

В.А. Бузин, З.Д. Копалиани

**НАВОДНЕНИЯ НА РЕКАХ РОССИИ ПРИ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕНДЕНЦИЯХ В ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА**

V.A. Buzin, Z.D. Kopaliani

**THE INUNDATIONS ON THE RIVERS OF RUSSIA WITH THE
CURRENT WEATHER-CHANGE TRENDS
THE UP-TO-DATE TRENDS TO THE ALTERATION OF CLIMATE**

Излагаются результаты исследования влияния современного изменения климата на речные наводнения в России и прогноза их характеристик на период 2010 – 2015 гг. Даются рекомендации по адаптации к предстоящим изменениям наводненческой ситуации в проблемных регионах страны и смягчению негативных последствий будущих наводнений.

Results of research of influence of modern climate change on river flooding in Russia and the forecast of their characteristics for the period of 2010 – 2015 are stated. Recommendations on adaptation to forthcoming changes of the situation with flooding in problem regions of the country and to mitigation of negative consequences of the future flooding are given.

Наводнения являются одним из самых опасных и грозных стихийных бедствий. Из всех видов стихийных бедствий они занимают первое место по суммарному среднегодовому ущербу. Годовой материальный ущерб от наводнений в мире составляет 200 млрд долл. США и имеет тенденцию увеличения [Авакян, 2000].

В России угроза наводнений висит над 400 городами и тысячами поселков и сельских населенных пунктов. В целом по Российской Федерации среднесуточный ущерб от наводнений в ценах 2001 г. по данным Федерального агентства водных ресурсов составляет 41,6 млрд руб., в том числе в бассейнах рек: Волга – 9,4 млрд руб., Амур – 6,7 млрд руб., Обь – 4,4 млрд руб., Терек – 3 млрд руб., Дон – 2,6 млрд руб., Кубань – 2,1 млрд руб., Лена – 1,2 млрд руб., прочих рек 11,6 млрд рублей. Распределение ущерба от наводнений по разным регионам страны (в % от общего по стране) следующее: Северо-Западный – 8,2; Центральный экономический – 1,5; Центрально-Черноземный – 2,1; Волго-Вятский – 2,8; Поволжье – 12,1; Северный Кавказ – 28,4; Урал – 7,8; Западная Сибирь – 10,8; Красноярский край – 1,4; Якутия – 0,3; Магаданская область – 0,2; Камчатка – 0,1; Иркутская область – 0,4; Бурятия – 0,4; Читинская область – 4,1; Амурская область – 2,3; Хабаровский край – 5,5; Приморский край – 4,1; Сахалин – 7,5.

Изучение природы наводнений имеет большое значение для стабильного экономического развития страны и безопасности населения, рационального природопользования и сохранения окружающей природной среды. Россий-

скими гидрологами много сделано для познания условий формирования и физики наводнений [Бузин, 2004; Доброумов, 2002; Нежиховский, 1988; Пясковский, 1982; Тезисы докладов..., 2004]. В результате созданы методы инженерных расчетов их характеристик редкой повторяемости, в стране функционирует служба информации и прогнозов, накоплен опыт противопаводковых мероприятий. Активно решаются также такие важные и актуальные проблемы, как прогноз изменений на ближайшую перспективу гидрологического режима водных объектов, всесторонняя оценка возможных последствий этих изменений для экономики страны и жизнеобеспечения населения. Результаты и выводы этих исследований излагаются в настоящей статье.

Основными количественными характеристиками наводнений, связанными с климатом, являются количество речных участков, одновременно охваченных наводнениями в том или ином регионе, высота и частота превышения уровнем воды отметки начала затопления территории, освоенной человеком. Как правило, последней является пойма реки. Первые две характеристики в наибольшей степени зависят от климата. Частота (или повторяемость) наводнений существенно зависит от высоты поймы над меженным уровнем воды. При низкой пойме наводнения могут быть почти ежегодно. Высота и частота подъема уровня воды над поймой в значительной мере определяют ущерб, наносимый наводнениями.

Происходящие изменения климата по-разному влияют на количественные характеристики наводнений различного генезиса.

