

- Rayner N. A., Parker D. E., Horton E. B., Folland C. K., Alexander L. V., Rowell D. P., Kent E. C., and Kaplan A., 2003. Global analysis of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century, *J. Geophys. Res.*, vol. 108, No. D14, 4407, doi:10.1029/2002JD002670, pp. ACL 2-1-2-22,.
- Santoleri R., Bohm E., and Schiano M. E., 1994. The sea surface temperature of the western Mediterranean Sea: Historical satellite thermal data, *Coastal and Estuarine Studies*, vol. 46, pp. 155–176.
- Shiganova T. A., Mirzoyan Z. A., Studenikina E. A., Volovik S. P., Siokou-Frangou I., Zervoudaki S., Christou E. D., Skirta A. Y., and Dumont H. J., 2001. Population development of the invader ctenofore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea and in other seas of the Mediterranean basin, *Marine Biology*, vol. 139, pp. 431–445, doi:10.1007/s002270100554.
- Shokurova I. G. and Belokopytov V. N., 2006. Interdecadal variability of temperature and salinity in the Black Sea, in: Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, 1st Biannual Scientific Conf. “Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond”, Abstracts, Istanbul, Turkey, p. 18.
- Transboundary Diagnostic Analysis for the Caspian Sea, 2002. Vol. II, Caspian Environment Programme, Baku, Azerbaijan, 132 p., http://enrin.grida.no/caspian/additional_info/Caspian_TDA_Volume_Two.pdf.
- Vigo I., Garcia D., and Chao B. F., 2005. Change of sea level trend in the Mediterranean and Black seas, *J. Marine Res.*, vol. 63, No. 6, pp. 1085–1100, doi: 10.1357/002224005775247607.

2.10. ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Ведущие авторы: Л. И. Болтнева, В. В. Оганесян, Б. Г. Шерстюков

Авторы: Е. К. Зойдзе, А. А. Коршунов, П. М. Лурье, В. Д. Панов, В. А. Семенов

Редактор-рецензент: Д. Б. Киктев

2.10.1. Общая характеристика

К широкомасштабным последствиям экстремальных метеорологических явлений относятся засухи, наводнения и лесные пожары, наносящие существенный ущерб (в том числе экономический) России в масштабах целых регионов. Они будут подробно рассмотрены в данном разделе для XX века и начала XXI века. Однако в целом проблема ущерба от экстремальных метеорологических явлений этим не ограничивается. В данном разделе на примере Большого Кавказа будут также рассмотрены вопросы опасности селей и лавин в горной местности. Имея локальный пространственный масштаб, они сопряжены с существенным риском для жизни людей, их жилищ и технических сооружений.

Ущерб, наносимый мировой экономике экстремальными гидрометеорологическими явлениями, по оценкам экспертов ООН, составляет 70% суммарного ущерба от воздействия природных катастроф и стихийных бедствий (Бедрицкий и др., 2004). В мире за последние годы XX века свыше 1100 млн. человек оказались жертвами стихийных бедствий, нанесящих ущерб более чем в 730 млрд. долл.; 95% числа людей, погибших от природных катаклизмов, пришлось на развивающиеся страны, а материальный ущерб в процентах от валового внутреннего продукта (ВВП) в них более чем в 20

раз превысил аналогичные показатели для развитых стран (World Meteorological Organization, 1994).

В табл. 2.10.1 приведены данные по США об ущербе от экстремальных метеорологических явлений из работ (Meyers and Cotton, 1992; Golden and Bluestein, 1994; Maglaras et al., 1995; Chen et al., 1996; Adams and Comrie, 1997; Changnon and Changnon, 1997; Changnon et al., 1997; Pielke, 1997; Parish et al., 1997; Kutiel and Maheras, 1998; Pielke et al., 2000).

Восемь факторов, указанных в табл. 2.10.1, считаются основными, приводящими к экономическому и социальному ущербу на территории США. Наибольший социально-экономический ущерб по данным этой таблицы связан с экстремальным похолоданием.

Большой экономический ущерб России причиняют наводнения, шквалы, смерчи, ветер, ливни, грозы, град. Материальный ущерб в 15 млрд. руб. причинен катастрофическими наводнениями летом 2002 г. в Южном федеральном округе. Общий ущерб в 5,9 млрд. руб. был причинен катастрофическим наводнением заторного происхождения в 2001 г. в Сибири на Верхней и Средней Лене, Енисее, Ангаре, Нижней и Подкаменной Тунгуске (Малик, 2005).

На Европейской территории России в период 1991–2000 гг. наблюдалась тенденция к увеличению общего числа явлений, обусловленных ветром разрушительной силы. Экономический ущерб более 22 млрд. руб. причинили шквалы, смерчи, ливни, град, грозы 24–28 июня 1996 г. в 7 субъектах РФ (республики Марий Эл, Чувашская, Мордовия; Пензенская, Нижегородская, Ярославская, Тверская области). Шквалы в сочетании с грозами, ливнями, градом 19–22 июня 1998 г. в 10 субъектах РФ нанесли крупный материальный ущерб. Ущерб

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.10.1. Сводные данные об ущербе в США от экстремальных гидрометеорологических явлений во второй половине XX века

Явление	Человеческие жертвы (в среднем в год за указанный период, годы)	Среднегодовые потери за указанный период (годы), млрд. долл. США	Максимальные потери (верхняя цифра, млрд. долл. США) и человеческие жертвы (нижняя цифра) за последние годы, в скобках указан год	Источник
Наводнение	96 (1986–1995)	2,4 (1984–1993)	20 (1993) 156 (1976)	Pielke, 1997; Chen et al., 1996; Meyers and Cotton, 1992
Ураган	20 (1986–1995)	6,2 (1989–1995)	30 (1992) 256 (1969)	Pielke et al., 2000
Зимний шторм	47 (1988–1995)	~ 1	6 (1993) 200 (1993)	Parish et al., 1997; Maglaras et al., 1995
Торнадо	44 (1985–1995)	2,9 (1991–1994)	3,8 (1993) 94 (1985)	Golden and Bluestein, 1994
Экстремальная жара	384 (1979–1992)	—	> 15 (1980) 522 (1995)	Parish et al., 1997 Adams and Comrie, 1997
Экстремальный холод	770 (1968–1985)	—	> 30 (1976–1977)	Adams and Comrie, 1997
Молния	175 (1940–1981)	> 1	—	Kutiell and Maheras, 1998
Град	—	2,3	0,65 (1990)	Changnon and Changnon, 1997; Changnon et al., 1997

по г. Москва составил около 1 млрд. руб., по Подмосквью — 61,7 млн. руб. (Бедрицкий и др., 2001).

На территории России отмечаются более 30 видов опасных гидрометеорологических (метеорологических, агрометеорологических, гидрологических, морских гидрометеорологических) явлений. На рис. 2.10.1 представлены статистические данные за 1991–2002 гг. по девяти типам таких явлений для территории России.

Как видно на рис. 2.10.1, около 37% всех опасных гидрометеорологических явлений приходится на группу из четырех метеорологических явлений — сильный ветер, ураган, шторм, смерч. Наиболее часто эти явления наблюдаются на территории Приволжского и Уральского федеральных округов; анализ изменения характеристик ветра по данным за 1966–2000 гг. по сравнению с периодом 1936–1966 г. показал существенное (до 1,7–3,1 раза) увеличение среднего числа дней с сильным ветром (более 15 м/с) для большинства метеостанций Омской области (Бедрицкий и др., 2004).

Анализ распределения опасных гидрометеорологических явлений по территории России показывает, что 52% наблюдались на Европейской и

48% — на Азиатской территории России. Наибольшее их число зафиксировано в Северо-Кавказском, Поволжском, Уральском экономических районах и в южных частях (южнее 60° с. ш.) Западно-Сибирского и Дальневосточного районов. В Северо-Кавказском экономическом районе повышенная частота опасных гидрометеорологических явлений в значительной мере обусловлена орографическим фактором и региональными синоптическими процессами (Хандожко, 1988). Такие явления, как сильный и ураганный ветер, метели и весенние половодья, наблюдались во всех без исключения экономических районах.

По мировым данным отмечается определенная тенденция к увеличению частоты экстремальных гидрометеорологических явлений и увеличению связанного с ними ущерба. На рис. 2.10.2 приведены ежегодные потери от экстремальных гидрометеорологических явлений застрахованной собственности в США. Видно, что потери от экстремальных гидрометеорологических явлений с 1974 по 1994 г. возросли более чем на порядок. Авторы работы (Отчет Всемирного банка..., 2003) связывают этот рост с глобальными изменениями климата.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

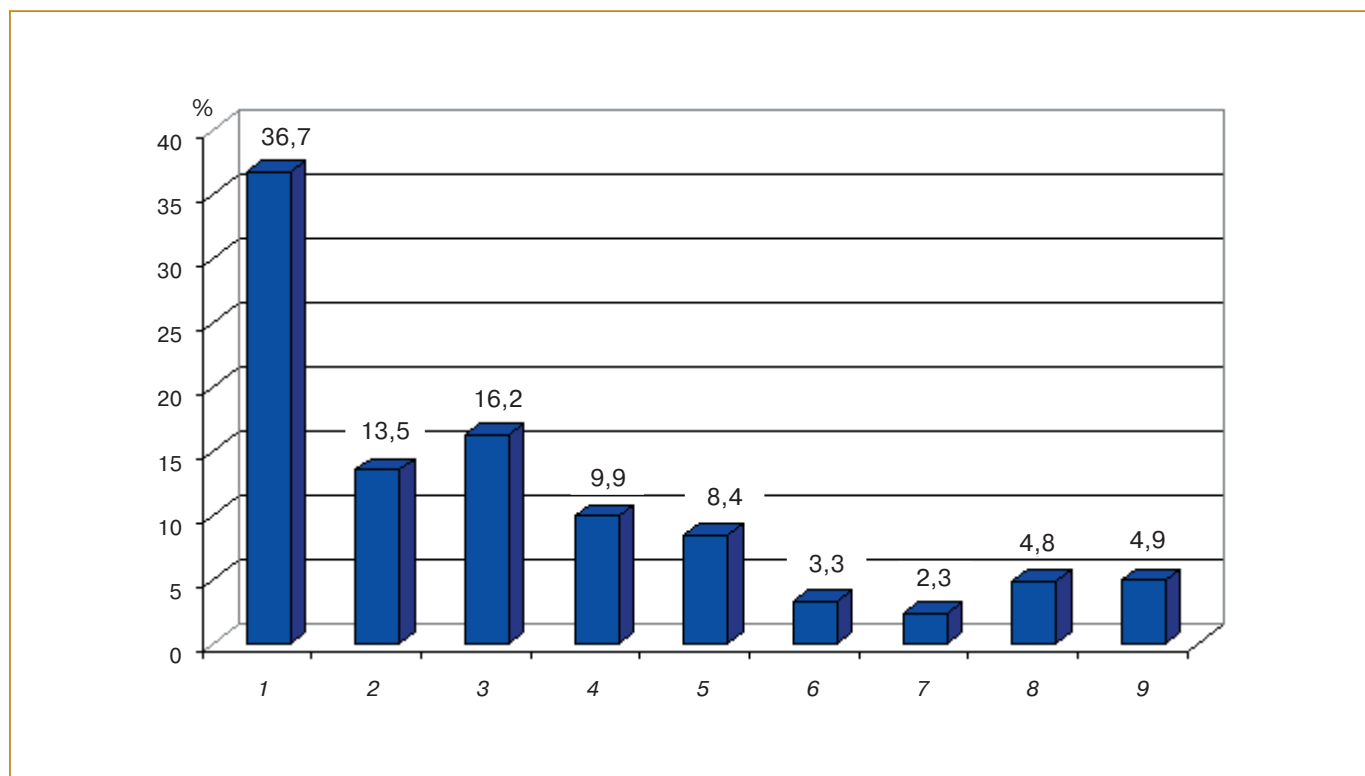


Рис. 2.10.1. Распределение общего числа опасных гидрометеорологических явлений в России в 1991–2002 гг. по отдельным видам опасных явлений (Бедрицкий и др., 2004): 1 — ураган, сильный ветер, шквал, смерч; 2 — сильная метель, сильный снег, гололед; 3 — сильный дождь, продолжительный дождь, ливень, крупный град, гроза; 4 — мороз, заморозки, сильная жара; 5 — весеннее половодье, дождевой паводок, наводнение; 6 — лавина, сель; 7 — засуха; 8 — чрезвычайная пожарная опасность; 9 — сильный туман.

