

Речные наводнения: причины и последствия. Что можно и нужно сделать?

(Статья подготовлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), грант № 99-0565477)

д.т.н. Асарин А.Е.

В последние годы средства массовой информации, особенно телевидение, демонстрируют нарастающие масштабы затоплений обширных территорий в результате выпадения экстремальных осадков. При этом географические зоны разрушительных наводнений включали как страны Юго-Восточной Азии с муссонными ливнями, так и относительно близкие к России страны Восточной и Центральной Европы. У многих россиян еще не стерлись из памяти страшные картины затоплений Ленска и тревожных ожиданий перелива ленской воды через дамбы обвалования столицы Якутии весной 2001 г., а также сообщения о ходе катастрофических летних наводнений на притоках Ангары и в Приморье (Владивосток), сопровождавшихся человеческими жертвами.

Наводнения лидируют как по числу погибших людей, так и по размерам экономического ущерба.

Это наглядно характеризует табл. 1, обобщающая мировую статистику природных катастроф за десятилетие 1988-1997 гг. [11].

Таблица 1

| Природные катастрофы | Количество событий | | Человеческие жертвы | | Экономический ущерб, млрд.\$ | |
|----------------------|--------------------|-----|---------------------|-----|------------------------------|-----|
| | число | % | число | % | число | % |
| Землетрясения | 862 | 15 | 101400 | 26 | 196 | 28 |
| Ураганы | 1955 | 34 | 31200 | 8 | 203 | 29 |
| Наводнения | 1783 | 31 | 226200 | 58 | 231 | 33 |
| Прочие | 1150 | 20 | 31200 | 8 | 70 | 10 |
| Всего | 5750 | 100 | 390000 | 100 | 700 | 100 |

Не менее впечатляющими являются данные о пяти крупнейших наводнениях за период с 1990 по 1998 гг.

Таблица 2

| №№ пп | Даты | Страны | Человеческие жертвы | Экономический ущерб, млрд.\$ |
|-------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1 | 10.06-30.09.98 | Индия, Бангладеш, Непал | 4750 | 5.02 |
| 2 | 05-09.98 | КНР | 3656 | 30.00 |
| 3 | 21.06-20.09.93 | КНР | 3300 | 11.00 |
| 4 | 05-09.91 | КНР | 3074 | 15.00 |
| 5 | 27.06-13.08.96 | КНР | 3048 | 24.00 |

Проблеме наводнений посвящено множество национальных (например, программа защиты от затоплений в Индии) и международных программ. Также известно, что Мировой банк ведет работы по выявлению паводкоопасных бассейнов и территорий в ряде стран, в том числе и странах СНГ.

В рамках Международного комитета по большим плотинам (ICOLD) подготовлен к изданию бюллетень «Плотины и паводки», посвященный роли гидроузлов в снижении ущерба от крупных наводнений последних десятилетий на реках Европы, Азии и Америки.

Проводятся международные симпозиумы по проблемам защиты от паводков: первый прошел в сентябре 2000 г. в Кассельском университете (Германия), второй состоится в Пекине в сентябре 2002 г.

Примером серьезного и ответственного отношения государственных структур, профессиональных объединений и владельцев гидротехнических объектов к проблемам

наводнений в развитых странах явилась относительно недавняя конференция под названием «Европейский саммит по вопросам защиты от паводков и осушения земель», прошедшая в Лондоне в начале июня 2001 г.

В числе активных организаторов и участников этой конференции были такие организации как швейцарское агентство по охране окружающей среды, Датский гидравлический институт, Федерация домостроителей, Международная комиссия по защите Рейна, Администрация бассейнов рек Гвадалкивир (Испания) и Арно (Италия), Британская ассоциация страховщиков и Генеральная дирекция общественных работ и водного хозяйства Нидерландов.

Председатель конференции руководитель департамента противопаводковой защиты Британского агентства по охране окружающей среды Брайан Атеридж в качестве основной задачи форума назвал выработку стратегии и тактики действий, способствующих повышению качества жизни людей, проживающих в паводкоопасных зонах.

В качестве основных направлений противопаводковой деятельности на конференции рассматривались такие как зонирование территории по степени паводковой опасности, оперативное паводковое предупреждение и оповещение населения, строительство паводкоустойчивых (в том числе жилых) зданий, создание специальных служб для ликвидации последствий наводнений.

Основные причины наводнений перечислены в определении этого понятия, данном в Большом энциклопедическом словаре [6]: «Наводнение – это затопление местности в результате подъема уровня воды в реке в периоды снеготаяния, ливней, при заторах и зажорах и ветровых нагонах в устьевых зонах рек, впадающих в моря». Последняя из причин наводнений в настоящей статье не рассматривается. Для полноты к этому определению следовало бы добавить: «... а также при халатности и ошибках при эксплуатации гидроузлов и разрушении (прорыве) напорного фронта гидротехнических сооружений, образующих водохранилище». Следует также заметить, что наводнения могут быть результатом сочетания названных явлений и могут наблюдаться как в долинах незарегулированных рек, так и в бьефах изолированных и каскадно-расположенных гидроузлов.