1. Наводнения, обусловленные весенним половодьем, в пределах России преобладают [Гинко, 1977; Нежиховский, 1988] (около 80 % всех случаев). Они встречаются на равнинных и горных реках, в северных и южных районах страны. Остальные виды наводнений имеют локальное распространение. Увеличение температуры воздуха северного полушария изменит условия формирования весенних половодий на реках России. Исследования ГГИ показывают, что произойдут значительные изменения сезонного распределения осадков, выпадающих на речные водосборы. Уменьшатся зимние осадки, и увеличится испарение на речных водосборах, что приведет к уменьшению снегозапасов накануне начала снеготаяния. Однако за счет повышения зимней температуры и увеличения доли жидких осадков зимой будет увеличиваться сток воды в реках, расходуя запасы воды на водосборе, а весеннее снеготаяние будет наступать раньше и происходить быстрее. Все отмеченное приводит к неоднозначному изменению стока воды весной.

2. Наводнения, обусловленные таянием снега в горах. Летние изменения температуры воздуха и осадков в северном полушарии в целом снижают вероятность сильных наводнений на реках, где половодье вызвано летним таянием снега, наледей и ледников в горах. Однако увеличение жидких осадков в горных районах страны, близких к Атлантическому и Тихому океанам, уве-

личивает опасность наводнений в случае наложения быстро образующегося дождевого стока на талый сток.

3. *Наводнения от выпадения обильных дождей.* Частота и размеры таких наводнений на реках Северного Кавказа и Дальнего Востока увеличились в последние годы. Они связаны с тем, что произошло усиление западной циркуляции воздушных масс в северном полушарии. Образующиеся в Атлантике циклоны приносят в Европу ненастную погоду, которая нередко оборачивается катастрофическими наводнениями, такими, как в 2002 г. Атлантические циклоны перемещаются сейчас по более южным траекториям: после Западной Европы они продолжают свой путь в район бассейна Волги и Северного Кавказа, где проливаются обильными дождями.

4. *Наводнения, вызванные образованием заторов льда в руслах рек.* Существующие сценарные оценки будущих изменений климата и характеристик гидрологического режима показывают, что при изменении климата увеличится зимний сток рек и возрастет вероятность образования зажоров. По зажорному типу все чаще стала замерзать даже такая река, как Лена с ее суровыми климатическими условиями. Для такого типа замерзания рек характерны большая осенняя водность, медленное перемещение кромки ледяного покрова вверх по течению, длительный шугоход, образование зажоров льда, вызывающих большие подъемы уровня воды. Такой тип замерзания для Лены не свойствен, но при имеющихся тенденциях в изменении климата бассейна Лены велика вероятность образования зажоров в русле реки, которые весной являются очагами мощных заторов льда. В последнее десятилетие происходит увеличение повторяемости и масштаба заторных наводнений, особенно на Средней Лене, что, по-видимому, связано с еще одной особенностью последствий изменения климата. Менее всего эти последствия наблюдаются в высоких широтах, а более всего – в низких. Фронт вскрытия на реках, текущих на север, часто задерживается на широте 58 – 60°. Здесь весной наблюдается наибольший территориальный контраст температуры воздуха с переходом от аномалий с положительным знаком за фронтом вскрытия (верховья рек) к аномалиям с противоположным знаком перед ним, что способствует образованию мощных заторов.

5. *Нагонные наводнения.* Предполагаемое увеличение их частоты и размеров обусловлено, так же как и наводнений в результате ливней, усилением мощности циклонов, проходящих над территорией России.

К настоящему времени на ряде рек России отчетливо прослеживаются тенденции к увеличению частоты (повторяемости) наводнений, а в ряде случаев и высоты подъемов уровня воды над затапливаемыми территориями (рис. 1 и 2). В течение последних 20 лет на Европейской территории России были отмечены два пика с повышенным числом речных наводнений – 1994 и 1999 гг. На Азиатской части страны наблюдается устойчивая тенденция увеличения количества речных наводнений.