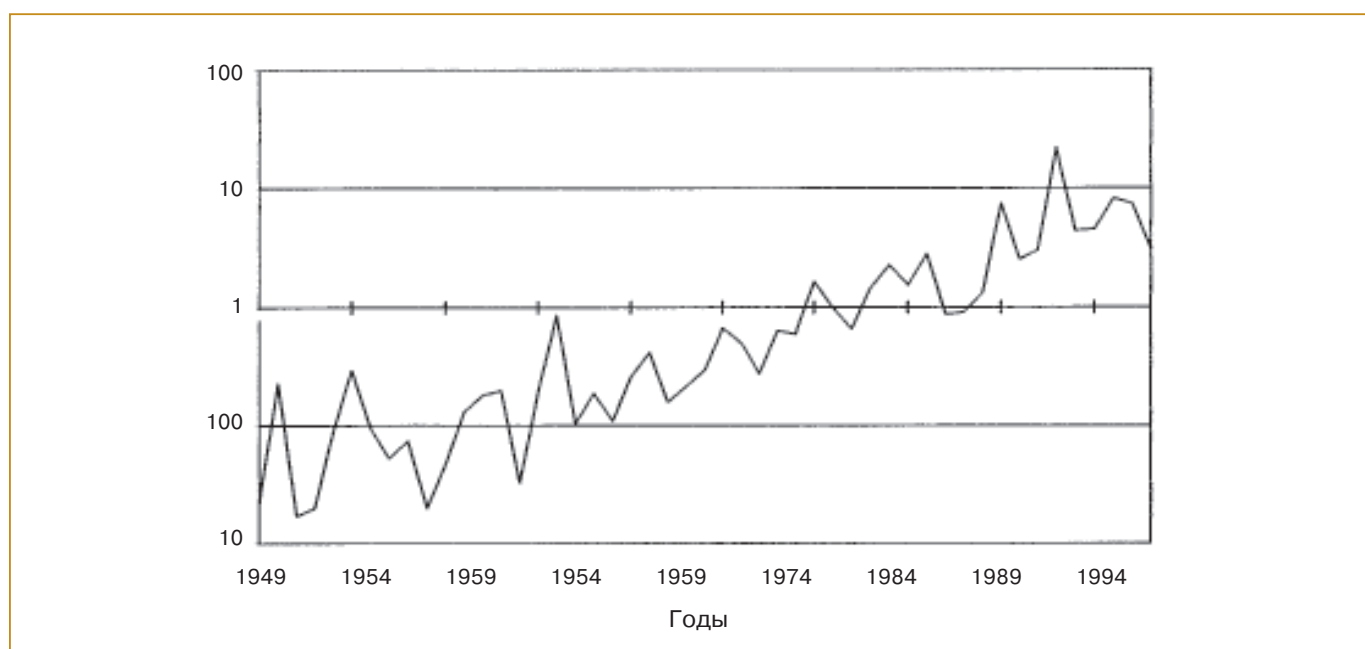


Рис. 2.10.2. Ежегодные потери от экстремальных гидрометеорологических явлений застрахованной собственности в США; в нижней части графика — млн., а в верхней — млрд. долл. США в ценах 1997 г. (Отчет Всемирного банка..., 2003).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.10.2. Временные тренды экстремальных значений суточных сумм осадков (Национальный доклад на Всемирной конференции по уменьшению опасности бедствий, 2005)

Территория	Период, годы	Пороговое значение суммы осадков, мм/сутки	Сезон	Среднее число дней с экстремальными осадками	Линейный тренд, % за 10 лет
Две трети восточной части США	1910–1996	50,8	Июнь — август	0,6	1,7
Европейская часть СССР	1936–1994	20,0	Июнь — август	1,8	3,9
Азиатская часть СССР	1936–1994	20,0	Июнь — август	2,3	1,9
Южная Канада	1944–1995	20,0	Июнь — август	2,9	1,9
Южное побережье Австралии	1900–1996	50,8	Декабрь — февраль	0,4	4,6
Норвегия	1901–1996	25,4	Июнь — август	2,0	1,9
Южная Япония	1951–1989	100,0	Июнь — август	1,0	–6,1
Северная Япония	1951–1989	100,0	Июнь — август	0,3	3,4
Северо-Восточный Китай	1951–1997	50,0	Июнь — август	1,0	–3,1
Юго-Восточный Китай	1951–1997	100,0	Июнь — август	0,5	1,3
Эфиопия	1951–1987	25,4	Июнь — август	5,5	–11,6
Экваториальная Восточная Африка	1950–1997	50,8	Март — май	1,1	–11,2
Южная Африка	1901–1997	50,8	Декабрь — февраль	0,6	4,1
Северо-Восточная Бразилия	1935–1983	50,8	Март — май	1,0	3,6
Таиланд	1951–1985	50,8	Сентябрь — ноябрь	2,2	–8,4

Согласно данным Отчета Всемирного банка (2003), значимые положительные тренды в рядах температуры отмечены для части территории США и Китая в отношении минимальной суточной температуры. Повышение максимальной суточной температуры отмечалось в Австралии и Новой Зеландии, в Китае отмечалось ее понижение. В Европе значимых трендов этих показателей температуры не обнаружено, как не обнаружено трендов числа дней с морозами. Тренды температуры обнаруживаются главным образом не в абсолютных значениях экстремумов, а в повторяемости выбранных градаций. Общая тенденция такова, что продолжительность периодов с экстремально низкой температурой сокращается, а продолжительность периодов с экстремально высокой температурой увеличивается.

В отношении временных трендов экстремальных значений суточных сумм осадков (т. е. превышающих определенное пороговое значение) были

получены несколько другие результаты, представленные в табл. 2.10.2. Видно, что значимые тренды в экстремальных значениях суточных сумм осадков наблюдаются во всех регионах земного шара, несмотря на различия в выбранных порогах. На большей части исследуемых территорий преобладают положительные тренды сумм осадков, но отрицательные тренды выражены значительно сильнее. Это позволяет предположить усиление одного из основных стихийных явлений, связанного с осадками, — наводнений, наносящих наибольший экономический ущерб, в частности в России.

Организации наблюдательной сети Росгидромета ведут регулярные наблюдения за экстремальными опасными гидрометеорологическими явлениями с целью их обнаружения и прогнозирования. Анализ этих данных позволяет выявлять некоторые тенденции в частоте опасных гидрометеорологических явлений на территории страны.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

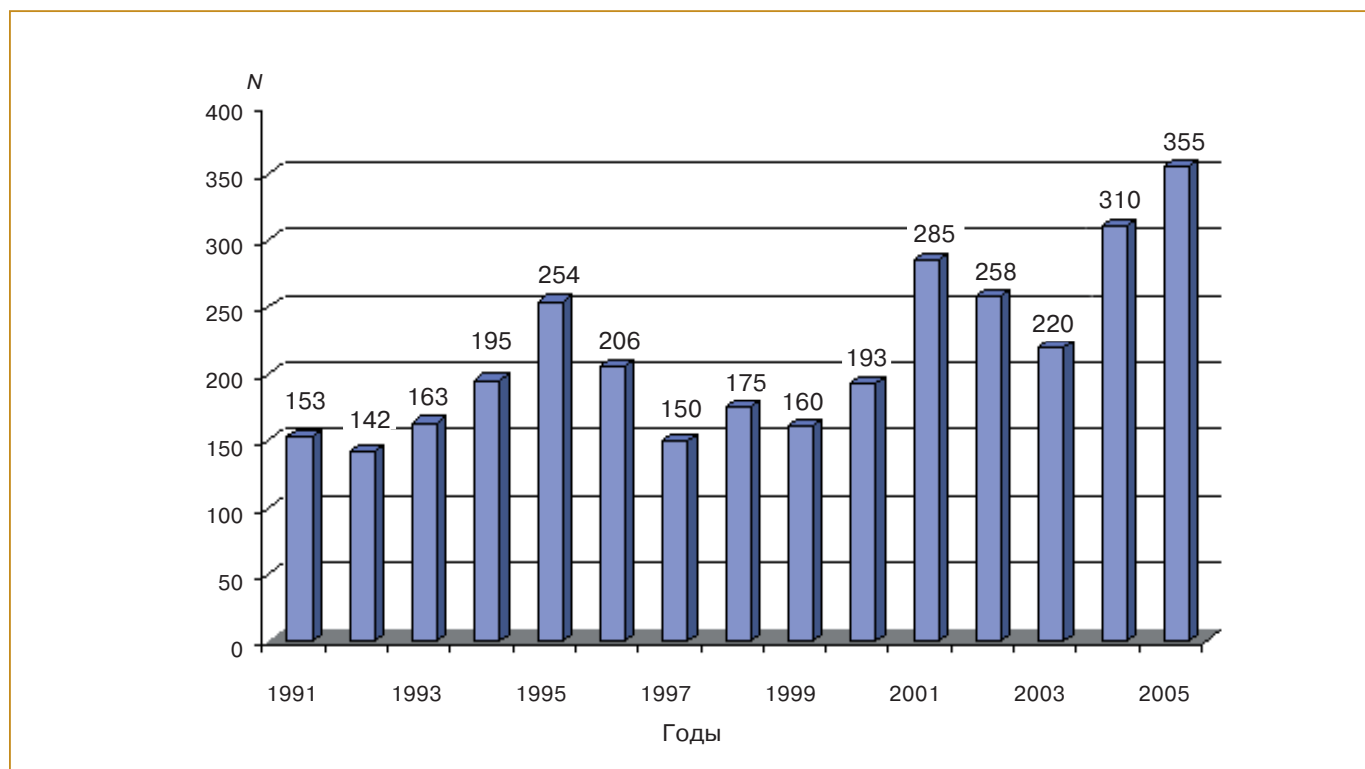


Рис. 2.10.3. Число случаев N опасных гидрометеорологических явлений в России в 1991–2005 гг. (Бедрицкий и др., 2004; Тренин, 2006).

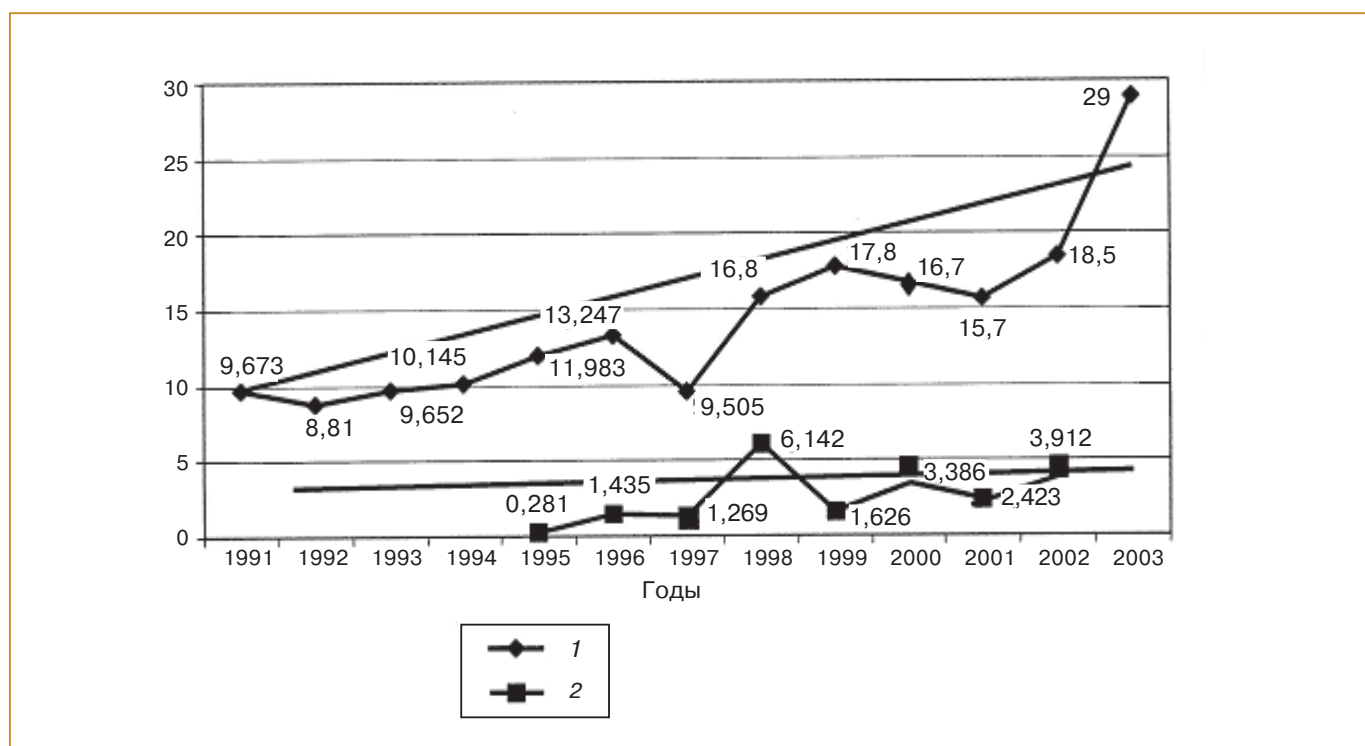


Рис. 2.10.4. Экономические потери (млрд. руб.) в сельском хозяйстве (1; по данным “РосНТЦагро ЧС”) и лесном хозяйстве (2; по данным “Авиалесохрана”) России от воздействия опасных гидрометеорологических явлений.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

На рис. 2.10.3 приведено распределение суммарного по территории России числа случаев таких явлений по годам за 1991–2005 гг. На рисунке видно, что на территории России практически каждый второй день в году где-либо отмечается опасное гидрометеорологическое явление. Заметна тенденция увеличения их числа в последние годы (Бедрицкий и др., 2004; Тренин, 2006).

Экономические потери от воздействия опасных гидрометеорологических явлений на сельское хозяйство и лесное хозяйство России в разные годы приведены на рис. 2.10.4. На нем показаны также тенденции роста этих потерь (линейные тренды).

В России по размерам экономических потерь среди последствий экстремальных метеорологических явлений первое место занимают засухи, которые по частоте встречаемости занимают только седьмое место, второе — комплекс экстремальных гидрометеорологических явлений (ураган, сильный ветер, шквал, смерч), занимающий первое место по частоте встречаемости, наводнения — третье; 30% всех погибших вследствие экстремальных гидрометеорологических явлений связаны с наводнениями. Связанный с опасными гидрометеорологическими явлениями ежегодный ущерб экономике СССР с 1963 по 1991 г. возрос с 5,3 до 22,2 млрд. руб. (Бедрицкий и др., 2004).

Анализ интенсивности и повторяемости локальных экстремумов температуры и осадков, например для Москвы, показал, что локальный климат становится более умеренным главным образом в результате уменьшения суровости зим. Это отчетливо видно по значениям амплитуды годового хода среднесуточной температуры — она уменьшилась от 6,7°C (1879 г.) до 5,4°C (2004 г.), т. е. на 1,3°C.

Еще более заметно (почти в три раза) уменьшилась повторяемость экстремумов минимальной суточной температуры. Значения годовых экстремумов суточной суммы осадков увеличились примерно на 10 мм летом и на 7 мм зимой (Оганесян, 2004). Последствия этих изменений сказались, прежде всего, в городском хозяйстве: значительно увеличились нагрузки на транспортную инфраструктуру города, особенно на снегоуборочную технику.

