопаводковой защиты являются основой, на которой можно строить стратегию дальнейшего освоения региона. Одной из насущных задач представляется оценка роли Эль-Ниньо в активизации циклонической деятельности в Северо-Восточной Азии. Важное значение имеет изучение глобальных изменений климата и антропогенного влияния на гидрологические процессы в регионе. Актуальным становится также изучение трансформации наземных и водных экосистем поймы р. Амур в результате катастрофических паводков, создание теоретических основ функционирования русловых и пойменных экосистем долины реки при наводнениях. Подобные исследования необходимы для разработки безопасного и рационального использования территорий с высоким риском подверженности наводнениям и другим опасным гидрологическим явлениям.

Для успешного решения этих и других задач необходимо объединить усилия всех ученых и специалистов, проводить комплексные исследования, улучшать приборную базу для оперативного сбора достоверной информации, использовать самые современные методы анализа данных, включая моделирование природных процессов, улучшить

подготовку специалистов-гидрологов в вузах. Важно расширить сеть гидрологических постов в бассейне Амура, в том числе автоматизированных. Не следует экономить на изучении тех процессов, которые приводят к огромным ущербам. Поэтому не только федеральному, но и региональным правительствам нужно вкладывать достаточные средства в обеспечение исследований и проведение рекомендуемых на их основе мероприятий по защите от наводнений не только на Амуре, но и на большинстве его притоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойкова К.Г. Наводнения на реках Амурского бассейна // *Вопр. географии Дальнего Востока*. 1963. Вып. 5. С. 192–236.
2. Гарцман Б.И. Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. Владивосток: Дальнаука, 2008. 241 с.
3. Ким В.И. Особенности затопления пойменных островов Нижнего Амура (на примере острова Славянский) // *Формирование вод суши юга Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1988. С. 21–30.
4. Ким В.И., Махинов А.Н. Прохождение паводочной волны и водный режим в нижнем течении р. Амур // *Материалы науч. конф. по проблемам водных ресурсов Дальневосточного экономического района и Забайкалья*. СПб.: Гидрометеиздат, 1991. С. 513–519.
5. Ким В.И. Условия формирования паводков в бассейне р. Амур // *Исследования водных и экологических проблем Приамурья*. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1999. С. 66–69.
6. Махинов А.Н. Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука, 2006. 232 с.
7. Makhinov A., Liu S., Kim V., Makhinova A. Natural Risks and Antropogenic Impacts on Big Rivers in East Asia // *32<sup>nd</sup> Intern. Geogr. Congr.*, 26–30 August 2012. Cologne, Germany: Book of Abstr. Cologne, 2012.