Последствия наводнений, которые можно разделить на социальные, экономические и экологические, зависят как от масштабов природного явления (высота слоя экстремальных осадков, максимальный расход воды и объем половодья или паводка и интенсивность и условия формирования либо вскрытия ледяного покрова), так и от степени заселенности и хозяйственной освоенности долины реки в высотных зонах, подверженных регулярному (ежегодно или раз в 5-10 лет), редкому (раз в 20-50 лет) и крайне редкому (раз в 100 и более лет) затоплению.

В настоящей статье рассматриваются проблемы наводнений преимущественно на зарегулированных реках с акцентом не только на очевидный противопаводковый эффект крупных водохранилищ, сколько на недостатки современных режимов работы гидроузлов, приводящие к снижению этого эффекта.

Говоря о наводнениях в долинах рек, где нет плотин и регулирующих сток водохранилищ, можно выделить две категории территорий, подверженных периодическому затоплению. Первая охватывает зоны с паводками преимущественно ливневого происхождения. Это прежде всего Приморье и смежные Хабаровский край и Амурская область с осадками муссонного или циклонического характера и южные районы Восточной Сибири (Бурятия и Читинская область, Приангарье).

Общей особенностью большей части этих территорий являются плохо разработанные речные русла, невмещающие притока с водосбора при интенсивных летних осадках. В результате - регулярный выход воды в застроенные речные долины и почти катастрофические затопления и разрушения с интервалом 5-15 лет.

Обвалование рек в таких районах приводит к уменьшению пропускной способности русла и, соответственно, к подъему уровня воды и высоты, а значит, и стоимости

дамб инженерной защиты. Строительство противопаводковых водохранилищ малоэффективно в связи с почти повсеместным отсутствием чаш для размещения регулирующего объема в верхнем течении рек и плотной заселенностью речных долин ниже выхода рек в равнинную зону. Для обеспечения собственной безопасности (сохранности сооружений) гидроузлов с относительно малоемкими водохранилищами они должны включать крупные дорогостоящие водосбросы. А поскольку значительную, влажную, часть года водохранилище должно быть незаполненным (в ожидании высокого паводка, который нужно аккумулировать), строительство ГЭС в составе этих гидроузлов экономически не оправдано.

Успешный опыт массового строительства противопаводковых водохранилищ с бетонными плотинами и автоматическими (без затворов) водосливами в Японии и Южной Корее с крайне ограниченными земельными ресурсами и высочайшей плотностью населения вряд ли может быть освоен в наших условиях. Основное профилактическое мероприятие в таких районах – это постепенный плановый перенос поселков и прибрежных участков городской застройки на более высокие незатопляемые отметки. Дополнительным стимулом к переселению в безопасную зону или хотя бы к уменьшению масштабов нового дачного и жилищного строительства на паводкоопасных землях может стать система противопаводкового страхования, обязательного для получения разрешения на освоение и застройку свободных участков периодически затопляемых земель.

Ко второй категории можно отнести долины крупных рек с преимущественно снеговым питанием и максимальными расходами весеннего половодья, обычно превышающими максимумы летне-осенних паводков. На некоторых реках Северных районов Европейской территории страны и Сибири причиной или осложняющим фактором наводнений являются сложные ледовые условия. Эти реки текут с Юга на Север и разрушающийся от весеннего тепла лед и талые воды при поступлении в низовья натапливаются на сплошной ледостав. При этом крупные льдины как бы налезают на мощный ледяной покров, а битый лед подныривает под него, сокращая пропускную способность и без того стесненного льдом русла. Образуются своего рода ледовые плотины, создающие временные водо- и ледохранилища, которые непрерывно пополняются притекающей внешней водой. При прорывах таких плотин мощная волна устремляется вниз по течению, снося все на своем пути и затапливая обширные прибрежные территории. Наводнения такого происхождения регулярно наблюдаются на р. Лене, в отдельные годы (1989, 2001) принося большие разрушения. На части этих рек (Волга, Кама, Верхняя Обь, Ангара, Енисей и др.) построены гидроузлы с водохранилищами комплексного назначения. В число компонентов комплекса вольно или невольно входит задача снижения ущербов от наводнений. Эта задача в целом успешно решается в процессе эксплуатации гидроузлов и их каскадов и привыкшим к этим условиям людям, живущим под «прикрытием» больших плотин, представляется, что угроза наводнений – дело далекого и безвозвратно ушедшего прошлого. Между тем, реальные возможности управления высоким паводковым стоком с помощью этих водохранилищ и достижимый уровень безопасности населенных пунктов и хозяйственных объектов, как и угроза разрушения образующих их гидроузлов и масштабы последствий этого существенно отличаются от представлений большей части населения и администраций субъектов Федерации.

Эти, как будет показано ниже, ограниченные противопаводковые возможности и функции крупнейших водохранилищ зависят как от первоначального проектного замысла, так и от эксплуатационной практики, приспособляющейся к реальной водохозяйственной обстановке.

Примером такого «приспособления» являются режимы эксплуатации ряда гидроузлов, заметно отличающиеся от намеченных в проектах и регламентированных спе-

циальными документами – «правилами использования водных ресурсов водохранилищ», утверждаемыми Министерством природных ресурсов РФ.