2.10.2. Засухи

Засухи характерны для многих зернопроизводящих регионов страны. Они существенно и негативно влияют на урожай сельскохозяйственных культур. Так, почвенная и атмосферная засухи в России в 2002 г. охватили значительную территорию. Начавшись в июне в центральных областях, к июлю почвенная засуха охватила практически всю Европейскую территорию России и Урал. В августе эпицентр засухи сместился к западу и северо-западу. Почвенная засуха наблюдалась в Калининградской, Московской, Нижегородской областях, а в областях Центрально-Черноземной зоны она усугублялась атмосферной (Бедрицкий, 2004). В 2002 г. по сравнению с 2001 г. урожайность зерновых культур в среднем по стране заметно снизилась.

Преобладающая часть имеющихся фактических данных характеризует атмосферную засуху. Почвенная и общая (атмосферно-почвенная) засухи и количественные аспекты их влияния на продуктивность растений изучены в меньшей степени.

Анализ атмосферных засух за 1891–1985 гг. для территории СССР выполнен в работах (Уланова,

Таблица 2.10.3. Частота сильных и средних атмосферных засух в некоторых регионах России в 1891–1985 гг. (Уланова, 1988а, 1988б)

Территория	Число засух			Частота засух, %		
	сильных	средних	всего	сильных	средних	всего
Северный Кавказ	14	14	28	15	15	30
Нижнее Поволжье	22	16	38	23	17	40
Среднее Поволжье	16	18	34	17	19	36
Области Центрально-Черноземной зоны	11	11	22	12	12	24
Южный Урал	22	18	40	23	19	42
Средний Урал	8	11	19	8	12	20
Волго-Вятский и Центральный районы (южная половина)	7	10	17	7	10	17
Западная Сибирь (степные районы)	9	16	25	9	17	26

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

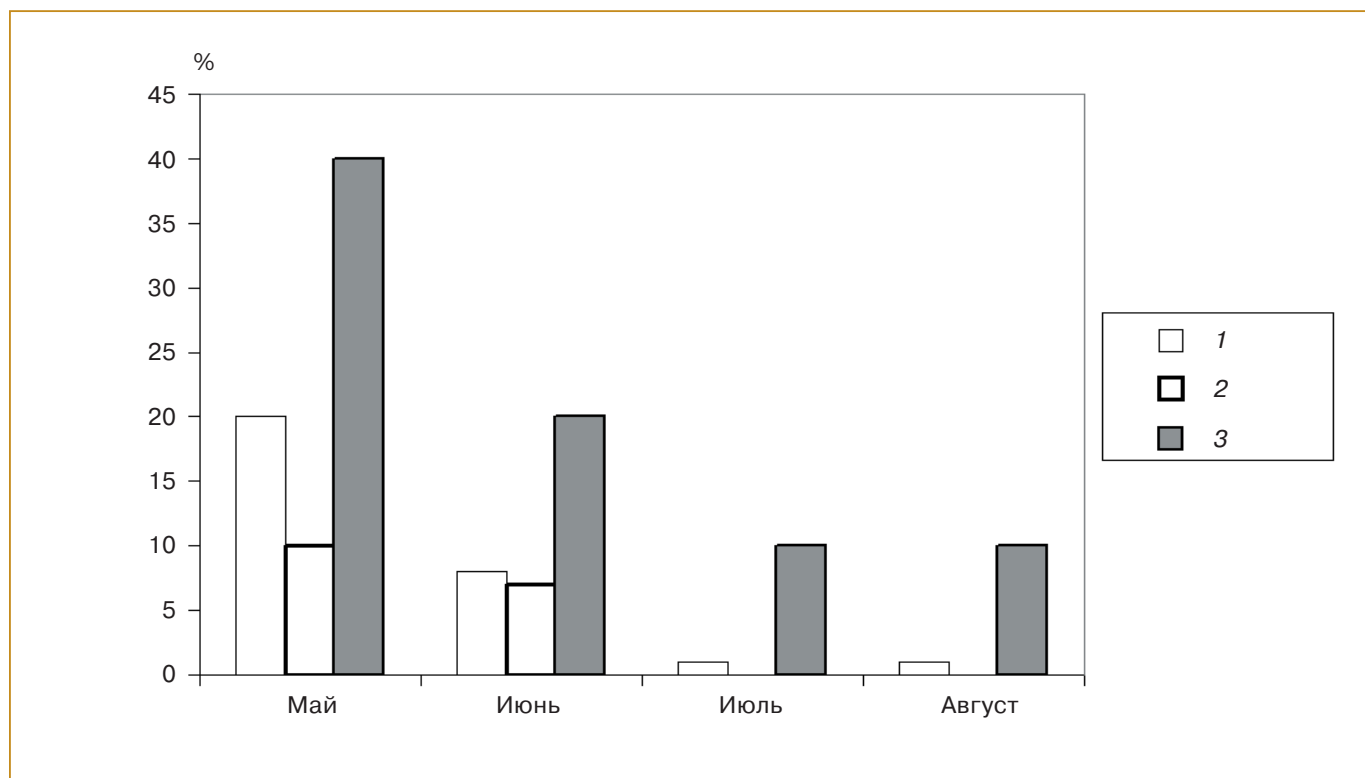


Рис. 2.10.5. Частота метеорологических засух в Московском регионе (число суток в месяце с $ГТК < 1$) в % от общего числа дней в месяце (Шерстюков, 2003). 1) 1901–2000 гг.; 2) 1961–1990 гг.; 3) 1991–2000 гг.

1988а, 1988б); часть оценок из них воспроизведена в табл. 2.10.3. Оценки были сделаны для основных зернопроизводящих регионов страны.

По данным этих работ всего в период 1891–1985 гг. на территории страны сильных и средних атмосферных засух было 223. Наибольшая частота засух наблюдалась на Южном Урале (45%), в Нижнем и Среднем Поволжье (40 и 30% соответственно). Однако четко выраженной периодичности засух или же общей тенденций в изменении их частоты не выявлено.

Изменение в 1891–2000 гг. частоты атмосферных засух разной интенсивности в Саратовской и Волгоградской областях, для которых характерны явления засухи, исследовано в работе (Зоидзе, 2004); для оценок также использовались 20-летние средние значения. Анализ данных показал, что в целом не наблюдается резко выраженного увеличения частоты атмосферных засух. Есть тенденция к заметному уменьшению частоты средних засух; небольшое увеличение частоты очень сильных засух отмечено в обеих областях.

В работе (Шерстюков, 2003) проанализирована частота метеорологических атмосферных засух в Московском регионе для трех периодов: 1901–2000, 1961–1990 и 1991–2000 гг. (рис. 2.10.5); сделан вывод о том, что в 1991–2000 гг. в мае и июне частота этих засух примерно вдвое превысила

средний уровень для XX века; появились засухи в июле и августе.

Результаты оценок влагообеспеченности ЕТР в разных природных зонах в период 1891–2002 гг. приведены в работе (Зоидзе, Хомякова, 2006). Для оценки влагообеспеченности территорий были применены гидротермический коэффициент $ГТК$ и шкала для классификации влагообеспеченности (см. раздел 2.1.10). Влагообеспеченность территории характеризовалась частотным распределением (%) значений $ГТК$ в многолетнем ряду результатов наблюдений по классам. При этом использовали среднеобластное значение $ГТК$ и 20-летние средние за май — июнь. Оценки были выполнены для 8 субъектов Российской Федерации, расположенных в разных физико-географических и гидрологических зонах. Анализ данных, проведенный в работе (Зоидзе, Хомякова, 2006), показал, что в 1891–2002 гг. наблюдались значительные колебания влагообеспеченности, чередование периодов ее увеличения и уменьшения. В последнем из рассматриваемых двадцатилетий (1983–2002 гг.) доля лет с влагообеспеченностью выше средне многолетних значений уменьшилась в Калужской, Новосибирской областях и в Краснодарском крае на 10–14%, а в Саратовской области значение этого показателя увеличилось примерно на 35%. Однако

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

общих для территории страны однонаправленных изменений выявлено не было.

Распределение в пространстве и интенсивность засух всех типов на территории страны в XX веке оценивались по данным метеорологических и иных специальных наблюдений. По данным 42 метеостанций, расположенных в Черноземной зоне и на прилегающей территории, о запасе продуктивной влаги в почве под ранними культурами в пахотном и метровом слоях почвы составлен каталог сильных засух, в котором указаны начало и продолжительность засух для каждого конкретного засушливого года (Страшная, Богомолова, 2005). Данные о почвенных засухах в Центрально-Черноземной зоне России в период 1971–2000 гг., приведенные в работе, показали, что, несмотря на плодородие почв этой зоны, их неустойчивое и недостаточное увлажнение обуславливает значительные колебания урожайности зерновых культур. Обширные общие засухи (атмосферная и почвенная одновременно) наблюдались в 1972, 1975, 1979, 1981, 1995, 1998 и 1999 гг., и тогда происходило значительное снижение урожайности (Уланова, Страшная, 2000). Средняя продолжительность (в декадах) наблюдавшихся сильных почвенных засух была рассчитана по данным метеостанций Центрально-Черноземной зоны о фактических влагозапасах в пахотном слое почвы. В целом в мае — июне продолжительность сильных засух под яровыми зерновыми культурами возрастала в юго-восточном направлении от 0,39 декады на западе Курской области до 3,25–3,73 декады на востоке Ставропольского края, в Астраханской области и в Республике Калмыкия. Продолжительность засух в Оренбургской области — 1,97 декады, а в Самарской — 0,69 декады.

Сильные почвенные засухи, как это следует из данных каталога (Страшная, Богомолова, 2005), характерны для 20 субъектов Российской Федерации, расположенных в Центрально-Черноземной зоне. Наименьшая повторяемость засушливых лет наблюдается в южных областях Центрального, Приволжского и Уральского федеральных округов — от двух до десяти засушливых лет в период 1971–2000 гг. Наибольшая повторяемость лет с сильной почвенной засухой характерна для Южного федерального округа, где она увеличилась до 15–20 засушливых лет в исследуемый период; исключение — Краснодарский край, где сильная почвенная засуха наблюдалась только четыре раза.

Частота почвенных засух в слое почвы 0–20 см на дату сева и выхода в трубку основных сельскохозяйственных культур исследована по субъектам Российской Федерации по данным многолетних наблюдений на сети Госкомгидромета за 1951–1985 гг. в работе (Хомякова, Зоидзе, 2002). Было выявлено, что частота почвенных засух изменяет-

ся по стране в широких пределах. Большая частота (> 40–60%) сильной и очень сильной почвенных засух на сельскохозяйственных землях под озимыми зерновыми культурами обнаружена для территорий Южного и Приволжского федеральных округов. Жесточайшие засухи в 1975 и 1981 гг. охватили все основные зернопроизводящие районы Европейской территории СССР, Сибири и Казахстана и не имели аналогов с 1881 г. Недобор валовых сборов зерна в целом по СССР в эти годы составил 42 и 47 млн. т соответственно (около 20 и 23% среднего сбора). В периоды апрель — июнь 1975 г. и май — июнь 1981 г. аномалия температуры составляла 3°C, а сумма осадков была лишь 20–60% нормы. Длительность бездождных периодов достигала 20–30 дней при дневной температуре 30–37°C (Уланова, 1988а). Приведенные выше данные, опубликованные в отечественной специальной литературе, позволяют сделать следующее заключение: хотя явление засухи можно считать типичным для многих регионов России, в том числе для зернопроизводящих регионов, и засухи наносят значительный ущерб растениеводству, определенной однонаправленной тенденции в частоте и интенсивности засух на территории России в XX веке пока не выявлено. Тенденция к увеличению частоты засух проявляется лишь в некоторых регионах.

2.10.3. Лесные пожары

Леса занимают значительную часть территории России и играют заметную роль в поддержании и сохранении биоразнообразия как накопители углерода и поставщики кислорода, а также как источник биоресурсов.

При установившейся на длительное время сухой и жаркой погоде причиной возникновения лесного пожара могут быть как естественные факторы (разряд молнии, например), так и антропогенные — например, нарушения человеком требований пожарной безопасности (около 80% возгораний). Потери от лесных пожаров велики: уничтожение лесных массивов, гибель животных и растений, загрязнение атмосферы вредными примесями, дополнительная эмиссия CO₂ в атмосферу (вклад в антропогенное усиление парникового эффекта), дополнительная эрозия почв, ущерб здоровью и часто жизни людей.

По данным работы (Задонина и др., 2004), ежегодно в мире регистрируется около 200 000 пожаров, в которых выгорает 40 млн. га леса, что составляет 0,1% площади всех лесных территорий планеты.