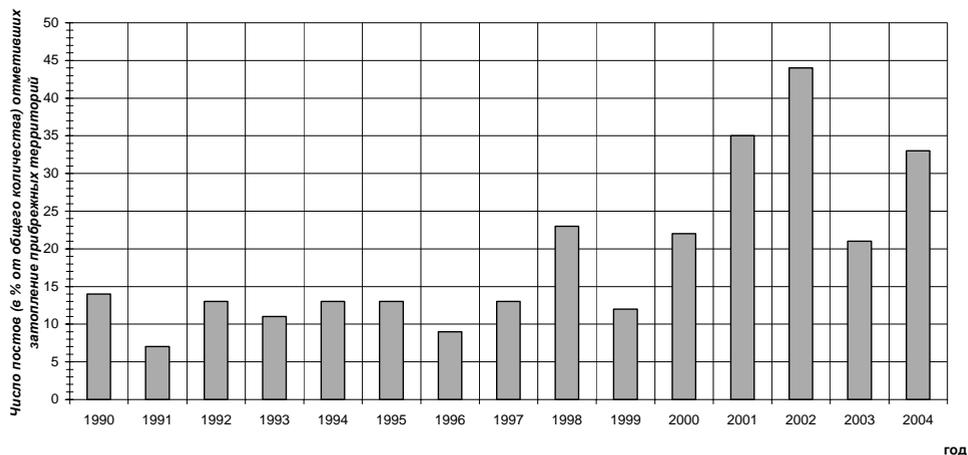


Рис. 1. Распределение по годам числа наводнений на азиатской части России, зарегистрированных наблюдательной сетью Росгидромета за период с 1990 по 2004 гг. по данным Гидрометцентра РФ.

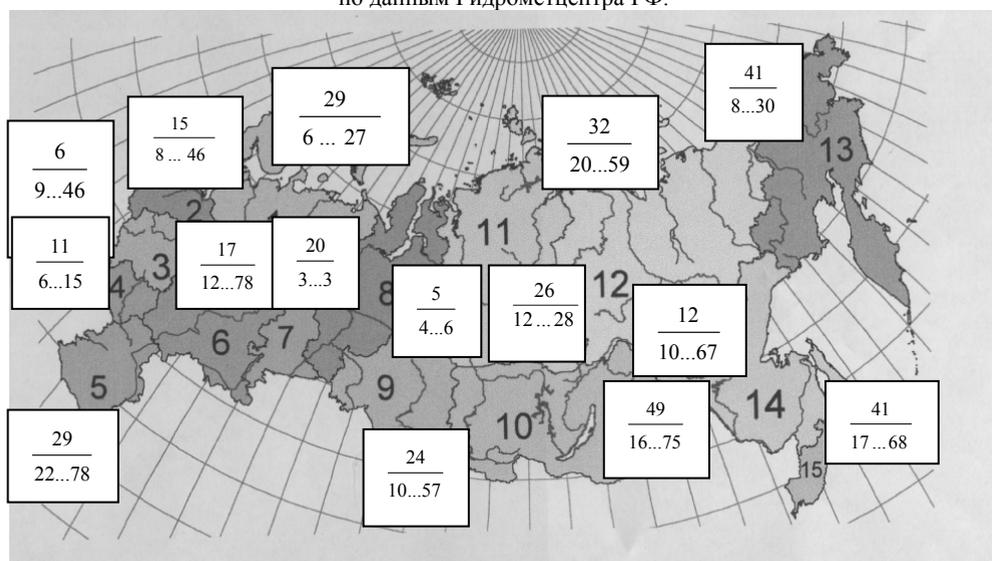


Рис. 2. Характеристики изменения ситуации с наводнениями на реках регионов России за период 1981 – 2005 гг. В числителе – число речных участков (в %), где отмечен рост наивысшего уровня воды, в знаменателе – средний и наибольший прирост наивысшего уровня (в % от амплитуды).

Если рассматривать картину изменения характеристик наводнений по отдельным регионам и рекам, то она достаточно пестрая. В ряде регионов (север и центр ЕТР, Западная Сибирь) изменений почти не наблюдается, последнее наводнение в этих регионах случилось весной 1998 г. на Сухоне у г. Великий Устюг. Иное положение в регионах, близких к Атлантическому и Тихому океанам, где увеличение частоты и размеров наводнений пока небольшое, напрямую связано с усилением мощности циклонов, проходящих над территорией России. Так, в XVIII в. в Санкт-Петербурге произошло 75 – 79 наводнений, в XIX – 77-100, в XX – 138, а в текущем на 11 мая 2005 г. было уже 9 наводнений, из них два было особо опасных (с уровнем более 2,11 м БС).