При оценке предельно возможного либо рационального уровня управления максимальным стоком как при проектировании гидроузла, так и при составлении или корректировке «Правил использования водных ресурсов водохранилищ» возникает вопрос о мере противопаводковой ответственности объекта. Другими словами, следует установить, с какого момента и при каких гидрологических условиях гидроузел и водохранилище «обязаны» предотвращать затопление земель и расположенных на них объектов в нижнем бьефе плотины, и в каких случаях эти «обязательства» с гидроузла снимаются.

Следует заметить, что и в России, и в мире число водохранилищ, построенных исключительно или преимущественно для предотвращения наводнений, относительно невелико. В числе мировых лидеров противопаводкового плотностроения, в первую очередь, следует назвать Китай, где сумма противопаводковых объемов водохранилищ измеряется десятками кубических километров, а первой по числу построенных и строящихся противопаводковых гидроузлов, число которых приближается к 600, является (уже упоминавшаяся в этой связи) Япония. Обширная противопаводковая программа намечена и постепенно реализуется в Индии, где угрозе наводнений подвержены 40 млн.га плотно заселенных и хозяйственно используемых земель, пятая часть которых (в том числе 3.3 млн.га сельхозугодий) затопляется ежегодно.

В России к противопаводковым объектам можно отнести Зейский гидроузел, способный существенно понизить высоту максимального уровня воды и, соответственно, площадь паводковых затоплений в долинах Зеи и Амура. При этом противопаводковые функции Зейского гидроузла, имеющего в своем составе ГЭС установленной мощностью 1290 МВт, в «Основных правилах использования водных ресурсов Зейского водохранилища» [9] характеризуются следующим образом. Полезный объем водохранилища 32 км^3 в сумме с объемом 7-метровой призмы форсировки (19 км^3) позволяет уменьшить сбросной расход в паводки и половодья вероятностью превышения 1% до $3500 \text{ м}^3/\text{с}$, что в 4 раза меньше естественного максимума той же обеспеченности. При превышении уровнем отметки 319,3 м, соответствующей 1%-й обеспеченности, водосброс открывается полностью и в условиях 0,01%-й вероятности превышения сбросной расход может достичь $10800 \text{ м}^3/\text{с}$ при уровне воды в водохранилище на отметке 322,1 м.

Аналогичные и, пожалуй, даже более ответственные функции выполняет гидроузел Хоабинь на р.Черной, крупнейшем притоке р.Красной, в долине которой проживают 20 млн.вьетнамцев и расположена столица страны г.Ханой. Противопаводковый объем водохранилища Хоабинь, рассчитанный на предотвращение катастрофических затоплений в долине р.Красной в паводок, аналогичный имевшему место в августе 1971 г. (вероятность превышения этого паводка по различным оценкам составляет 1% - 0,5%), когда были прорваны дамбы и в Северном Вьетнаме произошло одно из крупнейших наводнений, сравнительно невелик. К началу муссонных дождей и паводков водохранилище обязательно срабатывается и поддерживается на пониженной отметке до наступления значительного паводка. Сигналом к ограничению пропусков в нижний бьеф гидроузла, вплоть до полной остановки ГЭС, является подъем уровня воды в р.Красной (у г.Шонтай) контрольной отметки, соответствующей расходу воды $20 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$. Срезка приточных расходов воды и наполнение водохранилища Хоабинь продолжают до того момента, когда уровень воды в верхнем бьефе гидроузла достигнет отметки ФПУ 120 м. Гребень плотины имеет отметку 123,0 м. Ее превышение угрожает безопасности самого гидроузла. Поскольку при разрушении (прорыве) плотины Хоабинь произойдут катастрофические затопления в долинах рек Черной и Красной, значительного превосходящие наводнения от экстремально высоких естественных паводков, повышение уровня воды в водохранилище выше отметки 120 м абсолютно недопустимо. Поэтому, если после достижения уровнем воды этой отметки высокий приток воды в водохранилище

лище продолжается, производится постепенное открытие всех водопропускных отверстий гидроузла, суммарный расход через которые может составить около 38 тыс.м³/с. При этом задача не превышения безопасного уровня воды в долине р.Красной перед гидроузлом уже не ставится.

Современным примером противопаводкового гидроузла является строящийся Юмагузинский на р.Белой в Республике Башкортостан. Водохранилище этого гидроузла объемом 810 млн.м³, в т.ч. противопаводковая призма 350 млн.м³, по замыслу его проектантов и руководства республики, в сумме с дамбами, высота, протяженность и сроки строительства которых не очень ясны, должно существенно уменьшить ущербы от наводнений в среднем течении р.Белой, где расположены крупные промышленные центры и города Мелеуз, Салават, Ишимбай, Стерлитамак.