Г. Н. Коровин и А. С. Исаев (1998) оценили площадь ежегодных лесных пожаров в России в 5–6 млн. га. В более поздней работе Г. Н. Коровин и

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.10.4. Площадь вырубki леса и площадь территории, на которой лес погиб от пожаров, в России в 1995–2003 гг. (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2004; Думнов и др., 2005)

Год	Площадь вырубki леса, тыс. га	Погибло от пожаров лесных насаждений, тыс. га
1995	761,6	57,1
1996	612,5	295,5
1997	623,5	240,8
1998	573,5	253,9
1999	706,8	291,3
2000	756,5	709,7
2001	758,0	140,7
2002	743,0	305,2
2003	766,9	540,4

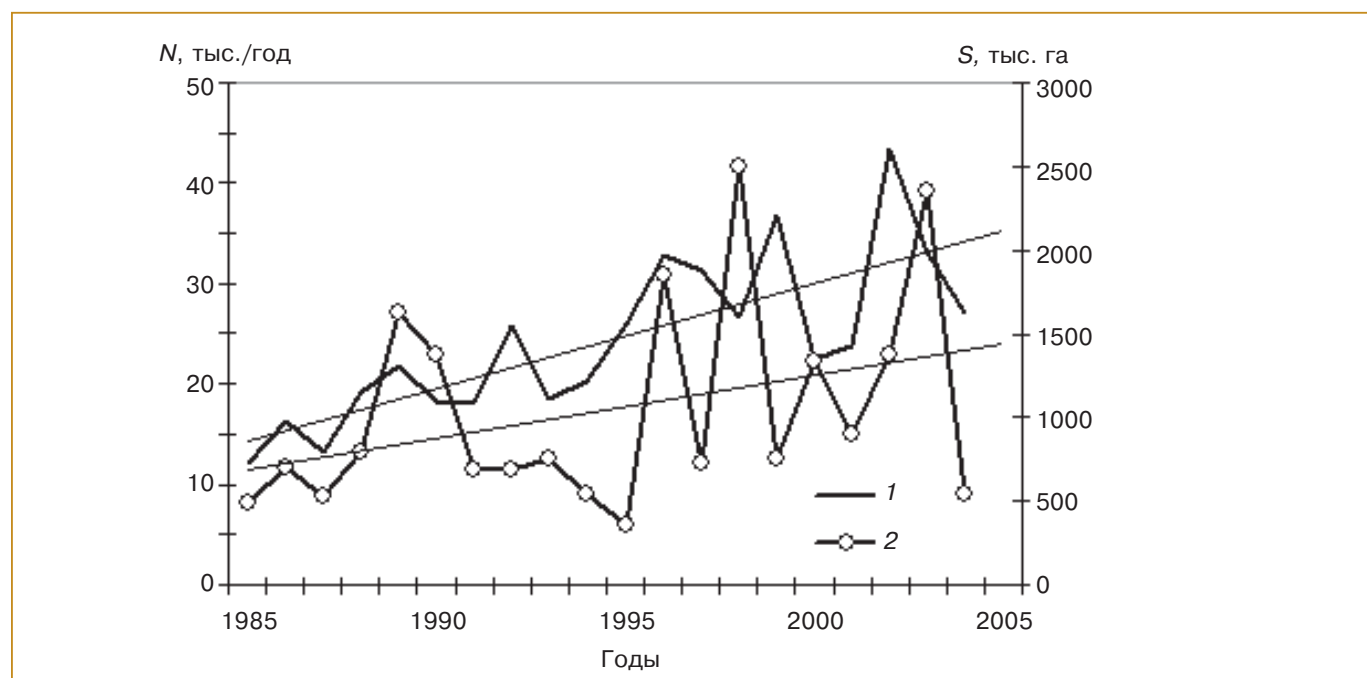


Рис. 2.10.6. Число лесных пожаров N (1) и лесная площадь S (2), пройденная пожарами, в 1985–2005 гг.; прямые линии — линейные тренды; по данным работы (Думнов и др., 2005).

Н. В. Зукерт отмечают, что на активно охраняемой территории лесного фонда ежегодно возникают от 12 до 36 тысяч лесных пожаров, охватывающих площадь от 0,5 до 5,2 млн. га (Коровин, Зукерт, http://www.rusrec.ru/kyoto/articles/art_climate_forest.htm). Г. Н. Коровин и А. С. Исаев (1998) считают, что в заселенных равнинных районах России до 98% возгораний возникает по вине человека, а в удаленных северных районах в 50% случаев виноваты грозы; ежегодно около 5% лесных пожаров перерастают в угрожающе крупные, которые охватывают до 92% всех площадей, пройденных огнем. В настоящее время основными причинами лесных пожаров являются следующие: по вине граждан —

71,2%, от сельскохозяйственных палов — 12,1%, от грозных разрядов — 8,4% и по невыясненным причинам — 6,7% (Думнов и др., 2005). В целом площади, на которых лесные насаждения погибают от пожаров, вполне сравнимы с площадями, на которых лес вырубается для хозяйственного использования (табл. 2.10.4).

Лесные пожары причиняют огромный ущерб экономике России. Прямые потери от лесных пожаров, под которыми понимается стоимость полностью сгоревших и поврежденных заготовленных лесоматериалов, древесины на корню и молодняков лесных пород, в 1998–2002 гг. составляли от 0,5 до 3,5 млрд. руб. в год, в 2003 г. — 17 млрд. руб.,

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

в 2004 г. около 20 млрд. руб. Предприятия и организации, в ведении которых имеются леса, на тушение пожаров затратили в 2003 г. 2,4 млрд. руб., а в 2004 г. — 0,8 млрд. руб. (Думнов и др., 2005).

В целом по России в 1985–2004 гг. как количество лесных пожаров, так и лесная площадь, пройденная пожарами (она всегда превышает площадь территории, на которой лес погиб от пожаров), возрастали (рис. 2.10.6).

Таким образом, учащение лесных пожаров и увеличение их интенсивности в России в конце XX — начале XXI веков потенциально могут быть связаны с современными изменениями климата. В связи с этим было предпринято теоретическое исследование (Шерстюков, Шерстюков, 2007) изменений индекса горимости для территории России, исходя из фактических данных срочных наблюдений сети 1400 метеостанций Росгидромета для второй половины XX — начала XXI веков.

Оценки были проведены для периода 1971–2004 гг. с помощью индекса горимости леса G (см. раздел 2.1.10). Для каждого года этого периода для каждых суток вычислялись значения индекса горимости леса G для каждой станции. Затем для каждой станции для каждого года производился подсчет числа суток за сезон и за год с “высокой и больше” горимостью ($G > 1000$, III класс горимости) и с “особо опасной и больше” горимостью

($G > 4000$, IV класс горимости). В результате этих расчетов по каждой станции был получен ряд годовичных значений числа суток за год с классами индекса горимости III и IV. Далее по каждой из 1400 станций за период 1971–2004 гг. методом линейной регрессии была получена линейная аппроксимация этих рядов годовичных значений.

Изменение горимости лесов за 1971–2004 гг. оценивалось по таким рядам, как изменение в процентах аппроксимированного значения для 2004 г. по сравнению с аппроксимированным значением для 1971 г. Такие оценки были получены для весеннего периода (апрель — май), лета (июнь — август) и осеннего периода (сентябрь — октябрь), а также для календарного года в целом. Их результаты представлены в картографической форме рис. 2.10.7–2.10.10. Полученные оценки можно суммировать следующим образом.

В *весенний период* (рис. 2.10.7) на ЕТР отмечалось увеличение числа суток с высокой пожароопасностью — преимущественно до 50%. Наибольшее увеличение — от 25 до 50% — на ЕТР наблюдается на широтах 55–65° с. ш. Такие же изменения пожароопасности произошли в низких широтах Сибири (в верховьях Оби, Енисея, в Прибайкалье и Забайкалье) и Дальнего Востока (Приамурье и Камчатка). Но в некоторых из них увеличение составило 50–75%. Уменьшилась пожароопасность

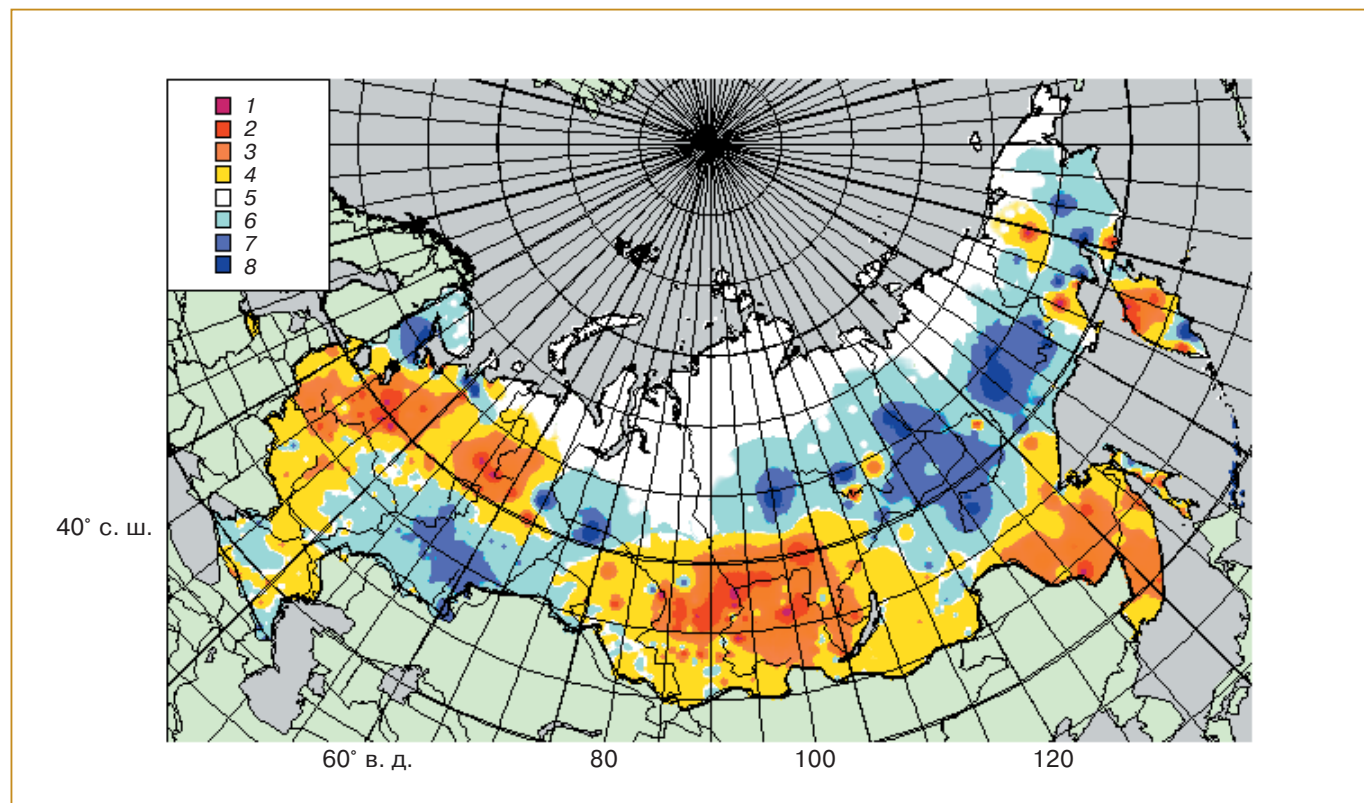


Рис. 2.10.7. Изменение числа суток (%) в весенний период (апрель — май) с высокой горимостью за 1971–2004 гг. 1) 75–100; 2) 50–74; 3) 25–49; 4) 1–24; 5) 0; 6) –1...–24; 7) –25...–49; 8) –50...–75.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

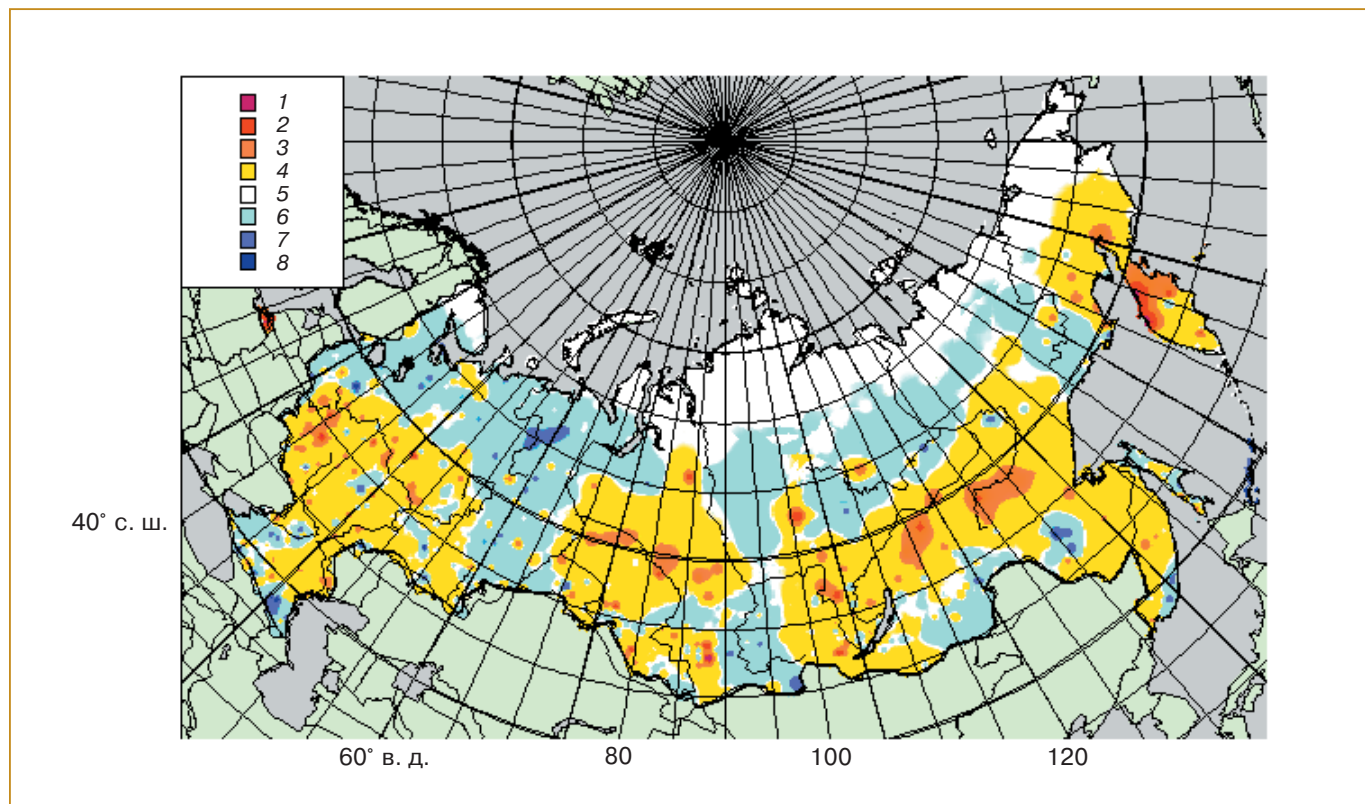


Рис. 2.10.8. То же, что на рис. 2.10.7, для лета (июнь — август).