В 2002 г. весенний подъем уровня оз. Ильмень привел к затоплению значительных территорий и мелких населенных пунктов у г. Новгорода. В половодье этого года площадь оз. Ильмень увеличилась в 2 раза, высокий уровень воды удерживался в течение месяца.

Чрезвычайно опасные и разрушительные наводнения обусловлены заторами льда в Восточной Сибири и сильными ливнями на Северном Кавказе и в Приморье. В результате наводнения, вызванного затором, в 2001 г. полностью разрушен г. Ленск на р. Лене. Последние годы показали очевидную тенденцию к увеличению масштаба заторных наводнений на Лене [Бузин, 2004]. Самое большое из заторных наводнений за период наблюдений с 1937 по 1993 г. случилось в 1966 г., когда максимальный заторный уровень воды превысил критическую отметку начала затопления города на 2,69 м. Следующим стало наводнение 1994 г., затем 1998 г. Последнее было более значительным, чем наводнение 1966 г. Далее случилось наводнение 1999 г., а затем произошла катастрофа 2001 г. Уровень наводнения этого года был наивысшим за весь период наблюдений и на 6,62 м превысил отметку выхода воды на пойму, поэтому город, расположенный на ней, был практически полностью затоплен, что нанесло огромный материальный (около 7 млн руб.) и большой моральный ущерб жителям города.

В 2002 г. вследствие сначала весеннего затора льда в нижнем течении реки, а затем дождевых паводков сильно пострадали многочисленные населенные пункты в бассейне р. Кубань. В конце июня 2002 г. в бассейне р. Кубань вследствие выпадения в течение нескольких суток сильных дождей сформировалось катастрофическое наводнение, охватившее верхнюю и среднюю часть речного бассейна выше Краснодарского водохранилища. Вследствие затопления значительной части прибрежной зоны Кубани и ее притоков погибло 114 человек. Общее число пострадавших Южного федерального округа Российской Федерации достигло по уточненным данным 236 591 человек, было эвакуировано 106 044 человек, а материальный ущерб составил более 16 млрд руб.

В 2005 г. в отделе исследований изменений климата ГГИ под руководством О.А. Анисимова и в отделе водохозяйственных проблем под руково-

дством В.Ю. Георгиевского были выполнены исследования последствий изменения климата по наиболее достоверным сценариям [Предстоящие изменения..., 1991]. В ходе этих исследований установлено наличие связей между средней температурой воздуха в северном полушарии и средними температурами воздуха и осадками сезонов, а также сезонным стоком рек. Для прогноза изменений характеристик наводнений на период 2010 – 2015 гг. в данной работе использованы коррелятивные связи между изменениями количественных характеристик наводнений с 1981 по 2005 г. в тех или иных регионах России и стоком воды в сезоны, в которые происходят наводнения. Так, количество паводков (в %), где в последние 20 лет имел рост наивысшего уровня воды, связано с изменением сезонного стока (в % от среднего стока) до 1981 г. следующим линейным уравнением:

$$y = 1,27x + 20,7. \quad (1)$$

Коэффициент корреляции этого уравнения равен 0,89.

Уравнения для среднего прироста уровня воды в процентах от амплитуды колебания уровня воды в стационарных условиях

$$y = 0,484x + 9,56, \quad (2)$$

максимального приращения уровня (% от амплитуды)

$$y = 2,44x + 36,2 \quad (3)$$

и частоты наводнений (периодичность в годах)

$$y = -0,367x + 11, \quad (4)$$

хотя и характеризуются меньшими коэффициентами корреляции (около 0,5), но дали возможность оценить будущие изменения показателей наводнений по данным о предстоящих к 2010-2015 гг. изменениях сезонного стока. Все прогнозируемые изменения характеристик наводнений обобщены по 15 гидрологическим регионам и 7 субъектам РФ и приводятся в количественных показателях по отношению к значениям, полученным для условий стационарного климата (до 1980-х годов).

