МОНИТОРИНГ ПОСЛЕДСТВИЙ НАВОДНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКА В 2013 Г.

Т.И. Подгорная
Тихоокеанский государственный университет
г. Хабаровск, Россия, tat-podg@yandex.ru

MONITORING THE EFFECTS OF FLOODING ON THE TERRITORY Khabarovsk IN 2013

T.I. Podgornaya
PNU
Khabarovsk, Russia, tat-podg@yandex.ru

Abstract. The Amur flood in 2013 have caused catastrophic damage in the coastal area of Khabarovsk . Prolonged flooding caused the destruction of buildings, roads, pollution of the urban environment. The purpose of the study is to monitor the negative effects of flooding in the affected areas of the city. In the article the analysis of the urban environment and a description of the effects of flooding.

Keywords: Khabarovsk, Amur river, flood, river erosion, water table rise, protection measures flood, adverse effects, building, destruction, recreational zone, hazard, risk.

Введение. Благоприятная в целом экологическая ситуация в прибрежной зоне р. Амур и Амурской протоки в Хабаровске делает ее привлекательной для использования рекреационного потенциала и строительства жилья. Прибрежная зона более 50 лет используется для размещения промышленных объектов, создания золоотвалов ТЭЦ. В последнее время после рекультивации золоотвалов на обширной территории стало активно развиваться строительство спортивных сооружений. В период наводнения природно-техническая система испытала экстремальное воздействие поверхностных и подземных вод. Экологические риски увеличивались при высокой плотности застройки прибрежной территории и при интенсивном освоении пригородной зоны. Они выразились в немалых затратах на эвакуацию людей, на улучшение качества городской среды в жилых кварталах, на территориях спортивных комплексов, на восстановление культурных ландшафтов в рекреационных зонах и др. В результате наблюдений, выполненных при периодическом обследовании территории после спада воды, изучения фотодокументов, публикаций в средствах массовой информации были установлены негативные перемены в состоянии городской среды после наводнения. Для восстановления и обеспечения устойчивого развития существующих функциональных зон необходимы прогноз изменений городской среды после паводка и эффективные меры инженерной защиты от затопления и речной эрозии с учетом произошедших изменений прибрежной зоне.

Методы исследований. Оценку опасности и риска наводнения в 2013–14 гг. выполняли специалисты и ученые разных организаций и научных направлений: экологи, гидрологи, инженеры-геологи, гидрогеологи, медицинские работники, специалисты службы МЧС, журналисты, и др.

Для выявления последствий наводнения в Хабаровске магистрантами 1 курса и студентами 3 курса кафедры «Архитектура и урбанистика» ТОГУ в мае 2014–2015 гг. было проведено обследование прибрежной территории города. На карте города вся береговая линия протяженностью 40 км была разделена на 8 участков. На каждом из них были намечены конкретные маршруты для обследования и наблюдений в жилой зоне, на промышленных объектах, в зонах отдыха и др.

Цель обследования – зафиксировать состояние и изменения прибрежной части города в зоне затопления для мониторинга изменений городской среды и создания фотоальбома прибрежной зоны.

Поставленные задачи:

1. Выполнить наблюдения за состоянием береговой полосы на участках жилой застройки, зон отдыха, спортивных сооружений, производственных площадок.
2. Произвести фотофиксацию состояния территории в условиях хорошей видимости:
 - а) состояние природной среды (обратить внимание на эрозионные уступы у подножья склонов, оползневые участки (бугристая поверхность, трещины на поверхности, «пьяный» лес, оползневые ступени, цирки, языки, заболоченные участки, загрязнения пляжей и др.);
 - б) состояние освоенной территории (обратить внимание на деформации и разрушения жилых построек, дорог, оставшиеся временные или постоянные укрепления берега и др.).
3. Отметить на плане и описать в журнале точки наблюдения
4. Сделать фотоснимки в точках наблюдения, дать их «привязку» к местности.
5. Оформить результаты наблюдений в виде фотоальбома по каждому обследованному участку, используя также имеющиеся фотоснимки, сделанные с высоты в сентябре 2013 г. во время паводка, а затем в апреле – мае 2014–15 гг.

Такая работа была актуальна, вызывала интерес студентов и позволила увидеть город в не лучшем состоянии после перенесенного затопления. На каждом участке было что-то особенное, так как и береговая

полоса была разной. Например, равнина – в Южном округе, парковая зона – в Центральном районе, подножье крутых склонов – в Северном округе. Неблагоприятные изменения были везде хорошо заметны.

В частности, после паводка, было проведено обследование жилой застройки в Южном округе Хабаровска: в районе пос. Красная речка и в жилом квартале «Стройка», которые пострадали от затопления не только со стороны реки, но и от разлива вдоль малых городских водотоков (рис. 1, 2).