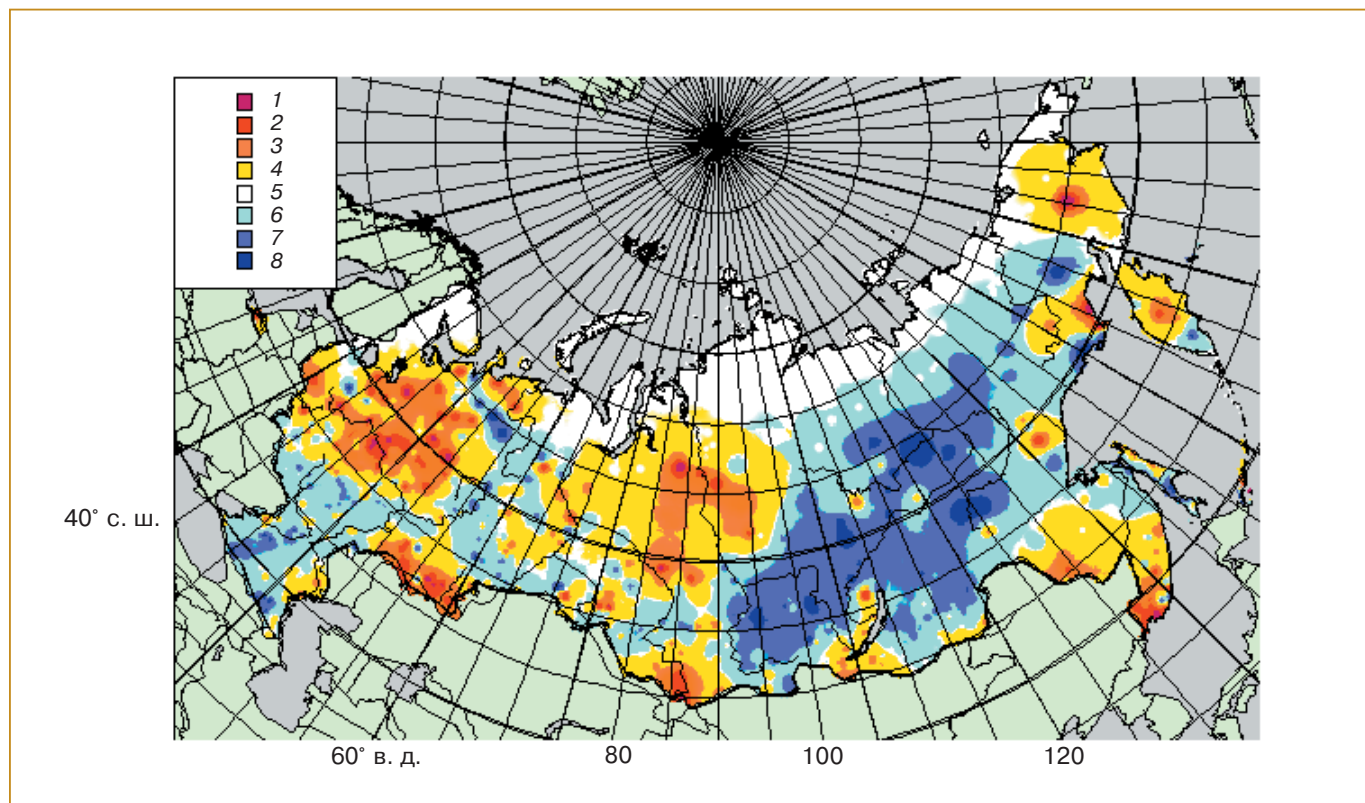


Рис. 2.10.9. То же, что на рис. 2.10.7, для осени (сентябрь — октябрь).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

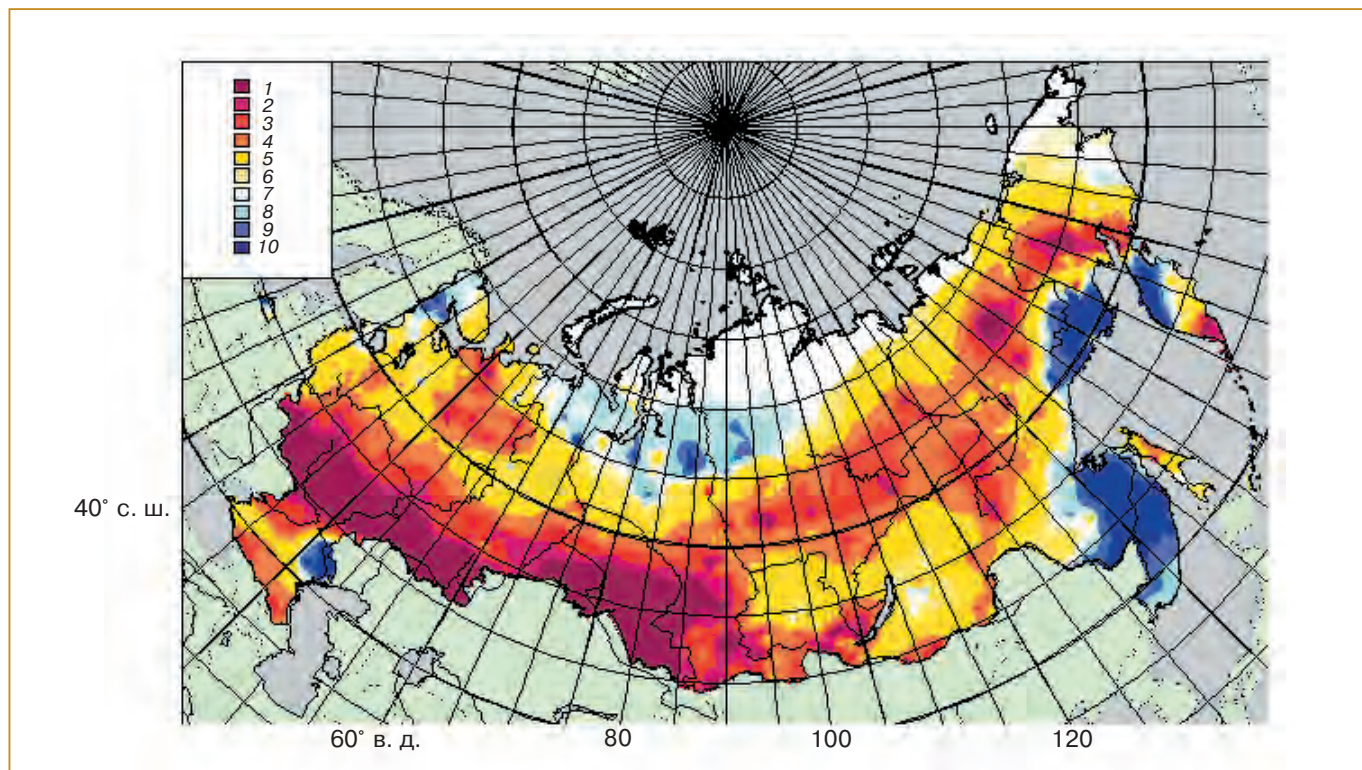


Рис. 2.10.10. Изменение числа суток (%) в календарном году с высокой горимостью за 1971–2004 гг. 1) 50–60; 2) 40–50; 3) 30–40; 4) 20–30; 5) 10–12; 6) 1–10; 7) 0; 8) –1...–10; 9) –10...–20; 10) –20...–30.

на Южном Урале, на Кольском п-ове и на прилегающей территории, а также на широтах 60–65° с. ш. в Сибири и на Дальнем Востоке.

Летом (рис. 2.10.8) на ЕТР число пожароопасных суток увеличилось на 1–24% в низких и средних широтах, а в высоких — уменьшилось на 1–24%. Относительное увеличение числа суток с высокой горимостью на 1–24% наблюдается в Сибири между Обью и Енисеем южнее 65° с. ш. и в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке южнее 60–65° с. ш.; в высоких широтах в Сибири — уменьшение на 25%.

В осенний период (рис. 2.10.9) увеличение на 25–50% числа суток с высокой пожароопасностью произошло в средних и высоких широтах ЕТР, на юге и востоке Западной Сибири, в Приамурье, на Камчатке. Уменьшение на 25–50% числа суток с высокой пожароопасностью произошло в верховьях Енисея и Ангары, в бассейне Лены.

За календарный год (рис. 2.10.10) повышение пожароопасности примерно на 10–25% произошло на всех широтах на ЕТР, за исключением ее северной части; там пожароопасность понизилась на 10–19%. Повышение на 10–39% произошло почти везде в южной половине всей Азиатской части России. Уменьшение числа суток с пожароопасностью на 10–19% наблюдалось в широтной зоне 52–67 с. ш. на востоке Восточной Сибири и далее на восток до Колымы.

2.10.4. Наводнения

Наводнение — часто встречающееся и повторяющееся на Земле опасное природное явление, обладающее большой разрушительной силой. При наводнениях в результате подъема уровня воды происходит “затопление водой местности в пределах речной долины и населенных пунктов, расположенных выше ежегодно затопляемой поймы” (Чеботарев, 1978). При цунами и тайфунах происходит затопление морских побережий и устьевых областей рек. Наибольшую опасность представляют высокие (выдающиеся) наводнения, когда нарушается хозяйственная деятельность, и катастрофические наводнения, в результате которых из хозяйственного использования исключаются все пойменные угодья, наносится ущерб населенным пунктам, элементам инфраструктуры (Авакян, Полюшкин, 1989).

Статистические данные Всемирной метеорологической организации о последствиях опасных природных явлений свидетельствуют о том, что за XX век в мире погибли во время наводнений около 10 млн. человек, а территории, подверженные наводнениям, на которых проживают около одного миллиарда человек, сравнимы с суммарной площадью всех стран Европы (Авакян, Истомина, 2000). Несмотря на широкое применение инженерных мер защиты от наводнений, в гло-

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

бальном масштабе в XX столетии экономический ущерб от наводнений возрастал (рис. 2.10.11).

Увеличивается ущерб от наводнений и в начале XXI столетия. По данным ВМО, во время наводнений лета 2002 г. общая площадь затопленных территорий различных государств превысила 8 млн. км², лишились крова 17 млн. жителей более чем в 80 странах, около 3 тыс. человек погибли; общий ущерб, нанесенный стихией, составил 30 млрд. долларов (Малик, 2005). Наводнения оказывают прямое или косвенное воздействие на все отрасли хозяйства.

Непосредственный ущерб от наводнения зависит от высоты и скорости подъема уровня воды, продолжительности его стояния, времени года, степени освоенности и экономического развития территории, плотности населения, от своевременного прогноза и принятия предупредительных мер, от наличия и эффективности защитных противопаводковых гидросооружений.

Наводнения на реках, расположенных на территории России, бывают везде, но их частота, высота и время прохождения различны в разных регионах, так как зависят от условий формирования. В России общая площадь земель, подвергающихся затоплениям при наводнениях, составляет более 88 тыс. км² (около 5% территории страны). Потенциальная угроза затопления существует более чем для 40 крупных городов и нескольких тысяч других населенных пунктов (Малик, 2005); по материалам МЧС РФ ежегодно со 100%-ной вероятностью в Российской Федерации затопляются около 50 тыс. км² земель. Наводнения оказывают

прямое или косвенное воздействие на все отрасли хозяйства.

На большинстве рек России с площадью водосбора более 10 тыс. км² вероятность формирования опасных наводнений высока, а катастрофические наводнения характерны для больших рек с площадью бассейна более 50 тыс. км². Наводнения на реках России могут быть вызваны прохождением высокой волны весеннего половодья, дождевого или снегодождевого паводка редкой повторяемости, а также заторами и зажорами льда, совокупным действием этих факторов (Добрумов, Тумановская, 2002). Наиболее распространенным типом наводнений в России являются наводнения, связанные с интенсивным таянием снежного покрова. Они приобретают катастрофический характер, если сочетаются с весенними дождями и обильным предзимним увлажнением почвогрунтов. Возможны и зимние наводнения при паводках от таяния снега в период оттепелей. Повторяемость интенсивных наводнений такого типа — примерно раз в 10–25 лет. Зажорные и заторные наводнения (в первом случае — резкое сужение проходного русла из-за накопления льда, во втором — перегораживание водотока льдом) характерны для предгорных и равнинных участков рек. Зажорные подъемы уровней воды в реках, вызванные скоплениями шуги и внутриводного льда, несмотря на зимнее маловодье, могут превышать в некоторые годы уровни весенне-летнего половодья, способствовать образованию в районах с суровым климатом сезонных речных наледей. Таяние наледей на промерзающих малых реках и тая-

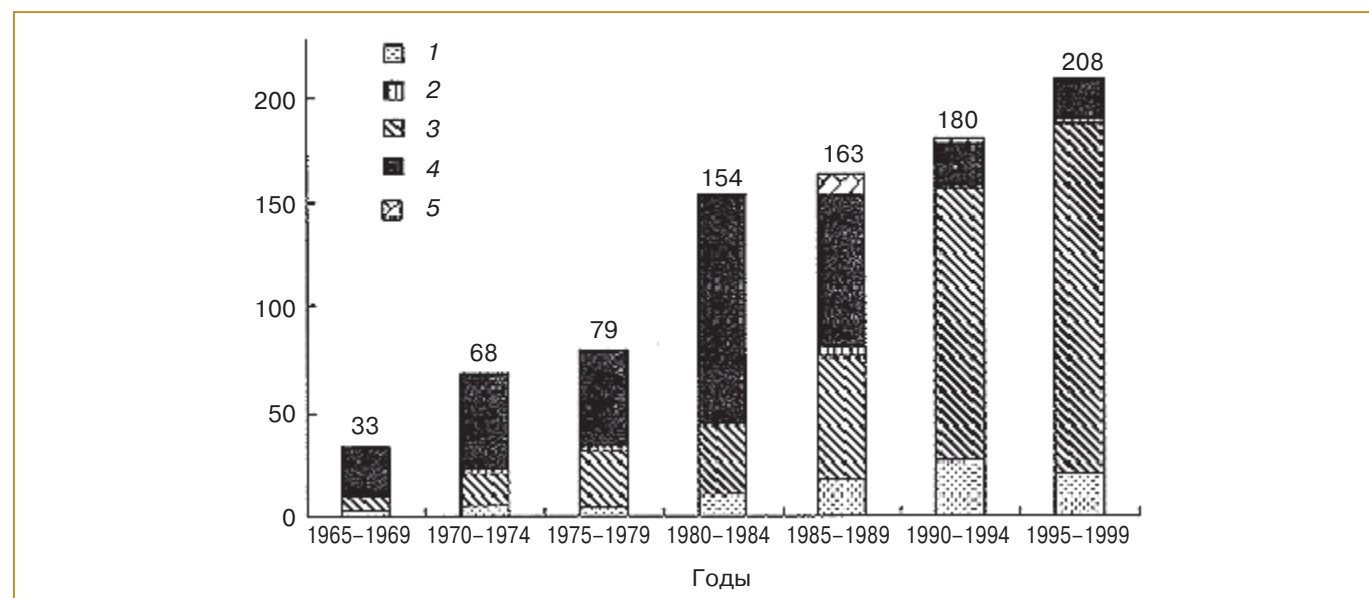


Рис. 2.10.11. Глобальный экономический ущерб (млрд. долл. США) от разных природных катастроф за период 1965–1999 гг. (среднегодовое значение за пятилетние периоды) (Осипов, 2001). 1) от тайфунов и штормов; 2) от землетрясений; 3) от наводнений; 4) от засух; 5) от других природных явлений.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

ние верхнего слоя многолетней мерзлоты при выпадении обильных осадков способствует образованию в этих районах высоких летних половодий.