Предварительная оценка будущих количественных характеристик наводнений дала следующие результаты. Будущие изменения характеристик наводнений имеют разные знаки как для наводнений различного генезиса, так и по отдельным регионам. На юго-западе Северо-Западного Федерального округа и в нечерноземных областях Центрального Федерального округа в будущем несколько уменьшится частота весенних наводнений, вызванных снеготаянием. Наводнения же, обусловленные весенними заторами льда, на Лене и на ряде других северных и сибирских рек будут чаще и больше. Частота заторных наводнений увеличится в 1,2 – 1,5 раза, т.е. если сейчас они повторяются 1 раз

в 10 – 15 лет, то в будущем они будут повторяться с периодичностью 1 раз в 7 – 12 лет. Наибольшие подъемы воды возрастут на 35 – 60 % от амплитуды колебания уровня в стационарных условиях, что может соответствовать в некоторых случаях, как это имело место на Лене у Ленска, 4 м.

Частота наводнений, вызванных сильными дождями на Кавказе и Дальнем Востоке, увеличится в 1,2 – 1,5 раза, т.е. если сейчас они повторяются 1 раз в 10 – 15 лет, то в будущем они будут повторяться с периодичностью 1 раз в 7 – 12 лет. Наибольшие подъемы воды на ряде рек выше упомянутых регионов возрастут на 45 – 60 %.

В перспективе ожидается увеличение в 2 – 3 раза частоты наводнений, нагонных наводнений в устьях рек, прежде всего в устьевой части Невы; при этом здесь все более повышается вероятность наступления катастрофических наводнений.

По регионам ситуация с наводнениями в 2010 – 2015 гг. будет следующая:

Регион 1 – Северная часть Северо-Западного ФО (области Архангельская и Мурманская, Республики Карелия и Коми, Ненецкий АО).

На севере ЕТР реки протекают с юга на север, и основной причиной наводнений на них являются заторы льда, наблюдающиеся во время весеннего вскрытия. Эти наводнения по частоте и наивысшим уровням будут несколько больше, чем наводнения, характеризуемые стационарными показателями. Ожидается периодическое формирование мощных заторов на Северной Двине, Сухоне, Ваге и Печоре. В среднем максимальные заторные уровни могут возрасти на 10 – 12 %, а на отдельных речных участках – на 36 – 48 %. Частота наводнений увеличится немного: максимум в 1,2 раза. Во время заторных наводнений периодически будут подвергаться затоплению многие населенные пункты, расположенные на берегах этих рек, в частности, Шенкурск, Холмогоры, Архангельск, Нарьян-Мар.

Регион 2 – Северо-Западный ФО (области Калининградская, Ленинградская, Вологодская, Новгородская; г. Санкт-Петербург).

Наводнения на северо-западе ЕТР обусловлены в основном интенсивным весенним половодьем. В результате климатических изменений в регионе произойдет уменьшение стока в реках весной и уменьшение вероятности значительных наводнений. В рассматриваемом регионе сохраняется угроза формирования мощных весенних заторов льда на р. Сухона у г. Великий Устюг. Заторный подъем уровня может возрасти на 24 – 36 % от амплитуды колебания уровней.

Ожидается увеличение примерно вдвое частоты нагонных наводнений в Санкт-Петербурге, повышение вероятности наступления сильных и катастрофических нагонных наводнений с огромными негативными последствиями для города. В ближайшие семь лет ожидается наводнение с подъемом уровня более 300 см над ординаром и вероятностью его превышения от 8 %. Кроме того, увеличатся частота и интенсивность зазорных наводнений в среднем

течении р. Невы, связанных с процессами замерзания реки в условиях защитных сооружений.

Регионы 3 – Нечерноземные области Центрального ФО (Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская, Ярославская) и регион 4 – Черноземные области Центрального ФО (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская).

Поймы рек рассматриваемых регионов густо заселены и насыщены народнохозяйственными объектами, поэтому ущерб от наводнений особенно велик. Наводнения здесь определяются большим снегонакоплением в бассейнах, дружным таянием его и высокими дождевыми пиками. К 2010-2015 г. в рассматриваемом регионе ситуация с весенними наводнениями сохранится. Возможно, даже, что большие половодья станут реже в связи с уменьшением частоты и толщины промерзания верхнего слоя почво-грунтов, служащего водопором для воды, образующейся в ходе весеннего таяния снежного покрова, и повышающего коэффициент ее стока в водотоки. Вместе с тем на ряде речных участков возможно повышение максимальных уровней до 61 % от амплитуды.