Водоохранилище должно обеспечить срезку максимального расхода воды вероятностью превышения 1% в створе г.Стерлитамака, равного в естественных условиях от 4100 м³/с до 2200 м³/с. Заполнение противопаводкового объема будет начинаться с момента, когда сумма притока к гидроузлу и расхода воды с частного водосбора от створа гидроузла до г.Стерлитамака превышает 2200 м³/с. По мере увеличения притока затворы Юмагузинских водопропускных устройств будут прикрываться таким образом, чтобы суммарный расход воды в створе г.Стерлитамака не превысил указанного выше расчетного значения. В то же время проектом предусмотрено, что при достижении уровнем верхнего бьефа Юмагузинского гидроузла предельно допустимой отметки 270 м и продолжающемся высоким притоке воды в водохранилище водосбросные отверстия раскрываются для транзитного (без превышения отметки 270 м) пропуска притекающей воды. При этом предельное значение сбросного расхода может достигнуть 3700 м³/с, что в сумме с боковой приточностью на участке Юмагузин – Стерлитамак приведет к значительным затоплениям в долине р.Белой.

Приведенные примеры свидетельствуют о двух характерных особенностях управления или, как говорят зарубежные коллеги, контроля половодного (паводкового) стока с помощью водохранилищ.

Во-первых, для предотвращения крупных наводнений водохранилища должны сохранять свободным противопаводковый объем до момента прохождения по реке «вершины» половодья или второй, более высокой паводковой волны. Это означает, что небольшие, а иногда и существенные затопления пойменных земель в средних и средне-многоводных условиях (т.е. в невыдающиеся половодья и паводки) могут иметь место в нижних бьефах гидроузлов с противопаводковыми функциями. Действенным средством уменьшения ущербов от этих, некатастрофических, наводнений является обвалование (инженерная защита) подверженных затоплению участков поймы, на которых расположены населенные пункты или важные хозяйственные объекты. Весьма эффективным может быть также вынос из регулярно затопляемой или подтопляемой зоны жилой застройки и предприятий. Однако на практике происходит обратный процесс: объекты околородного отдыха и туризма, а подчас садово-дачное и даже жилищное строительство неуклонно приближаются к воде.

Во-вторых, возможности аккумуляции стока половодий и паводков водохранилищем (и даже каскадом водохранилищ) ограничены и, как правило, ориентированы на предотвращение или сокращение ущербов от наводнений в половодья и паводки вероятностью превышения 1%. В массовом сознании этот норматив ассоциируется с повторяемостью события один раз в 100 лет, что создает иллюзию многолетней безопасности населения и хозяйства, размещенных в нижних бьефах противопаводковых гидроузлов. В действительности речь идет не о повторяемости заданного максимального расхода или уровня воды, а о ежегодной вероятности его превышения. Это означает, что наступление паводка или половодья вероятностью превышения 1%, возможно и в текущем и в следующем году и через 5 или 10 лет после прохождения предыдущего.

Лишь в так называемой генеральной совокупности событий, т.е. в тысячелетней и более жизни реки вероятность превышения такого паводка составит 1/100.

Специального рассмотрения заслуживают противопаводковые возможности крупных гидроузлов комплексного назначения, проекты которых изначально не предусматривали уменьшения регулярных затоплений в нижнем бьефе плотины. К таким объектам, в частности, относятся все гидроузлы Волжско-Камского и Ангаро-Енисейского каскадов ГЭС. На этих гидроузлах, включающих крупнейшие ГЭС страны (Саяно-Шушенскую, Красноярскую, Братскую, Усть-Илимскую, а также Волжскую (Самарскую), Саратовскую и Волгоградскую), пропускная способность водосбросных сооружений чрезвычайно велика и позволяет пропустить транзитом, т.е. без превышения отметки нормального подпорного уровня (НПУ) максимальные расходы воды вероятностью превышению 1-0,1%. Лишь в экстремально высокие половодья и паводки проектами предусмотрена срезка максимального приточного расхода и форсировка (сверх отметки НПУ) уровня верхнего бьефа. Более того, в «Основных правилах использования водных ресурсов» ряда крупных водохранилищ и в директивных документах Минэнерго СССР указывалось, что форсировка (превышение) уровня водохранилища выше НПУ допускается только при исчерпании пропускной способности всех водосбросных устройств гидроузла. Применительно к Нижней Волге соблюдение этого запрета означает, что все половодные расходы воды менее 63000 м³/с (такова пропускная способность Волгоградского гидроузла при уровне воды в верхнем бьефе на отметке НПУ) должны транзитом пропускаться в нижний бьеф. В то же время опыт эксплуатации каскада показывает, что при приближении расхода воды в нижнем бьефе Волгоградской плотины к 30 тыс. м³/с в областные и федеральные органы поступают многочисленные сигналы о затоплении или подтоплении садовых домиков и других объектов [5]. В половодье 1979 г. при сбросе из Волгоградского водохранилища расхода воды 34 тыс.м³/с оказалось, что подтопляются подвальные этажи объектов оборонного комплекса, бездумно «посаженные» на столь низкие отметки.

Еще более впечатляющими являются данные об ущербах от затопления в половодье 1991 г., когда максимальный сбросной расход Волгоградского гидроузла составил 30 тыс.м³/с. По оценке местной администрации, наводнение затронуло 147 населенных пунктов, повредило 4 тыс. км дамб, тысячу километров автодорог. Общий ущерб составил более 500 млн.руб., в том числе 160 млн.руб. в Астрахани. Территория города составляет около 20 тыс.га и расположена на отметках минус 21 – минус 23 м БС. При весьма неудовлетворительном состоянии городских дренажных сетей и обвалований значительная часть застроенной площади регулярно подтопляется в период половодья.