На реках, текущих на север на ЕТР, и особенно на реках Сибири, опасные наводнения формируются в весенний период из-за заторов льда при вскрытии рек с верховьев (соответственно продвижению фронта снеготаяния). Длина заторов, например на р. Лена, может достигать 50–100 км, подъемы уровней — более 10 м (Малик, 2005). В бассейне р. Лены — от верховьев до дельты и на ее притоках — наблюдаются наибольшие интенсивность и повторяемость катастрофических заторных наводнений.

Опасны также наводнения от заторов и на европейских реках. Так, на р. Северная Двина у г. Архангельск их повторяемость составляет в среднем один раз в 4 года с максимальным подъемом воды до 4 м. Реже бывают они на реках южной части ЕТР, например, на р. Кубань.

Распространены и наводнения, вызванные затяжными дождями и интенсивными ливнями, особенно на Дальнем Востоке, на юге Восточной Сибири, где сказывается влияние тихоокеанских муссонов.

На горных реках (особенно на Кавказе) при затяжных или интенсивных ливневых осадках формируются дождевые паводки, иногда с катастрофическими последствиями, особенно если они сопровождаются прохождением селевых потоков. В приледниковой части высокогорий в летний период формируются паводки запрудно-прорывного типа от переполнения озер тальми водами ледников и снежников, которые тоже иногда приобретают катастрофический и селеопасный характер (Виноградов, 1980; Лурье, 2002).

Нагонные наводнения возникают на морских побережьях при ветрах, дующих с моря, особенно в сочетании с приливами. К районам, терпящим значительный материальный ущерб от нагонных наводнений, относятся устья рек Преголь (район г. Калининград), Дон (район г. Азов), Кубань и др. Но наивысшие нагонные подъемы уровней и их повторяемость наблюдаются в устье р. Нева в пределах г. Санкт-Петербург. Наводнения здесь формируются во все сезоны и месяцы года, но наиболее опасными являются осенние, составляющие 70% общего числа. Наводнения в Санкт-Петербурге считаются катастрофическими, вызывающими затопления в городе, когда уровни воды превышают 210 см над ординаром (над нулем Кронштадского футштока).

Восточные районы страны — Курилы, Камчатка, Сахалин, побережье Тихого океана — подвергаются наводнениям вследствие гигантских морских волн — цунами, движущихся с большой скоростью (100–1000 км/ч) и достигающих у побе-

режья высоты 5–20 м, а иногда 40 м; особенно опасна серия волн цунами, следующих с интервалом в 1 ч и более (Малик, 2005). В этих же районах тайфуны служат причиной нагонных наводнений.

На протяжении XX века тенденции изменения максимальных расходов воды, обуславливающих наводнения, не были одинаковыми на территории России. Результаты анализа многолетних изменений максимальных расходов воды свидетельствуют о том, что климатические условия с середины XX века до начала 1980-х годов способствовали их уменьшению на реках ЕТР, Западной Сибири и Дальнего Востока (Семенов, Коршунов, 2006). Только в максимальном стоке Енисея и Лены наблюдались положительные тенденции. Однако в последние 20 лет XX века и в начале XXI столетия на большей части территории России значения максимального стока стали увеличиваться (Семенов, Коршунов, 2006). Особенно интенсивное повышение максимальных расходов воды характерно для тех районов, в которых увеличивается число дней с большим количеством осадков, в зимний и весенний периоды, например, в Приморье, на Северном Кавказе, в бассейне Тобола, рек Забайкалья. Исключением являются только равнинные реки центральной и западной части ЕТР и севера Дальнего Востока, верхней и средней части бассейна Амура. На верхней и правобережной средней части бассейна Волги потепление приземного климата обусловило более ранние сроки начала и увеличение продолжительности половодья и, как следствие — уменьшение максимальных расходов и уровня воды, частоты опасных наводнений. В еще большей степени это характерно для рек бассейнов Дона и Днепра.

Многие авторы, анализировавшие причины и последствия наводнений на территории России в XX веке и в начале XXI века, отмечают, что в последние годы увеличилась частота опасных наводнений (Хамитов, Борщ, 2005; Борщ, Бузин, 2006; Корытный и др., 2005; Лурье и др., 2005). Как показано в работе (Семенов, Коршунов, 2006), в первые годы XXI века повторяемость высоких и катастрофических наводнений увеличилась по сравнению с последним десятилетием прошлого столетия в среднем на 15%. Заметим, что эта тенденция характерна именно для начала XXI века, поскольку статистика крупных природных катастроф в России в 1990–1999 гг. (Осипов, 2001) такой тенденции не обнаруживает.

Анализ причин и характера опасных наводнений за последние годы свидетельствует об увеличении в некоторых районах их высоты при весенних половодьях снегодождевого происхождения, т. е. обусловленных интенсивным таянием снега, сопровождающимся выпадением жидких осадков. Высокие половодья и дождевые паводки на реках

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Таблица 2.10.5. Количество опасных наводнений за 1991–2005 гг. и их продолжительность в сутках по экономическим районам России (Семенов, Коршунов, 2006)

Экономический район Российской Федерации	Всего наводнений	Число суток с наводнениями	Средняя продолжительность одного наводнения, сутки
Дальневосточный	125	593	4,7
Восточно-Сибирский	67	274	4,1
Западно-Сибирский	68	459	6,8
Уральский	63	402	6,4
Волго-Вятский	14	64	4,6
Поволжский	22	199	9,0
Северо-Кавказский	112	449	4,0
Центральный	18	125	6,9
Центрально-Черноземный	3	33	11,0
Северо-Западный	24	60	2,5
Северный	17	74	4,4
Россия в целом	517	2584	5,0

России по-прежнему являются наиболее частой причиной наводнений (85% всех наводнений за последние 15 лет). Наводнения в результате затопления льда составляют 10%, а ветровых нагонов — 5% общего числа наводнений.

Увеличилась частота дождевых паводков в горах Кавказа и Алтая, где ливневые осадки компенсируют уменьшение талых вод деградирующих ледников и служат причиной локальных наводнений и формирования селевых потоков. По данным (Лурье, 2002) в период 1995–2001 гг. в центральной части Большого Кавказа отмечено массовое прохождение селевых потоков с периодичностью один раз в два-три года. Повысилась в начале XXI века и вероятность катастрофических нагонных наводнений (Померанец, 2005) и наводнений затопленного характера.

Ущерб от наводнений зависит не только от их высоты, но и от продолжительности затопления селитебной или хозяйственно освоенной территории.

Средняя по субъектам Российской Федерации продолжительность одного наводнения была 5 суток, но в Поволжье и в областях Центрально-Черноземной зоны средняя продолжительность стояния уровней высоких вод составляла около 10 суток, а продолжительность отдельных наводнений в некоторых районах превышала 20 суток (Семенов, Коршунов, 2006). Большая суммарная продолжительность наводнений характерна для предгорных районов Кавказа, Алтая, Забайкалья, для рек территории муссонного климата Приморья и Сахалина.

Сведения о количестве наводнений, принесших ущерб экономическим районам России за

1991–2005 гг., об их суммарной и средней суточной продолжительности приведены в табл. 2.10.5.

Из общего числа 517 наводнений с учтенным ущербом за 15 лет (1991–2005 гг.) 46% приходится на территорию двух экономических районов: Дальневосточный — 125 (из них 44 в Приморском крае, 20 в Республике Саха (Якутия)) и Северо-Кавказский — 112 (из них в Краснодарском крае 43, в Дагестане 26, в Чечне 12). Повышенное число наводнений с ущербом было в Западно-Сибирском экономическом районе — 68 (из них в Алтайском крае 31, в Кемеровской области 14), в Восточно-Сибирском — 67 (из них в Красноярском крае 28, в Читинской области 16), в Уральском — 63 (из них в Свердловской области 27, в Курганской 16). В Северо-Западном экономическом районе повышенным числом наводнений выделяется Ленинградская область (14 из 24), в Северном — Архангельская область (10 из 17). Наименьшее количество наводнений было в Центрально-Черноземном экономическом районе — 3 (рис. 2.10.12, 2.10.13).

Ряды данных, на основе которых были построены рис. 2.10.12 и 2.10.13, довольно коротки, что препятствует четкому выявлению тенденций числа наводнений. Вместе с тем на Северном Кавказе (см. рис. 2.10.13) даже в таком коротком ряду данных усматривается тенденция к их увеличению.

По данным 300-летних наблюдений за нагонными наводнениями в устье р. Нева видна долговременная тенденции к увеличению количества и высоты опасных наводнений, которая наиболее четко просматривается, например для Санкт-Петербурга (см. рис. 2.10.14).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

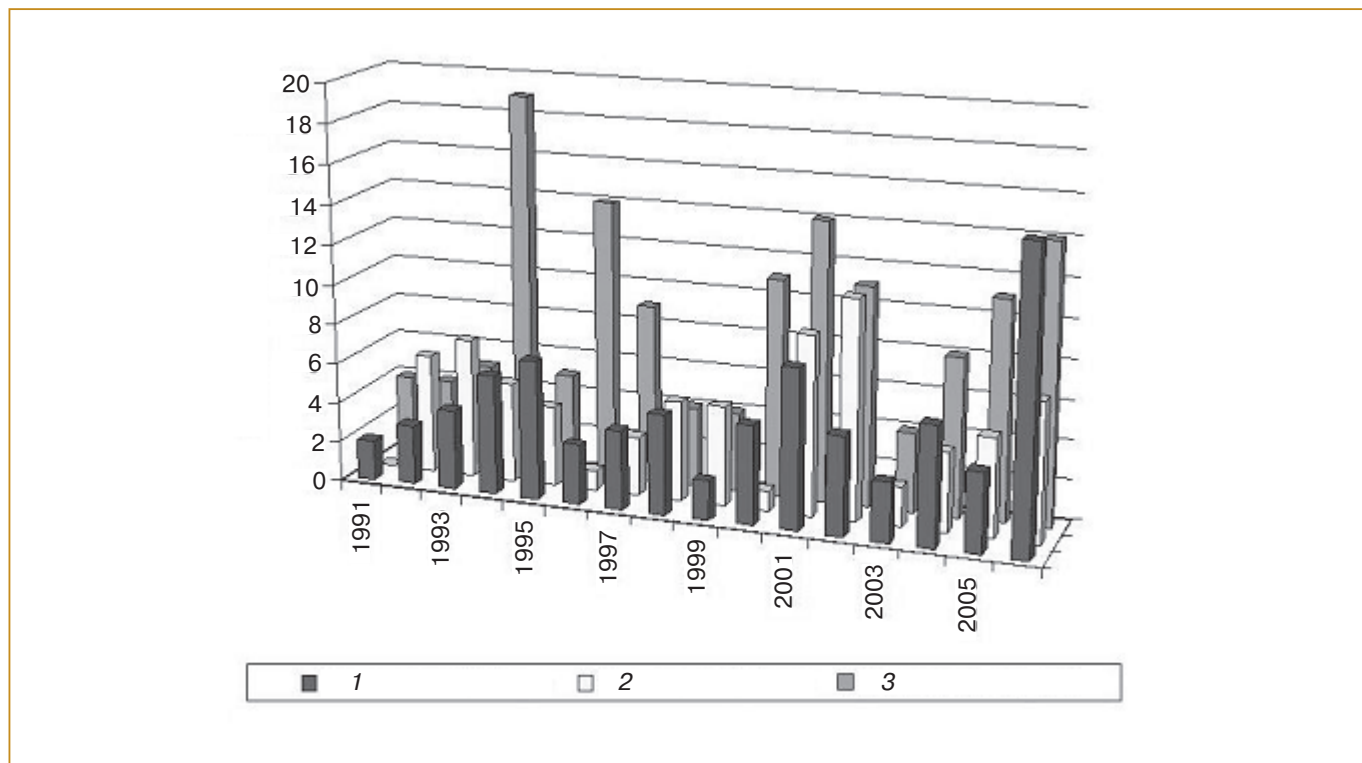


Рис. 2.10.12. Изменение числа опасных наводнений за год на реках Восточной Сибири (1), Западной Сибири (2) и Дальнего Востока (3) в 1991–2006 гг.