Регион 5 – Южный ФО (области Астраханская, Волгоградская, Ростовская; Краснодарский и Ставропольский края; республики Адыгея, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Калмыкия, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия-Алания, Чеченская).

Рассматриваемый регион плотно населен, поэтому наводнения здесь наносят значительный ущерб. Наиболее опасным с негативными последствиями изменений климата в регионе является увеличение примерно в 1,2 – 1,5 раза частоты наводнений и площади территории региона, охваченной ими. Значительно повысятся максимальные уровни воды (в среднем на 12 – 14 %, а на отдельных речных участках на 48 – 61 %), обусловленные интенсивными дождями в бассейнах рек Кубани и Терека (Краснодарский край и республики Северного Кавказа). Острая ситуация с наводнениями складывается в нижнем течении Терека (республика Дагестан), где русло реки находится выше окружающей местности и активно развивается русловой процесс.

Одним из проблемных участков является участок Дона от Цимлянского водохранилища до устья. Причинами наводнений на этом участке являются весенние половодья (подъем уровня на 2 – 5 м) и сгонно-нагонные явления (подъем уровня на 1 – 1,5 м). В связи с будущим уменьшением весеннего стока воды в р. Дон к 2010 – 2015 г. в формировании наводнений возрастет доля нагонных явлений. Большой нагон, вызванный сильным юго-западным ветром над Таганрогским заливом Азовского моря, может поднять уровень воды у г. Азова на 2,6 м, у г. Ростова на 1,7 м.

Регион 6 – Приволжский ФО (области Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Пермская, Самарская, Саратовская, Ульяновская;

республики Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртская, Чувашская; Коми-Пермяцкий АО).

Сооружение ряда гидроузлов на Волге и Каме и некоторых других реках почти полностью ликвидировало опасность значительного затопления территорий в бассейнах этих рек в результате разлива вод в период весеннего половодья, однако теперь в нижних бьефах ГЭС формируются мощные зажоры льда, а в устьях рек, впадающих в водохранилища, заторы. Наблюдающееся и прогнозируемое увеличение весенней водности на реках этого региона (подъемы уровней воды весной могут возрасти на отдельных речных участках на 61 % от амплитуды) создаст проблемы на не зарегулированных участках Камы, Белой, Уфы и других рек, которые берут свое начало с Уральских гор.

Регион 7 – Юго-Западная часть Уральского ФО (области Курганская, Свердловская, Челябинская).

В рассматриваемом регионе значительные наводнения обусловлены совпадением большим охватом территории интенсивным снеготаянием. Ситуация с наводнениями на реках этого региона несколько ухудшится. Увеличится число речных участков, где будут наводнения, и в 1,2 – 1,5 раз их частота. Наибольшие подъемы уровня на отдельных речных участках могут возрасти на 48 – 61 %.

Регион 8 – Большая часть Уральского ФО (Тюменская область и Ханты-Мансийский АО).

Наводнения в регионе обусловлены в основном весенним половодьем. В этом регионе трендов в сторону увеличения весеннего стока не наблюдается, поэтому характеристики наводнений останутся в будущем прежними.

Регион 9 – Юго-Западная часть Сибирского ФО (Алтайский край; области Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская).

Значительные наводнения на реках региона бывают в основном в период весеннего половодья при сочетании больших расходов воды с образованием мощных заторы льда. Ожидается увеличение повторяемости мощных заторных наводнений на реках верховьев р. Оби на фоне большой водности рек в период весеннего половодья в 1,5 – 3 раза. Возрастут подъемы уровней воды весной на отдельных участках рек.

Регион 10 – Южная часть Сибирского ФО (области Иркутская (южная и средняя части), Читинская; Красноярский край (южная часть); республики Бурятия, Тыва, Хакасия; Агинский Бурятский АО и Усть-Ордынский Бурятский АО).