Рис. 1. Исследуемый участок в пос. Красная речка

Рис. 2. Исследуемый участок жилого квартала «Стройка»

Обследование пострадавших от наводнения районов прибрежной зоны Амура, выполненное студентами-архитекторами ТОГУ весной и осенью 2014–15 гг., позволило увидеть масштабы произошедших разрушений.

Анализ состояния пострадавших районов. Рассматриваемые участки жилых районов расположены на равнине на правом берегу Амурской протоки. Участок в пос. Красная речка имеет частную жилую застройку и находится на берегу реки и вдоль ручья, который впадает в Амурскую протоку. Жилые дома и надворные постройки были затоплены (рис. 1, 3). Утонули подвалы и погреба, гаражи, огороды, туалеты, свалки. Прибрежная застройка была частично защищена временной насыпной дамбой, которая некоторое время сдерживала воду и позволила эвакуировать людей. После затопления вдоль реки и в долине ручья большая часть жилых домов были признаны непригодными для дальнейшего проживания, огороды размыты, дороги разрушены. Не многим жителям удалось вернуться на свои участки. Экологическая ситуация обострилась в связи с бытовым и биологическим загрязнением территории.

Рис. 3. Затопленный участок в пос. Красная речка

Рис. 4. Затопление Прибрежного микрорайона

Жилой квартал «Стройка» представляет собой типовую застройку средней и повышенной этажности (2–9 этажей) по ул. Артёмовской и Косовского переулка, ул. Косовской, ул. Монтажная. В центре квартала находятся школа, детский сад, школа-интернат, торговые центр и несколько гаражных кооперативов. Жилые дома располагаются вдоль р. Красная Речка и ее правого притока, которые берут свое начало с гор. Ранее берега р. Красная Речка частично были укреплены от размыва бетонными плитами. При проектировании и строительстве опасность затопления домов от высоких паводков по всем гидротехническим расчетам была полностью исключена.

В период катастрофического наводнения в долине Амура в июле – октябре 2013 г. с небывалым подъемом воды до 808 см речные воды вызвали повышение уровня в устьях малых водотоков, пошли вверх по течению р. Красная Речка (рис. 5–6). Длительное затопления городской территории в течение трех недель и медленный спад воды усилили негативные последствия обводнения.

Рис. 5. Затопленный участок в долине р. Красная Речка (сентябрь 2013 г.)

Рис. 6. Территория жилого квартала «Стройка» и промплощадки, затопленные в период паводка

Последствия затопления. Длительное затопление освоенных территорий в долине р. Амур сопровождалось значительными статическими и динамическими нагрузками на грунты. Столб речной воды высотой от 0,5 м до 7 м на затопленных участках Хабаровска вызвал уплотнение поверхностного слоя грунтов. Подземные воды в этот период «прореагировали» повышением уровня и скорости движения. Гидравлическая связь речных вод с подземными водами, развитыми в песчано-гравийных отложениях в прибрежной зоне Амура, обусловила повышение уровня подземных вод на 1–3 м. Последовавший спустя три недели спад воды и снижение нагрузок привели к разуплотнению грунтов под влиянием гидродинамического давления. Это вызвало возникновение комплекса современных геологических процессов, таких как речная эрозия, плоскостной смыв, подтопление подземными водами, оползни, морозное пучение грунтов зимой [1].

Размещение перечисленных объектов в прибрежной зоне города на разных надпойменных террасах, возвышающихся над рекой на 1–8 м, имело существенное значение при резком повышении уровня Амура и затоплении прибрежной зоны в 2013 г.

В жилом квартале «Стройка» негативные последствия проявлялись в виде разрушений тротуаров, газонов, асфальтовых покрытий дорог, деформациями и разрушением береговых укреплений, образованием свежих эрозионных уступов вдоль русла реки и ручья (рис. 5–8).

Рис. 6. Размывы вдоль р. Красная Речка в жилом квартале «Стройка»

Рис. 7. Деформации и разрушения береговых укреплений вдоль р. Красная Речка

Из-за малого диаметра водопропускной трубы через ул. Краснореченскую был затруднен сток воды по одному из притоков р. Красная Речка. Затопленной долгое время оставалась застроенная производственными объектами территория в долине ручья по ул. Монтажной, площадка авторынка и другие строения. Водный поток оставил на поверхности наносы песка, бытового мусора, древесины и других отходов.

Прибрежная зона Амурской протоки в Южном округе использовалась в качестве летней зоны отдыха и городского пляжа «Амуркабель». Здесь были созданы условия для организации праздников и спортивных соревнований. К услугам отдыхающих построены кафе, аттракционы, игровые и волейбольные площадки, пляж оборудован беседками, шезлонгами. Все было разрушено и смыто водой при затоплении.