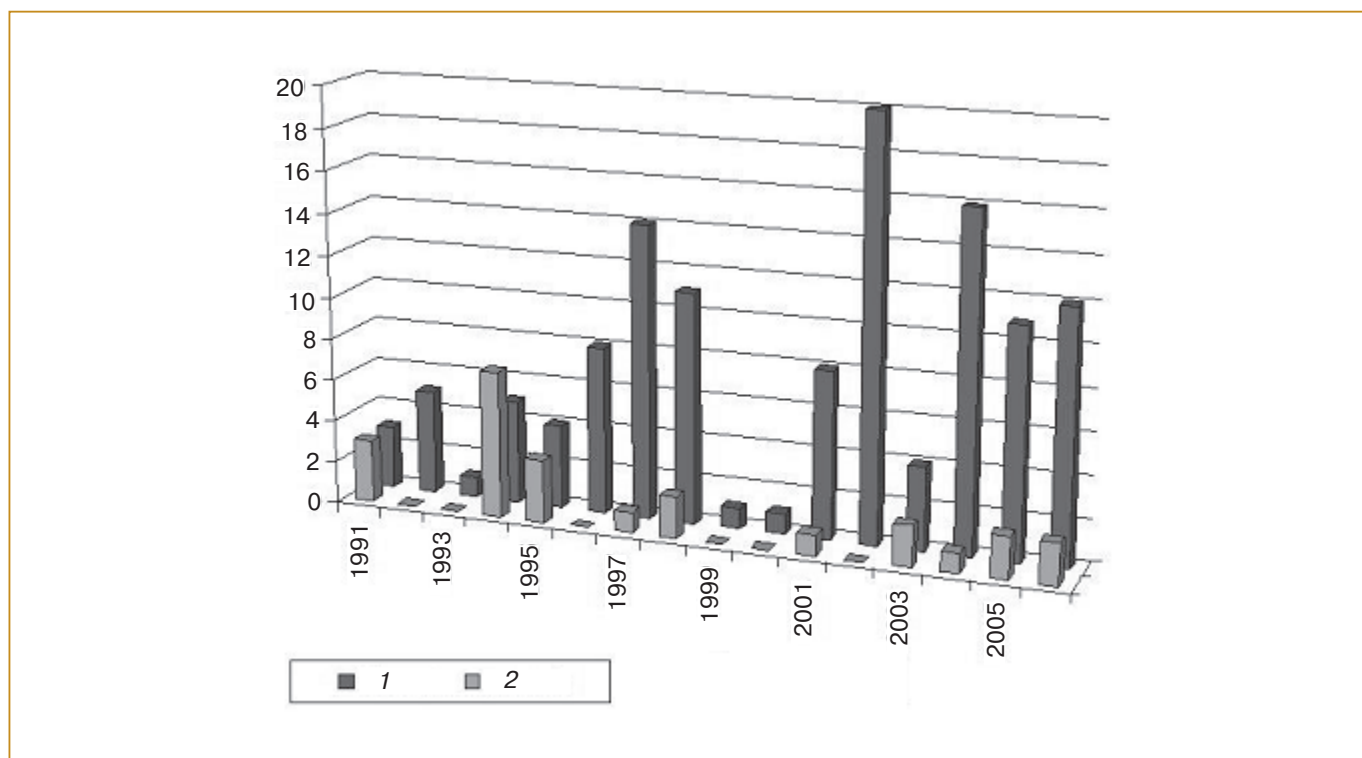


Рис. 2.10.13. Изменение числа опасных наводнений за год на реках Северного Кавказа (1) и Поволжья (2) в 1991–2006 гг.

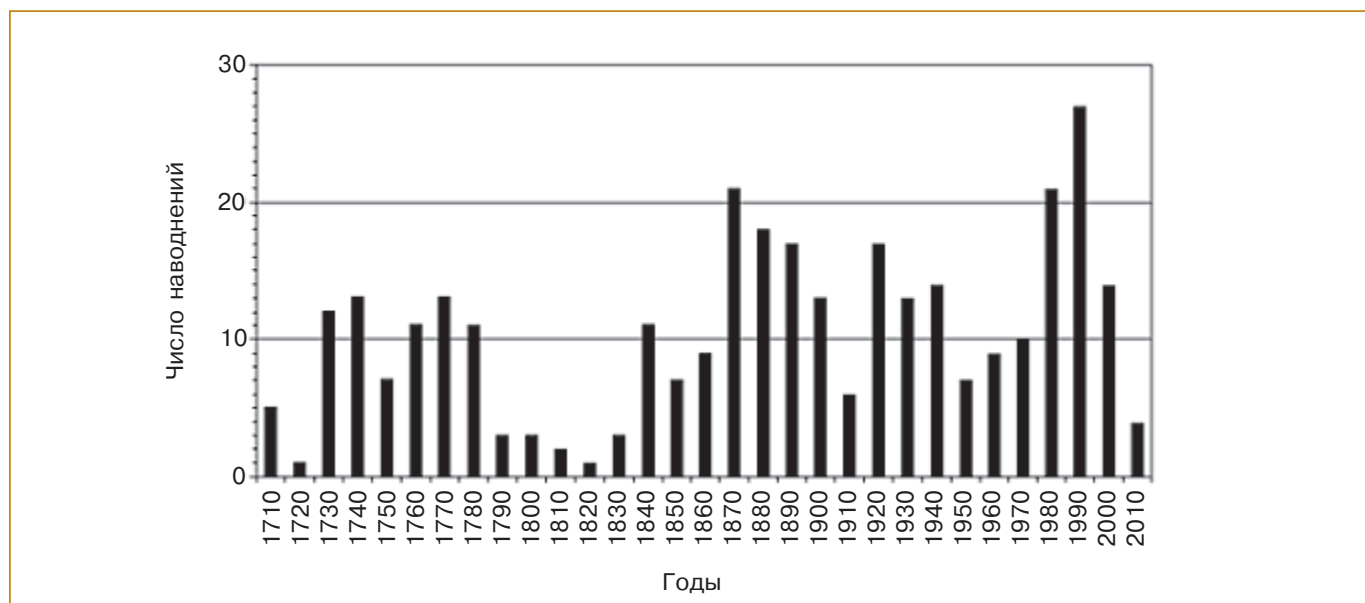


Рис. 2.10.14. Распределение числа наводнений в Санкт-Петербурге за 1703–2002 гг. по десятилетиям (Пясковский и др., 2003).

Классификация наводнений по величине социально-экономического ущерба (с учетом классификации МЧС РФ) на 4 класса — от катастрофических до небольших — предложена в работе (Истомина и др., 2005). В работе (Семенов, Коршунов, 2006) оценено распределение 122 наводнений, наблюдавшихся в России в 1998–2002 гг., по величине социально-экономического ущерба. Основное число — 84 наводнения — отнесено к классу небольших (69% общего числа); к средним отнесено 27 наводнений (22%), к большим — 8 (6,5%) и к катастрофическим — 3 (2,5%). К последним отнесены заторные наводнения на Лене в 1998 и 1999 гг., наводнение вследствие дождевого паводка на Кавказе в 2002 г.

Некоторые природные и антропогенные факторы способны увеличивать ущерб от наводнений. Из современных природно-климатических факторов, усугубляющих неблагоприятные последствия наводнений, следует отметить повышение уровня грунтовых вод на большей части территории России (Ковалевский, Клите, 2003). Повышение опасности наводнений в условиях современного изменения климата связано и с антропогенными факторами. Среди них:

- хозяйственное освоение пойм, являющихся природными регуляторами стока (строительство мостов, дорог, дамб обвалования и т. д.);
- застройка участков ниже плотин, затопление которых предусмотрено проектами гидроузлов в годы с половодьями и паводками малой обеспеченности;
- несоблюдение требований поддержания хорошего состояния оросительных и осушитель-

ных систем после проведения ирригационных мероприятий;

- наличие большого количества глухих плотин на малых реках, размываемых при высоких половодьях и паводках.

Следует отметить, что обострение проблемы наводнений в России непосредственно связано также с прогрессирующим старением основных фондов водного хозяйства вследствие постоянного уменьшения объемов капиталовложений в водную отрасль, с авариями на гидротехнических сооружениях. Основными причинами аварий на гидротехнических сооружениях являются их неудовлетворительное техническое состояние и низкий технический уровень эксплуатации, дефекты при строительстве, неправильная оценка гидрологической обстановки при пропуске половодий и паводков, ошибки при проектировании. В результате, как показывают статистические данные, аварийность на гидротехнических сооружениях в России в 2,5 раза превышает среднемировую показатель.

Среднегодовой ежегодный ущерб от наводнений в России оценивается в 41,6 млрд. руб. (в ценах 2001 г.), в том числе в бассейнах рек Волга — 9,4 млрд., Амур — 6,7 млрд., Обь — 4,4 млрд., Терек — 3,6 млрд., Дон — 2,6 млрд., Кубань — 2,1 млрд., Лена — 1,2 млрд., в бассейне оз. Байкал — 0,9 млрд., в бассейнах прочих рек — 10,7 млрд.; в последние годы отмечается увеличение ущерба от наводнений в России (Национальный доклад на Всемирной конференции по уменьшению опасности бедствий, 2005).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

Наводнения оказывают существенное и неоднозначное влияние на природную среду. Их экологические последствия определяются интенсивностью и продолжительностью наводнений, глубиной затопления речной поймы и прилегающих пониженных участков. Они проявляются в изменении химического состава и ухудшении качества воды, в нарушении состояния почвенного и растительного покрова, среды обитания животного мира (Истомина и др., 2005).

Изменение химического состава и ухудшение качества воды происходит в результате водной эрозии почвенного покрова на водосборе (продукты смыва) и эрозии русла реки (продукты размыва). В период наводнений возрастает вынос органических веществ и биогенных элементов с водосборной площади, снижается содержание главных ионов. Качество воды ухудшается в результате роста в ней концентраций тяжелых металлов, пестицидов и других загрязняющих веществ в зависимости от антропогенной нагрузки на водосборную площадь: наличия селитебных площадей, агроландшафтов, трубопроводов нефти и продуктов ее переработки и др. (Воробьев и др., 2003). При катастрофических и сильных наводнениях выносятся значительное количество продуктов размыва и происходят активные русловые деформации.

На территориях речных пойм наводнения могут иметь как положительные, так и отрицательные последствия. При продолжительности стояния воды до 20–25 дней и мощности аллювиальных отложений до 0,7 см плодородие пойменных почв возрастает за счет повышенного содержания в отложениях мелких фракций, запасов в них питательных веществ, благоприятных химических свойств и минералогического состава (Воронова, 1980). А катастрофические наводнения сопровождаются водной эрозией пойм и потерей части плодородного гумусового слоя эродированных почв, снижением запасов подвижных форм азота, фосфора и калия (Корляков и др., 2002).

Изменения состояния растительного покрова при наводнениях зависят от сроков и глубины затопления, уровня грунтовых вод, температуры поймы, мощности и состава аллювиальных отложений. Реакция растений определяется их видовыми особенностями. Так, затопление поймы в течение 10–20 дней не нарушает развития луговой растительности, а хорошее увлажнение почвы способствует быстрому ее росту в послепаводковый период. Однако более продолжительное затопление приводит к угнетению их роста и развития (Воронова, 1980; Хитрово, 1957).

2.10.5. Селевая и лавинная опасность на Большом Кавказе

2.10.5.1. Сели

На северном склоне Большого Кавказа повсеместно отмечаются селевые потоки. Там насчитывается более 1700 селевых бассейнов общей площадью около 7000 км². Средняя их площадь составляет 4,0 км² при минимальной 0,20 км² и максимальной 173,8 км². Кроме того, в регионе имеется много речных русел, в которых непосредственно формируются селевые паводки. Общая их протяженность более 3000 км (Волобуева и др., 2003).

По происхождению различаются следующие категории селей: дождевые, гляциальные, гляциально-дождевые, от снеготаяния, от снеготаяния с дождем и от прорыва естественных запруд. Повсеместно преобладают дождевые сели, составляющие в регионе 84%. Сели других категорий составляют всего 16%. Из них на гляциально-дождевые приходится 10%, которые наиболее широко распространены в центральном районе (Ильичев и др., 2003).

В последние два десятилетия в рассматриваемом регионе отмечено усиление селевой деятельности. За 1983–2003 гг. здесь зарегистрировано прохождение около 680 селевых потоков. В отдельные годы их отмечалось 40–60, а в 2002 г. — 183. Объем отдельных селей превышал 1,0 млн. м³. В эти годы прошли селевые потоки редкой повторяемости. Так, в долине р. Цеядон (бассейн р. Терек) отмечено два селевых потока объемом в 1,0–2,0 млн. м³, прохождение которых не отмечалось более 100 лет (снесен сосновый лес возрастом 100–120 лет). На небольшой реке Герхожансу за 1995–2001 гг. селевые потоки проходили трижды, при этом впервые за 70 лет в июле 2000 г. в течение 8 дней прошло 5 селевых потоков с общим объемом около 5,0 млн. м³. Все эти сели были гляциальными и образовались в одном очаге.

Причиной усиления селевой активности на Большом Кавказе в последние 20 лет является существенное изменение климата (Панов и др., 2001). В последние десятилетия в рассматриваемом регионе происходит, как и во многих других регионах России, изменение температуры воздуха и суммы атмосферных осадков. За последние 50 лет среднегодовая температура повысилась на 0,1–0,4°C, а сумма атмосферных осадков увеличилась на 8–20% (Абшаев и др., 2003; Лурье и др., 2005). При этом толщина снежного покрова увеличивалась в последние десятилетия с трендом 0,417 см/год в горах и 0,003 см/год в предгорьях Большого Кавказа (Китаев и др., 2003).

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

2.10.5.2. Лавины

В Северо-Кавказском регионе лавинной опасности подвергаются 45 участков автомобильных дорог общей протяженностью более 1000 км. Лавины угрожают 36 населенным пунктам и 25 спортивно-оздоровительным комплексам, расположенным в 6 субъектах Российской Федерации.

В регионе сосредоточено более восьми тысяч лавинных очагов. В течение лавиноопасного периода календарного года сходят более 400 снежных лавин, причем более половины — из одних и тех же очагов ежегодно по несколько раз; при этом из других очагов лавины сходят один раз в 2–3 года, а из некоторых один раз в 30–50 лет, а то и в 50–100 лет (Залиханов, 1981; Лурье, Панов, 2006).