Таким образом, необоснованная и в ряде случаев несанкционированная застройка Волго-Ахтубинской поймы привела к необходимости существенного уменьшения (срезки) максимальных расходов воды в рядовые (обеспеченностью 10-25%) половодья, что не предусмотрено ни проектами ГЭС, ни «Правилами использования водных ресурсов водохранилищ». Для осуществления такой срезки требуется регулярное превышение отметок НПУ Самарского и Волгоградского водохранилищ, а также временных подпорных уровней Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ.

Нельзя не отметить, что современный вынужденный режим работы Самарского, Саратовского и Волгоградского гидроузлов, превышение отметки НПУ при неполностью (примерно наполовину) используемой пропускной способности водосбросов, чреват снижением надежности самих гидроузлов. Во-первых, сочетание форсированного (сверх нормальной подпорной отметки) уровня верхнего бьефа со сравнительно небольшим, менее 30 тыс. м³/с, расходом воды и, соответственно, уровнем нижнего бьефа может привести к напору на сооружения, превышающему проектные расчеты устойчивости сооружений. Во-вторых, превышение отметки НПУ и заполнение части проектной призмы форсировки для ограничения сбросного расхода воды в нижний бьеф Вол-

гоградского гидроузла значением порядка 28 тыс.м³/с в средние половодья, а также в начале фазы подъема очень высокого половодья*) может привести к превышению предельно допустимого уровня верхнего бьефа форсированного подпорного уровня (ФПУ) при наступлении расчетного, вероятностью превышения 0,01%, или близкого к нему половодья. Если при этом также окажется, что часть не открывавшихся в течение нескольких десятилетий водосбросных устройств не работоспособна, то не исключен перелив воды через гребень земляной плотины с соответствующими последствиями [4].

Уместно заметить, что заблаговременность и качество гидрологических прогнозов стока главной реки России нельзя считать удовлетворительными. Так, за последние 40 лет, прогноз притока оправдывался примерно в половине лет. Наиболее существенные расхождения показаны в табл.3.

Таблица 3

| Годы | Объем притока, км ³ | | Разница, км ³ | Vфакт./Vпрогн. |
|------|--------------------------------|-------------|--------------------------|----------------|
| | прогнозируемый | фактический | | |
| 1973 | 155 | 109 | -46 | 0,70 |
| 1974 | 150 | 187 | +37 | 1,25 |
| 1975 | 125 | 98,5 | -26,5 | 0,7+9 |
| 1979 | 185 | 208 | +23 | 1,12 |
| 1984 | 120 | 108 | -12 | 0,90 |
| 1990 | 125 | 178 | +43 | 1,42 |
| 1991 | 164 | 186 | +22 | 1,13 |
| 1996 | 130 | 102 | -28 | 0,78 |
| 1997 | 118 | 160 | +42 | 1,36 |
| 2001 | 167 | 192 | +25 | 1,15 |

Трудности совершенствования прогнозов связаны, в первую очередь, с недостаточностью в бассейне Волги пунктов оперативной информации. Так, число пунктов, дающих сведения о запасе воды в снеге за последние 15 лет сократилось с 450 до 360 (20%), а число информационных водомерных постов - с 300 до 220 (27%).

Из сказанного следуют три очевидных вывода (рекомендации).

1. Состояние затворов водосбросов и оборудование для их подъема должны быть объектом постоянной заботы владельцев и эксплуатационного персонала гидроузлов.

В программу работ комиссий по обследованию один раз в 5 лет состояния гидротехнических сооружений должно входить опытное поочередное открытие всех водопропускных отверстий и проверка работоспособности всех кранов.

2. Заблаговременность и оправдываемость прогнозов половодья должны повышаться, что требует восстановления многих закрытых и оборудования новых пунктов наблюдений на реках бассейна и создания современной сети оперативной передачи информации.

3. Во время прохождения высоких половодий должны вестись оперативные расчеты хода уровней и расходов воды в бьефах гидроузлов, соответствующие фактическому наполнению водохранилищ на каждую дату, исходя из уточненного прогноза притока в предстоящую декаду или пятидневку. По результатам этих расчетов должны устанавливаться в реальном времени расходы воды, подаваемые в нижний бьеф каждого гидроузла каскада в ближайший интервал времени.

Для предотвращения затопления земель Волго-Ахтубинской поймы и дельты в средне многоводные (P=5% - 20%) половодья, как указывалось выше, необходима форсировка сверх отметок НПУ уровня воды в Куйбышевском и Волгоградском водохранилищах, а также повышение (на 1-3 декады) до проектной отметки НПУ 68 м уровня

*) Ведь даже при прогнозе (например, по снегозапасам) высокого половодья до его завершения нельзя установить его обеспеченность, которая может составить от 5 до 0,1%.

воды в Чебоксарском и Нижнекамском водохранилищах, эксплуатируемых в течение 20 лет на временных подпорных отметках 63 и 62 м соответственно.

Считается, что такой подъем уровня воды допустим, поскольку зона проектного наполнения Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ вплоть до отметки 68 м была освобождена от населения и хозяйства, а многочисленные дамбы обвалования сельскохозяйственных низин, нефтяных месторождений и дамбы инженерной защиты населенных пунктов и объектов истории и культуры построены, исходя из расчетного уровня воды 68 м.