Катастрофически высокие уровни в реках региона обусловлены большими снегозапасами в горной части их бассейнов, дружным таянием, интенсивным заторообразованием и дождевыми паводками. Существенное влияние на характер формирования наводнений на реках Забайкалья оказывает метеорологическая обстановка — частое чередование волн холода и тепла, определяющее затяжной характер весны. В регионе 10 к 2010-2015 гг. размеры на-

воднений увеличатся, что связано с увеличением дождевой составляющей весеннего половодья. Наводнения будут чаще в 1,5-3 раза. Как и в регионе 9 на отдельных реках значительно возрастут наивысшие уровни воды.

Регион 11 – Средняя и северная часть Сибирского ФО (Красноярский край – средняя и северная части, Иркутская обл. – северная часть, Таймырский, Эвенкийский и Ямало-Ненецкий автономные округа).

На Среднем и Нижнем Енисее и его притоках изменения климата не приведут к существенным отклонениям повторяемости наводнений и максимальных уровней воды от нормы. Немного увеличится частота заторных наводнений и возрастут заторные подъемы уровней (до 48 % от амплитуды).

Регион 12 – Западная часть Дальневосточного ФО (республика Саха-Якутия).

Прогнозируется резкое увеличение частоты и повышение максимальных уровней наводнений (прежде всего заторных) на реках в бассейне Лены, Колымы, Яны. Частота наводнений увеличится в 1,2 – 1,5 раза. Возрастут на отдельных реках и уровни воды (до 61 % от амплитуды).

Регион 13 – Северо-Восточная часть Дальневосточного Ф.О. (области Камчатская, Магаданская; Корякский и Чукотский А.О.).

Наводнения в рассматриваемом регионе обусловлены в основном весенне-летним половодьем с наложением на него дождевых паводков. Прогнозируется увеличение частоты наводнений в 1,2 – 1,5 раза, числа речных участков, подверженных наводнениям, и наивысших уровней наводнений. Рост подъемов уровней на некоторых речных участках будет достигать 73 %.

Регионы 14 и 15 – Юго-Восточная часть Дальневосточного Ф.О (края Приморский и Хабаровский; области Амурская и Сахалинская; Еврейская автономная область).

Прогнозируется увеличение в 1,2-1,5 раза частоты наводнений, вызванных муссонными дождями и тайфунами, количества речных участков, где будет иметь место рост наивысших уровней воды (до 61 % от амплитуды).

Приведенные цифры – это осредненная оценка будущих изменений по большим территориям. Конечно, на отдельных реках и речных участках возможные изменения будут отличны от средних как по знаку, так и значениям количественных характеристик наводнений.

Из выше приведенных данных следует, что наибольшие проблемы с наводнениями к 2010 – 2015 гг. возникнут в Южном и Дальневосточном федеральных округах. Ожидается в перспективе увеличение частоты и размеров наводнений, обусловленных интенсивными дождями в Краснодарском крае и республиках Северного Кавказа, сильнейшими муссонными осадками в Приморском и Хабаровском краях, Амурской и Сахалинской областях, заторами льда на р. Лене в республике Саха-Якутия и на ряде других сибирских реках, нагонными наводнениями в устьях больших рек (прежде всего на р. Неве в Санкт-Петербурге).

Как показывает выполненный анализ, при изменении средней температуры воздуха за весенний период на 1°C в среднем наивысший заторный уровень на больших реках изменяется на $0,1 - 0,4$ м, весеннего половодья еще меньше – до $0,3$ м. Это немного, учитывая многолетнюю изменчивость максимальных уровней воды на реках, достигающую 10 м и более. Вместе с тем даже небольшое увеличение частоты наводнений и глубины на затопляемой территории на некоторых реках России приведет к росту ущерба от них, поскольку основной ущерб от наводнения приходится на глубины затопления до $1,5$ м. Снизится безопасность населения, проживающего в населенных пунктах, расположенных на берегах этих рек. Возможно разрушение гидротехнических сооружений, рассчитанных на старые нормы гидрологических характеристик, а также нанесение вреда окружающей среде при разрушении нефтехранилищ и распространением нефтепродуктов вниз по реке. Все это требует кардинального улучшения борьбы с катастрофическими наводнениями и разработки стратегии предупреждения и предотвращения наводнений и управления их риском.