Максимальные объемы зарегистрированных сошедших лавин составляли в бассейне р. Уллукам — 1100 тыс. м³, р. Теберда — 1500 тыс. м³, р. Малый Зеленчук — 900 тыс. м³, р. Большой Зеленчук — 1400 тыс. м³ и р. Большая Лаба — 1000 тыс. м³. В целом преобладают лавины небольших размеров с объемом менее 10 тыс. м³. Они составляют около 70% общего числа всех сходящих лавин; на лавины с объемом в 10–100 тыс. м³ приходится 28%, а на лавины объемом более 100 тыс. м³ — около 2%. Продолжительность лавиноопасного периода, число очагов, объем и повторяемость схода лавин по территории распространены неравномерно.

В XX веке — начале XXI века на рассматриваемой территории происходят изменения климата, которые потенциально могут способствовать усилению лавинной опасности. Так, за последние 40–50 лет повсеместно тренд среднегодовой температуры воздуха положителен (хотя по абсолютной величине он и невелик). При этом более значительное повышение температуры отмечалось в теплый период. Тренд суммы атмосферных осадков положителен, причем как в целом за год, так и за теплый и холодный периоды. Наиболее значительное увеличение количества атмосферных осадков произошло в высокогорной зоне (Абшаев, и др., 2003; Панов, 2000; Лурье и др., 2005).

Неопределенность оценки трендов изменений последствий экстремальных метеорологических явлений обусловлена недостаточной длиной однородных временных рядов их характеристик, пропусками данных в рядах, а также разным методологическим подходом к определению характерных показателей и критериев оценок последствий.

2.10.6. Литература

Абшаев М. Т., Малкарова А. М., Борисова Н. В., 2003. О тенденции изменения климата на Северном Кавказе, Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата, Москва,

Россия, 29 сентября — 3 октября 2003 г., М., ИГКЭ, с. 365–366.

Авакян А. Б., Истомина М. Н., 2000. Наводнения в мире в последние годы XX в., Водные ресурсы, т. 27, № 5, с. 469–475.

Авакян А. Б., Полошкин А. А., 1989. Влияние наводнений на жизнь общества и защита от них, Известия АН СССР, сер. геогр., № 2, с. 41–54.

Бедрицкий А. И., Коршунов А. А., Коршунова Н. Н., Ламанов В. И., Шаймарданов М. З., 2001. Опасные гидрометеорологические явления, вызываемые ветром, и их влияние на экономику России, Метеорология и гидрология, № 9, с. 5–16.

Бедрицкий А. И., Коршунов А. А., Хандожко Л. А., Шаймарданов М. З., 2004. Климатическая система и обеспечение гидрометеорологической безопасности жизнедеятельности России, Метеорология и гидрология, № 4, с. 120–129.

Борщ С. В., Бузин В. А., 2006. Прогноз экстремальных гидрологических характеристик для систем предупреждения об опасных гидрологических явлениях, Тезисы пленарных докладов Международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности, М., 14 с.

Виноградов Ю. Б., 1980. Этюды о селевых потоках, Л., Гидрометеиздат, 143 с.

Волбуева Л. Л., Заруднев В. М., Лурье П. М., 2003. Условия формирования селевых потоков. Селеопасные районы Северного Кавказа, Труды Всероссийской конференции по селям, Нальчик, ВГИ, с. 93–98.

Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И., 2003. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы, М., ООО “ДЭКС-ПРЕСС”, 352 с.

Воронова Е. П., 1980. Экологические особенности использования пойменных ландшафтов. Экология и земледелие, М., Наука, с. 96–106.

Доброумов Б. М., Тумановская С. М., 2002. Наводнения на реках России: их формирование и районирование, Метеорология и гидрология, № 12, с. 70–78.

Думнов А. Д., Максимов Ю. И., Рощупкина Ю. В., Аксенова О. А., 2005. Лесные пожары в Российской Федерации (статистический справочник), под ред. А. Д. Думнова, Н. Г. Рыбальского, М., НИИ-Природа, 229 с.

Задонина Н. В., Саньков В. А., Леви К. Г., 2004. Современная геодинамика и гелиогеодинамика. Природные катастрофы и организация превентивных мероприятий при чрезвычайных ситуациях, кн. IV, Иркутск, Иркутский государственный технический университет, 85 с.

Залиханов М. Ч., 1981. Снежно-лавинный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа, Ростов-на-Дону, Изд-во РГУ, 374 с.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ В XX В.

- Зоидзе Е. К., 2004.** Об одном подходе к исследованию неблагоприятных агроклиматических явлений в условиях изменения климата в Российской Федерации, *Метеорология и гидрология*, № 1, с. 96–105.
- Зоидзе Е. К., Хомякова Г. В., 2006.** Моделирование формирования влагообеспеченности территории Европейской России в современных условиях и основы оценки агроклиматической безопасности, *Метеорология и гидрология*, № 2, с. 98–105.
- Ильичев Ю. Г., Лурье П. М., Панов В. Д., 2003.** Гляциальные сели северного склона Большого Кавказа, Труды Всероссийской конференции по селям, Нальчик, ВГИ, с. 120–121.
- Истомина М. Н., Кочарян А. Г., Лебедева И. П., 2005.** Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия, *Водные ресурсы*, т. 32, № 4, с. 389–398.
- Китаев Л. М., Володичева Н. А., Кренке А. Н., Олейников А. Д., 2003.** Экстремальные особенности снегонакопления горных и предгорных областей (на примере Большого Кавказа), Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата, Москва, Россия, 29 сентября — 3 октября 2003 г., М., ИГКЭ, с. 529.
- Ковалевский В. С., Клиге Р. К., 2003.** Изменение гидрогеологических условий под влиянием глобального потепления, *Вестник МГУ, сер. 5, география*, № 3, с. 10–17.
- Корляков А. С., Ознобихин В. И., Зверева М. А., 2002.** Рекомендации по оценке ущербов от эрозии и потерь плодородия почв в долинах рек при наводнениях, Владивосток, Изд-во ДВО РАН, 42 с.
- Коровин Г. Н., Зукерт Н. В.,** Влияние климатических изменений на лесные пожары в России, http://www.rusrec.ru/kyoto/articles/art_climate_forest.htm.
- Коровин Г. Н., Исаев А. С., 1998.** Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России, *Лесной бюллетень*, № 8–9.
- Корытный Л. М., Гарцман Б. И., Кичигина Н. В., Губарева Т. С., 2005.** Дождевые наводнения на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири, Тезисы докладов научной конференции “Экстремальные гидрологические явления: Новые концепции для практики”, Новосибирск, с. 50.
- Лурье П. М., 2002.** Водные ресурсы и водный баланс Кавказа, СПб, Гидрометеиздат, 506 с.
- Лурье П. М., Панов В. Д., Ткаченко Ю. Ю., 2005.** Река Кубань: гидрография и режим стока, СПб, Гидрометеиздат, 498 с.
- Лурье П. М., Панов В. Д., 2006.** Изменение деятельности снежных лавин на северном склоне Большого Кавказа в связи с климатическими условиями, *Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества*, Приложение 1, с. 47–54.
- Малик Л. К., 2005.** Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблемы безопасности, М., Наука, 354 с.
- Национальный доклад на Всемирной конференции по уменьшению опасности бедствий, 2005.** Кобе, Япония, 18–22 января 2005 г.
- Оганесян В. В., 2004.** Изменения климата Москвы с 1879 по 2002 г. в значениях экстремумов температуры и осадков, *Метеорология и гидрология*, № 9, с. 31–37.
- Осипов В. И., 2001.** Природные катастрофы на рубеже XXI века, *Вестник РАН*, т. 71, № 4, с. 291–302.
- Отчет Всемирного банка на Международном семинаре “Оценка экономической эффективности гидрометеорологического обеспечения” 20–21 ноября 2003 г., М.**
- Панов В. Д., 2000.** Климатические условия и экологическое состояние горной зоны Карачаево-Черкесской Республики, в сб.: Оценка экономического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа, вып. 3, Ставрополь, Кавказский край, с. 53–62.
- Панов В. Д., Лурье П. М., Заруднев В. М., 2001.** Селевые потоки в бассейне р. Герхожансу (Северный Кавказ) в июле 2000 г., *Метеорология и гидрология*, № 1, с. 89–97.
- Померанец К. С., 2005.** Три века петербургских наводнений, СПб, Искусство, 213 с.
- Пясковский Р. В., Померанец К. С., Чернышева Е. С., 2003.** Повторяемость наводнений в Петербурге, *Природа*, № 9.
- Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2004.** Статистический сборник, М., Росстат, 478 с.
- Семенов В. А., Коршунов А. А., 2006.** Наводнения на реках России в конце XX и начале XXI столетий, *Вопросы географии и геоэкологии*, вып. 5, Калуга, с. 6–12.
- Страшная А. И., Богомолова Н. А., 2005.** О каталоге сильных почвенных засух под ранними яровыми зерновыми культурами в Черноземной зоне России, Труды Гидрометцентра России, вып. 340, с. 35–47.
- Тренин В. А., 2006.** Анализ состояния прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений и перспективы совершенствования этой деятельности в связи с модернизацией Росгидромета, в сб.: Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций, М., с. 25–33.
- Уланова Е. С., 1988а.** Засухи в СССР и их влияние на производство зерна, *Метеорология и гидрология*, № 7, с. 127–134.

- Уланова Е. С., 19886.** Методы оценки агрометеорологических условий и прогнозов урожайности зерновых культур, Л., Гидрометеиздат, 336 с.
- Уланова Е. С., Страшная А. И., 2000.** Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур, Труды ВНИИСХМ, вып. 33, с. 64–83.
- Хамитов Р. З., Борщ С. В., 2005.** Экстремальные наводнения в России и связанные с ними проблемы прогнозирования и управления, Тезисы докладов научной конференции “Экстремальные гидрологические явления: Новые концепции для практики”, Новосибирск, 51 с.
- Хандожко Л. А., 1988.** Региональные синоптические процессы, Л., Изд-во ЛГМИ, 103 с.
- Хитрово О. В., 1957.** Влияние затопления весенними полыми водами на повышение продуктивности пойменных лугов (на примере поймы реки Яхромы), Труды ВНИИГМИ, т. 29, с. 191–206.
- Хомякова Г. В., Зойдзе Е. К., 2002.** Агроклиматическая оценка почвенных засух на европейской территории Российской Федерации (по наземным данным), Метеорология и гидрология, № 9, с. 75–86.
- Чеботарев А. И., 1978.** Гидрологический словарь, Л., Гидрометеиздат, 308 с.
- Шерстюков Б. Г., 2003.** Метеорологические факторы горимости леса, засушливости погоды во второй половине XX века и экстремальные условия 2002 года в Московском регионе. Анализ климатической изменчивости и оценки возможных изменений климата, Труды ВНИИГМИ-МЦД, вып. 171, с. 79–88.
- Шерстюков Б. Г., Шерстюков А. Б., 2007.** Климатические условия потенциальной горимости леса в России в XX и XXI веках, Труды ГУ ВНИИГМИ-МЦД, вып. 173, с. 137–151.
- Adams D. K. and Comrie A. C., 1997.** The north American monsoon, Bull. Amer. Meteorol. Soc., vol. 78, No. 10 (October 1997), pp. 2197–2213.
- Changnon D. and Changnon S. A., 1997.** Surrogate data to estimate crop-hail loss, J. Appl. Meteorol., vol. 36, No. 9 (September 1997), pp. 1202–1210.
- Changnon S. A., Changnon D., Fosse E. R., Hoganson D. C., Roth R. J. Sr., and Totsch J., 1997.** Effects of recent weather extremes on the insurance industry: Major implications for the atmospheric sciences, Bull. Amer. Meteorol. Soc., vol. 78, No. 3 (March 1997), pp. 425–435.
- Chen Tsing-Chang, Yen Ming-Cheng, and Schubert S., 1996.** Hydrologic processes associated with cyclone systems over the United States, Bull. Amer. Meteorol. Soc., vol. 77, No. 7 (July 1996), pp. 1557–1567.
- Golden J. H. and Bluestein H. B., 1994.** The NOAA-National Geographic Society Waterspout Expedition (1993), Bull. Amer. Meteorol. Soc., vol. 75, No. 12 (December 1994), pp. 2281–2288.
- Kutiel H. and Maheras P., 1998.** Variation in the temperature regime across the Mediterranean during the last century and their relationship with circulation indices, Theor. and Appl. Climatology, vol. 61, pp. 39–53.
- Maglaras G. J., Waldstreicher J. S., Kocin P. J., Gigi A. F., and Marine R. A., 1995.** Winter weather forecasting throughout the Eastern United States. Part I: An overview, Weather and Forecasting, vol. 10, No. 1 (March 1995), pp. 5–20.
- Meyers M. P. and Cotton W. R., 1992.** Evaluation of the potential for wintertime quantitative precipitation forecasting over mountainous terrain with an explicit cloud model. Part I: Two-dimensional sensitivity experiments, J. Appl. Meteorol., vol. 31, No. 1 (January 1992), pp. 26–50.
- Parish T. R., Wang Y., and Bromwich D. H., 1997.** Forcing of the austral autumn surface pressure change over the Antarctic continent, J. Atmos. Sci., vol. 54, No. 11 (June 1997), pp. 1410–1422.
- Pielke R. A., Jr., 1997.** Asking the right questions: Atmospheric sciences research and societal needs, Bull. Amer. Meteorol. Soc., vol. 78, No. 2 (February 1997), pp. 255–255.
- Pielke R. A., Changnon S. A., and Changnon D., 2000.** Human factors explain the increased losses from weather and climate extremes, Bull. Amer. Meteorol. Soc., vol. 81, No. 3, pp. 413–416.
- World Meteorological Organization, 1994.** Conference on the Economic Benefits of Meteorological and Hydrological Services, Geneva, 19–23 September 1994, WMO-TD 630, Geneva.