Однако не все из намечавшихся дамб были полностью построены, а состояние многих возведенных требует тщательной проверки. Так, многие дамбы обвалования низин использовались и используются как дороги, гребень их разбит, крепление верхнего откоса разрушено. Часть кавальеров, подготовленных для досыпки дамб и закрытия оставленных в них проранов, расхищается, грунт вывозится. Подъем уровня воды в водохранилищах до отметки 68 м может привести к увеличению фильтрации через дамбы и к подтоплению защищаемых территорий, а работоспособность систем водоотвода из задамбовых пространств, в том числе состояние насосных станций, вызывает сомнения. В зонах, где проводилась лесосводка, за два десятилетия, прошедшие с момента заполнения водохранилищ до временных подпорных отметок, вырос новый лес, затопление которого даже на несколько декад половодья вряд ли улучшит качество воды в водохранилищах. Кроме того, можно полагать, что отчужденная в свое время под водохранилища территория между отметками 63 и 68 м используется для получения сельхозпродукции и на ней могла создаваться новая, в основном личная собственность. Затопление этой зоны может вызвать протесты землепользователей, даже если это землепользование нелегитимно.

Кроме того, для повышения (даже кратковременного) уровня воды в Чебоксарском и Нижнекамском водохранилищах до отметки 68 м требуется формальное согласие субъектов Федерации, территория которых подвергнется затоплению. Это Нижегородская область, Республика Чувашия, Мордовия и Марий-Эл в зоне Чебоксарского водохранилища и Татарстан в зоне Нижнекамского водохранилища. Все эти субъекты возражают (с разной степенью категоричности) против повышения уровня воды в названных водохранилищах до проектной отметки 68 м и ее постоянного поддержания. Можно сомневаться и в том, что они согласятся и на кратковременные (на несколько декад) подъемы уровня сверх временных подпорных отметок даже один раз в 10-20 лет.

Таким образом, привлекательное и, на первый взгляд, простое решение предотвратить половодные затопления Волго-Ахтубинской поймы (ВАП) и дельты Волги за счет использования «не задействованных» регулирующих объемов Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ требует надежного обоснования и крайне сложных согласований.

При этом субъекты Федерации, территория которых затрагивается при повышении уровня воды в указанных выше водохранилищах, должны получить какие-то выгоды, например, компенсацию ущербов от заинтересованных регионов (Волгоградская и Астраханская области) или льготы, например, пониженную плату за электроэнергию, в обмен на разрешение временно поднимать уровень воды в водохранилищах.

Отказ от противопаводкового использования «свободных» объемов Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ (суммарный регулирующий объем 17 км³) потребует увеличения форсировки уровня воды Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ сверх отметки НПУ на 1.5 — 2 м. В то же время превышение отметок НПУ этих водохранилищ, предусмотренное, как указывалось, в проектах ГЭС и действующих правилах использования водных ресурсов водохранилищ лишь в экстремально высокие половодья (повторяемостью один раз в 1000 или 10000 лет) требует согласования субъектов Федерации, чья территория подвергнется дополнительному затоплению. Подъему уровня воды на каждый метр выше отметки НПУ соответствует затопление

полосы земли, площадью 52 тыс.га на Самарском (Куйбышевском) и 30 тыс.га на Волгоградском водохранилищах. Можно полагать, что в этой прибрежной зоне размещены десятки летних и круглогодичных баз отдыха, детских учреждений и садовых участков. Известно, что в зоне кривой подпора от Волгоградской плотины в пределах Саратовской области ежегодно имеют место половодное затопление и подтопления сельхозугодий и жилого фонда. В связи с этим в последние годы Волгоградское водохранилище наполняют до отметки НПУ 15 м лишь на спаде половодья, после прохождения его пика.

Таким образом, не предусмотренная проектом регулярная форсировка уровня воды в Самарском и Волгоградском водохранилищах сверх НПУ сопряжена со значительными ущербами в верхнем бьефе соответствующих гидроузлов. Это также затруднит согласование противоположного режима работы каскада с администрацией соответствующих субъектов Федерации.

Обсуждая потенциальные и реальные возможности управления половодным стоком с помощью водохранилищ, нельзя не затронуть вопрос о гидрологической безопасности г.Москвы. Значительная часть городской территории, в том числе и центральные районы, расположена на берегах реки Москвы, сток которой зарегулирован четырьмя водохранилищами (см. табл. 4).

Таблица 4

| Показатель / Год ввода в эксплуатацию | Ед. изм. | Значение показателя | | | |
|---|--------------------|---------------------|---------|-------------|-----------|
| | | Истринское | Рузское | Озернинское | Можайское |
| | | 1935 | 1966 | 1967 | 1960 |
| Максимальные естественные расходы воды P=1% | м ³ /с | 440 | 575 | 255 | 650 |
| То же P=0.1% | м ³ /с | 550 | 780 | 320 | 820 |
| Полезный объем водохранилища | млн.м ³ | 172 | 216 | 140 | 221 |
| Объем призмы форсировки | млн.м ³ | 37 | 37 | 30 | 23 |
| Пропускная способность гидроузла при НПУ | м ³ /с | 610 | 490 | 250 | 680 |
| То же при ФПУ | м ³ /с | 820 | 660 | 310 | 800 |

Правила использования водных ресурсов водохранилищ Москворецкой водной системы предусматривают ускоренное освобождение (сработку) части полезного объема водохранилищ при прогнозе высокого половодья. Однако возможности значительного сброса воды в предвесенние месяцы лимитируются состоянием ледового покрова на р.Москве и ее притоках и угрозой зимних затоплений при увеличении сбросных расходов воды каждого гидроузла сверх 100 м³/с.