В рекреационной зоне в районе стадиона им. Ленина и ЦПКиО в центре Хабаровска затопление вызвало переувлажнение и плоскостной смыв почвенного слоя. На обширных пространствах газонов оголились корни деревьев и кустарников, искусственное покрытие стадиона было испорчено, и потребовалась его

замена (рис. 9, 10).

Рис. 9. Территория спортивного комплекса и рекреационной зоны подверглась размыву и заливанию в период паводка

Рис. 10. Затопление спортивной арены стадиона им. Ленина вызвало разрушение искусственного покрытия и другого оборудования

В прибрежной зоне Южного округа расположены два старых золоотвала ТЭЦ-1 (рис. 11). На территории восточного золоотвала в 2006-10 гг. после его рекультивации были построены и действуют спортивный комплекс «Амур-Энергия», футбольные поля и открытые площадки для игры в хоккей, закрытый каток, 2-этажный спортивно-хозяйственный корпус. На западном участке золоотвала рекультивация не проводилась, т.к. золошлаковые отходы периодически разрабатывались для использования их в качестве строительных материалов, техногенного минерального сырья и в виде сельскохозяйственных удобрений. Затопление золоотвала вызвало размыв золошлаковых отходов и загрязнение реки.

Рис. 11. Затопление золоотвала ТЭЦ вызвало загрязнение реки Амур

Рис. 12. Деформации и разрушения дорожной насыпи

Активизация геологических процессов в прибрежной зоне проявилась также в виде оползней и подтопления подземными водами. Оползневые деформации при обследовании территории обнаружены в глинистых грунтах, слагающих берега Амурской протоки в пос. Красная Речка и р. Амур в Хабаровске, в искусственных откосах дорожных насыпей (рис. 12–13). На набережной Амура в толще насыпных грунтов из-за размыва их подземным потоком образовались опасные деформации и суффозионные провалы (рис. 14).

Подтопление подземными водами вызвано формированием в насыпных грунтах новых техногенных водоносных горизонтов. В зоне затопления в глинистых грунтах появились линзы верховодки. На участках подпора подземного потока речными водами отмечался выход подземных вод на поверхность в понижениях рельефа по «фильтрационным окнам». По этой причине далеко за пределами прибрежной зоны, «в тылу» происходило заболачивание и затопление городских территорий. Повышение уровня подземных вод в 2013 г. вызвало подтопление многочисленных подземных сооружений, трубопроводов, фундаментов зданий. Природное и техногенное подтопление жилых и общественных зданий, промышленных объектов до сих пор проявляется в просачивании воды в подвалы отсыревании фундаментов и стен, деформации и разрушениях жилых и административных зданий, спортивных сооружений, затхлости, сырости, размножении насекомых, грибка, плесени в помещениях, заболеваемости людей, гибели растений на дворовых территориях и приусадебных участках. Многообразные экологические проблемы, возникшие в период прохождения паводка и после спада воды в городах Приамурья, связаны с химическим и биологическим загрязнением водной среды, загрязнениями почв и грунтов, строений, растительности, размножением насекомых и грызунов. Химические загрязнения поступали в поверхностные воды в виде органических веществ, нефтепродук-

тов, растворов минеральных солей, тяжелых металлов, золошлаковых отходов ТЭЦ и др. Взвешенные частицы увеличивали мутность воды, усиливали ее абразивную силу по отношению к строительным материалам на затопленных территориях, вызывали заиливание и захламление поверхности в рекреационных зонах. Городские свалки, сельскохозяйственные и другие объекты на берегах реки и на освоенных островах явились источниками биологического загрязнения речной воды продуктами жизнедеятельности человека и животных, микроорганизмами и др.

Рис. 12. Оползни на склоне холма вблизи жилых домов по ул. Бойко-Павлова

Рис. 13. Разрушенная набережная представляет опасность для отдыха горожан

Прогноз негативных последствий затопления и подтопления. Для целенаправленного проведения инженерных мероприятий по преодолению последствий наводнения в городской среде требовался прогноз изменения всех компонентов геологической среды. Анализ происходящих перемен и прогноз возможных изменений в геологической среде и ожидаемых последствий наводнения был выполнен на качественном уровне в 2013 г. [1]. Реакция геологической среды на интенсивное обводнение прибрежной территории в результате затопления отражена в таблице 1. Учитывалось состояние компонентов геологической среды и закономерности развития геологических процессов в прибрежной зоне на равнинной и холмистой территории Хабаровска, рассматривались причинно-следственные связи и «цепные реакции», возможные в природно-технической системе города. Это дало возможность выделить наиболее уязвимые участки города в зоне затопления и прилегающей к ней местности для планирования эффективных восстановительных работ и реконструкции пострадавших сооружений и разработки дальнейшей градостроительной стратегии в прибрежной зоне Амура.