Проблема наводнений, хотя и проявляется прежде всего на региональном уровне, к концу первого десятилетия XXI в. может стать фактором, сдерживающим обеспечение безопасности и устойчивое развитие России, если своевременно не будут приняты необходимые меры. В каждой стране эта проблема приобретает различную остроту и решается по-разному в зависимости от природных условий, расселения населения, экономического и технического развития хозяйственной инфраструктуры, правовой и законодательной системы, исторических и культурных традиций. Так как территории зарубежных стран относительно небольшие по сравнению с территорией России, число рек в них невелико, а плотность населения большая, то проблемы наводнений решаются за рубежом на уровне речных бассейнов [Arnell, 1984; Extreme hydrological..., 2005; Flood damage..., 1983; Global register..., 1995; Ward, 1978], в нашей же стране – в основном для отдельных участков рек.

Для кардинального улучшения борьбы с катастрофическими наводнениями в целом в России прежде всего необходимо перейти от доминирующего в настоящее время в стране приоритета стратегии ликвидации последствий наводнений, как непредсказуемого и неуправляемого природного явления, к стратегии предупреждения и предотвращения наводнений и управления их риском. С научной точки зрения проблема наводнений, по сравнению с другими стихийными явлениями, такими как, землетрясения и извержения вулканов, не может рассматриваться как чисто стихийное бедствие, так как является результатом искусственного вторжения человека в речную пойму, которая принадлежит реке и функционально предназначена для пропуска полых вод. Вместе с тем в отличие от выше перечисленных природных стихий, наводнения можно прогнозировать, их можно регулировать водохранилищами и защищаться от них дамбами или правильно (с приемлемой степенью риска) ис-

пользовать пойменные земли [Авакян, 1990; Истомина, 2005; Таратунин, 2000; Arnell, 1984]. Поэтому основная стратегия взаимоотношения общества с наводнениями в будущем с учетом роста их числа, мощности и частоты, связанного с изменением климата, должна быть направлена на планирование и осуществление долгосрочных комплексных мероприятий, направленных на их смягчение и предотвращение.

Литература

1. *Авакян А.Б., Полюшкин А.А.* Наводнения и защита от них. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация, 1990, вып.9, с. 76–111.
2. *Авакян А.Б., Истомин М.Н.* Наводнения в мире в последние годы XX века. – Водные ресурсы, 2000, т. 27, № 5, с. 517–523.
3. *Бужин В.А.* Затопы льда и затопные наводнения на реках. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – 204 с.
4. *Гинко С.С.* Катастрофы на берегах рек. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 128 с.
5. *Доброумов Б.М., Тумановская С.М.* Наводнения на реках России: их формирование и районирование. // Метеорология и гидрология, 2002, № 12, с. 70–78.
6. *Истомина М.Н., Кочарян А.Г., Лебедева И.П.* Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия. // Водные ресурсы, 2005, т. 32, № 4, с. 389–398.
7. *Нежиховский Р.А.* Наводнения на реках и озерах. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 184 с.
8. *Предстоящие изменения климата.* / Под ред. М.И. Будыко, Ю.А. Израэля, М.С. Маккракена, А.Д. Хекта. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 272 с.
9. *Пясковский Р.В., Померанец К.С.* Наводнения. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 176 с.
10. *Таратунин А.А.* Наводнения на территории Российской Федерации. – Екатеринбург: Изд-во Российского НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов, 2000. – 406 с.
11. *Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда.* Пленарное заседание, 47 с. Секция 2: Наводнения и другие опасные гидрологические явления: оценка, прогноз и смягчение негативных последствий». – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – 148 с.
12. *Arnell N.W.* Flood hazard management in the USA and the national flood insurance program. – Geaforum, 1984, 15, № 4, p. 525–542.
13. *Extreme hydrological events: new concepts for security.* Report of Workshop in the Russia, Novosibirsk, 11 – 15 July. 2005. – J. Information NATO, Springer, printed in the Netherlands, 2005. – 183 p.
14. *Flood damage prevention and control in China.* Report of a Tour and Workshop in the Peoples Republic of China. 13 – 16 Oct. 1980. – J. Natur. Resour. Water ser. 1983, № 11, 121 p.
15. *Global register of large river flood events.* – Dartmouth Flood Observatory Department of Geography, Hanover, USA, <http://www.dartmouth.edu/~flood/>, 1995.
16. *Ward R.* Floods: a geographical perspective. – London: McMillan. Press, 1978. – 244 p.