Форсировка уровня воды водохранилищ сверх отметок НПУ допускается только при полном открытии всех водосбросных отверстий гидроузлов, суммарная пропускная способность при НПУ составляет около 2000 м³/с. При максимальном расходе притока с незарегулированного водосбора рек Истры, Рузы, Озерны и Москвы-реки (ниже створов плотин), равном примерно 1200 м³/с в половодье вероятностью превышения 1%, суммарный расход воды в р.Москве в черте города приблизится к 3000 м³/с. При этом расходе воды в мае 1908 г. была затоплена значительная часть территории города, в том числе центральные районы. Несмотря на выполненные за прошедшие 93 года работы по подсыпке пониженных мест и одежде набережных при прохождении по р.Москве расхода воды более 2500 м³/с (в устье р.Сходни) выход воды из русла на ряде участков неизбежен.

Из сказанного выше следует, что вопросы гидрологической безопасности г.Москвы требуют повышенного внимания Правительства столицы, а Правила управления Москворецкими водохранилищами должны быть усовершенствованы.

Некачественная или ошибочная эксплуатация гидроузлов и водохранилищ, несвоевременное открытие или неработоспособность водопропускных устройств при пропуске высоких половодий и паводков, нерациональное предпаводковое наполнение или сработка водохранилищ, в том числе из-за неправильного или несвоевременного прогноза половодного притока, может привести к техногенным или рукотворным наводнениям в нижнем бьефе плотины, вплоть до катастрофических при прорыве грунтовых плотин в результате перелива воды через гребень. Для их предотвращения необходима федеральная (межведомственная) служба противопаводкового надзора, включающая научно-методический центр и ведущая постоянный мониторинг технического состояния напорного фронта и водосбросных сооружений гидроузлов и соответствия правил использования водных режимов и фактических режимов работы водохранилищ требованиям гидрологической безопасности.

Говоря о теоретических возможных наводнениях при прорыве плотин, представляется уместным заметить, что ущербы от этих наводнений, как и их масштабы, нуждаются в актуализации. Уточнение этих ущербов может оказаться весьма существенным по следующим причинам. Во-первых, потому что гидравлические расчеты параметров волны прорыва и, соответственно, расчетные значения максимальных расходов и уровней воды в нижнем бьефе разрушаемой плотины, выполнялись в семидесятые и восьмидесятые годы применительно к мгновенному и полному разрушению всего напорного фронта. Такое разрушение возможно лишь при прямом попадании в центральную часть плотины ядерного заряда. Вероятность такого события в современных условиях представляется чрезвычайно малой. При более правдоподобных причинах прорыва гидроузлов, таких как перелив воды через гребень земляной плотины и ее размыв при прохождении экстремального половодья (паводка) с максимальным стоком заметно выше проектного или при отказе затворов в половодье (паводок) ниже расчетного, разрушение плотины не будет мгновенным и столь масштабным. Даже в случае террористического акта, например, при взрыве грузовика с взрывчаткой на гребне плотины первичный (после взрыва) проран будет иметь глубину 3-5 м и диаметр порядка 10 м. Для крупных гидроузлов такая воронка не приведет к переливу воды через плотину, а на небольших – постепенное развитие (размыв) прорана вызовет излив из водохранилища значительно менее интенсивный, чем в варианте с мгновенным и полным уничтожением всего напорного фронта.

С другой стороны, с момента, когда выполнялись расчеты прорывов крупных гидроузлов и определялись ущербы от затопления долины реки в их нижних бьефах, прошло 15-25 лет. За этот период практически повсеместно произошло хозяйственное освоение и подчас массовая застройка пойменных земель. Ложное чувство абсолютной паводковой безопасности населения, а подчас и администраций населенных пунктов, расположенных в нижних бьефах гидроузлов, особенно крупных, наблюдается во многих странах мира.

Следует заметить, что уточнение параметров прорывной волны, площади затопления и оценка связанных с этим потерь человеческих жизней и экономических ущербов – осуществляется в последние годы в процессе разработки деклараций безопасности, составление которых регламентировано Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997.

Однако, как показывает опыт экспертирования деклараций безопасности, в качестве расчетного случая по-прежнему рассматривается мгновенный и полный (по всей длине) прорыв плотины, а иногда в декларацию просто включаются результаты гидравлических расчетов ущербов, соответствующие им оценки двадцатилетней и более давности.

Приведенный выше перечень недостатков в использовании противопаводковых возможностей речных гидроузлов и водохранилищ, а также задач, требующих безотлагательного решения, может быть продолжен.