Прогнозируемые события во многом подтвердились, и были установлены в 2014–15 гг. специалистами в ходе детальных исследований и ремонтных работ на конкретных объектах на транспортных и трубопроводных системах, при реконструкции пострадавших зданий и рекреационных зон.

Заключение. Выполненный в 2013–15 гг. мониторинг и анализ состояния освоенной территории Хабаровска, пережившей катастрофическое наводнение в 2013 г, позволил выявить неблагоприятные последствия затопления. Эффективность реабилитации наиболее пострадавших прибрежных районов и культурных ландшафтов в Хабаровске и других городах Приамурья зависит от квалифицированной и комплексной оценки состояния элементов природной среды и техносферы, а также их изменений в период паводка и после спада воды. Начальный этап восстановления прибрежной зоны – это строительство защитных дамб и набережных. Возможно в будущем применение полифункциональных зданий и сооружений с одновременной инженерной защитой территории от наводнения, которая позволяет группировать обвалованные террасные здания, со складами или гаражами внутри с автодорогой или бульваром по верху, с подпорной стенкой и искусственным пляжем со стороны реки. Вполне приемлемо для закрепления разрушаемых рекой берегов и одновременного создания дополнительных рекреационных территорий устройство искусственных пляжей, которые позволили бы остановить разрушение берега и обеспечить его надежную защиту. Таким образом, Хабаровск обретет устойчивость прибрежной зоны от стихии и в целом получит комфортную и безопасную среду для горожан.

Прогноз изменения природной среды под влиянием затопления [1]

Компоненты геологической среды			
Рельеф	Грунты, почвы	Подземные воды	Геологические процессы
1. Повышение уровня речных вод от 403 до 808 см (1 авг. – 5 сент. 2013 г.) до 808 см 2. Увеличение скорости течения воды 2. от 1,15 м/сек до 2,5 м/сек 1. Обширная водная поверхность, глубина столба воды 0,5–7 м 2. Переформирование русла реки 3. Боковая эрозия, образование эрозионных уступов 4. Отступление береговой линии 5. Донная (глубинная) эрозия 6. Аккумуляция наносов с образованием островов, пляжей, кос 7. Образование озер и водоемов в понижениях при подъеме уровня подземных вод 8. Образование углублений, ниш и провалов на поверхности земли	1. Увеличение гидростатического и гидродинамического давления в грунтах 2. Гравитационное уплотнение почв и грунтов 3. Увеличение напряженного состояния грунтов в массиве 4. Повышение влажности и снижение прочности грунтов 5. Оглеение и подземная газогенерация 6. Вынос и аккумуляция тонкодисперсных частиц в местах разгрузки подземных вод 7. Разрыхление грунтов и образование пустот в зоне суффозионного выноса (при откачках воды) 8. Вымывание частиц из толщи насыпных грунтов 9. Снижение сейсмической стойкости грунтов	1. Увеличение объема и скорости движения подземных вод 2. Повышение уровня подземных вод 3. Подпор подземного потока речными водами 4. Изменение режима подземных вод 5. Формирование техногенных водоносных горизонтов в насыпных грунтах и верховодки в глинистых грунтах 6. Загрязнение подземных вод, изменение химического состава и агрессивности воды по отношению к бетону и металлам 7. Выход на поверхность подземных вод в понижениях рельефа по «фильтрационным окнам» 8. Разгрузка подземных вод в котлованах, траншеях, подвалах жилых домов	1. Подтопление подземными водами 2. Суффозия 3. Плывунные явления в котлованах 4. Морозное пучение грунтов 5. Заболачивание при затоплении и/или разгрузке подземных вод по фильтрационным окнам 6. Оползни на склонах террас, на береговых склонах холмов, в искусственных откосах выемок и насыпей 7. Повышение сейсмической интенсивности 8. Техногенный литогенез – формирование защитных насыпей и дамб

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. Подгорная Т.И. Прогноз изменения геологической среды Хабаровска в результате катастрофического наводнения на Амуре / Т.И. Подгорная // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: мат. рег. НПК. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. – Вып. 13. – С. 23–29.

Podgornaja T. I. Prognoz izmenenija geologicheskoi sredy Habarovaka v rezultate katastroficheskogo navodnenija na Amure / T. I. Podgornaja // Dal'nyi Vostok: problem razvitiya arhitecurno-stroitel'nogo i dorozhno-transportnogo kompleksa: mat. reg. NPK – Habarovsk: Izd-vo TOGU, 2013 – Vyp. 13. P. 23–29. (In Russian).

2. Инженерно-геологические проблемы реконструкции городов Приамурья после катастрофического паводка на Амуре / Т.И. Подгорная // Взаимодействие оснований и сооружений. Подземные сооружения и подпорные стены. Труды межд. конф. по геотехнике Технического комитета 207 ISSMGE/ Изд. «ПИ «Геореконструкция». Санкт-Петербург: 2014. Том 2. – С. 246–251.