В то же время нельзя утверждать, что в России ничего не делается по предотвращению наводнений или смягчению их неблагоприятных последствий. В 1999 г. была разработана и одобрена экспертным советом Правительства РФ Федеральная целевая программа «Противопаводковые мероприятия». Финансирование ФЦП предполагается начать в 2002 г.

Периодически ведутся предпроектные проработки по региональным проблемам паводковых затоплений. В 1995 г. Ленгидропроектом была выпущена многотомная схема защиты от наводнений населенных пунктов Дальнего Востока. В 1996 г. Росгипроводхозом с привлечением Гидропроекта и бассейновых институтов системы Минводхоза России был составлен Техничко-экономический доклад (ТЭД) «Защита от наводнений в бассейне р.Волги», а в 1997 г. разработана схема противопаводковых мероприятий в Республике Бурятия. Разработано ТЭО противопаводковых мероприятий на территории г. Находки, подверженного наводнениями, похожими на Владивостокское, но более часто повторяющимися. Вопросы уменьшения ущербов от наводнений рассматриваются в ФЦП «Возрождение Волги».

Противопаводковыми мероприятиями является также «Обоснование мероприятий по защите от наводнений в бассейнах рек Приморского края и оценка эколого-экономического эффекта (на примере р.Раздольная)», разработанное в 2001 г. научными сотрудниками Московского государственного университета природообустройства.

Интенсивно строится уже упоминавшееся противопаводковое Юмагузинское водохранилище на р.Белой. Поддерживаются в рабочем состоянии сотни километров дамб инженерной защиты многих городов и населенных пунктов, подверженных затоплению и/или подтоплению талыми или дождевыми водами высоких половодий и паводков. Однако масштабных работ, позволяющих надеяться на снятие проблемы наводнений в указанных выше и других регионах России, к сожалению не ведется.

Так, одновременно с застройкой г.Ленска не были построены дамбы инженерной защиты, предусмотренные Схемой районной планировки, разработанной Ленгипрогором. Последствия этого, - почти полное разрушение города во время ледохода весной 2001 г., - широко известны.

Причина такого положения дел очевидна – отсутствие средств и материальных ресурсов как в федеральном бюджете, так и в бюджетах субъектов Федерации.

В этих условиях одним из значительных источников средств для противопаводкового строительства и ликвидации последствий наводнений может явиться система обязательного противопаводкового страхования хозяйственных объектов и жилого фонда, расположенных или намечаемых к строительству на паводкоопасных территориях. Одна из возможных структур такой системы предложена Г.М. Кагановым и К.Е. Турбиной [7].

Вторым, а возможно и первым по значимости, направлением общефедеральной и региональной деятельности должно явиться создание системы государственных положений и актов, регламентирующих землепользование в зонах, подверженных периодическому воздействию половодий, паводков и других неблагоприятных воздействий водного фактора, разработка и ввод в действие федерального закона о правилах использования земель, затопляемых с той или иной частотой. Разработчиком такого закона должны, на наш взгляд, стать Министерство природных ресурсов РФ, что естественно, и Министерство по чрезвычайным ситуациям России, заинтересованное в снижении масштабов паводковых затоплений и, соответственно, в уменьшении затрат сил и средств на ликвидацию последствий наводнений.

Представляется, что Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС) России должно отказаться от роли только ликвидатора последствий природных и техногенных

катастроф, включив в сферу своей деятельности профилактику чрезвычайных ситуаций.

Одним из важных направлений деятельности в этой области могла бы стать разработка, с привлечением заинтересованных министерств и ведомств, «Концепции противонаводковой стратегии России».

Литература

1. Авакян А.Б., Плюшкин А.А. Наводнения и защита от них. В кн. «Проблемы окружающей среды и природных ресурсов». Вып.9. М. 1990.
2. Авакян А.Б. Наводнения. Концепция защиты. Известия РАН, серия географическая, № 5, 2000.
3. Авакян А.Б., Истомина М.Н. Наводнения в мире в последние годы 20-го века. Водные ресурсы. 2000.
4. Асарин А.Е. Взгляд на каскад из Гидропроекта. «Экология и жизнь». № 1 (13). 2000.
5. Асарин А.Е. Проблемы наводнений при эксплуатации водохранилищ на Волге и Каме. Гидротехническое строительство, 2001, № 4.
6. Большой энциклопедический словарь. Научное издательство «Большая Российская энциклопедия». «Норинт», Санкт-Петербург, 1999.
7. Каганов Г.М., Турбина К.Е. Концептуальные основы законодательных и нормативных предложений, связанных с возможностью и условиями введения государственной программы страхования от наводнений природного и техногенного происхождения. Безопасность энергетических сооружений. Вып.6 НИИЭС, М. 2000.
8. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. Гидрометеиздат. Л. 1988.
9. Основные правила использования водных ресурсов Зейского водохранилища на р.Зее. Министерство мелиорации и водного хозяйства РСФСР. Москва, 1984.
10. Таратутин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. РосНИИКИОВР. Екатеринбург. 2000.
11. Berz G Flood disasters: lesson from the past-worries for the future. Water and Maritime Engineering. March 2000.
12. Central Board of Irrigation and Power. "India's achievements in water resources development", Hydropower & Dams, Issue Five, 1998