

ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРИРОДНОГО РИСКА (НА ПРИМЕРЕ ЮГА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Оценка экологических рисков при освоении инвестиционно-привлекательных территорий» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (мероприятие № 1.2.1 «Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук» по направлению «География и гидрология суши»).

Работа посвящена изучению опасных метеорологических явлений, наносящих социальный и экономический ущерб, а также являющихся источником природно-техногенных бедствий и катастроф. Более детально рассмотрены сильные ветры и дожди, приводящие к негативным последствиям. Приводится ряд примеров экстремальных явлений, произошедших на юге Томской области за последние десятилетия (1967–2010 гг.). Около 70–85% опасных явлений погоды приходится на вегетационный период (апрель–октябрь) года. В условиях наблюдающегося изменения климата немаловажное значение приобретает мониторинг опасных явлений погоды как одна из важнейших его характеристик.

Ключевые слова: опасные явления погоды; ливни; ветры.

Непременным условием устойчивого развития общества является безопасность человека и окружающей среды, их защищенность от воздействия техногенных, природных и социальных факторов. Только опасных природных явлений на территории России наблюдается более 30 видов [1], но 50–70% от общего ущерба всех опасных природных явлений приходится на опасные явления погоды, которые являются основным источником природно-техногенных бедствий и катастроф [2, 3].

По оценке Всемирного банка реконструкции и развития, ежегодный ущерб от воздействия опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) на территории России составляет 30–60 млрд руб. [3].

Общее число ОЯ и комплексов неблагоприятных явлений (КНЯ), включая гидрологические и агрометеорологические, в 2010 г. составило 972. Это на 5% больше, чем в 2009 г., когда их было 923, но на 11% меньше, чем в 2008 г., когда их было 1 090. Метеорологические ОЯ от общего количества ОЯ в 2010 г. составили около 50% (511 случаев) [4]. В настоящее время установлено, что в России, как и в мире, растет число

опасных метеорологических явлений, увеличиваясь ежегодно на 6,3–7% [3, 4].

Как видно из табл. 1, наиболее часто повторяющиеся ОЯ связаны с ветрами штормовой и ураганной силы (24,5%), КНЯ (20,7%), очень сильными осадками – дождями, ливнями, снегом – (15,3%), агрометеорологическими явлениями – заморозками, засухой, суховеями – (12,7%), аномально теплой и жаркой погодой (11%), аномально холодной и морозной погодой (10,6%) и другими явлениями (5,2%).

Из всех федеральных округов наибольшее число ОЯ наблюдается в Сибирском федеральном округе (табл. 1). Не является исключением и Томская область, на территории которой главную опасность для населения и окружающей среды представляют чрезвычайные ситуации техногенного характера, наводнения, лесные пожары [5]. Детальный же анализ опасных метеорологических явлений – ветров, ливней, высоких и низких температур и т.п. – отсутствует. В связи с этим изучение ОЯ очень актуально для южных районов Томской области, где сосредоточены более 70% населения региона и основные промышленные объекты.

Таблица 1

Распределение метеорологических ОЯ за 2010 г. по территории федеральных округов [4]

№ п/п	Явление	Федеральные округа								Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФФО	
1	Ветер	12	9	16	10	7	11	46	11	122
2	Сильные осадки	6	6	5	14	18	4	17	32	102
3	Метель	2	0	0	0	0	5	14	16	37
4	Пыльная буря	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Смерч	0	0	1	4	0	0	0	0	5
6	Мороз	1	1	3	0	0	11	12	3	31
7	Аномально холодная погода	9	4	5	1	0	11	10	0	40
8	Жара	5	8	7	7	4	10	7	4	52
9	Аномально теплая погода	2	7	9	0	0	0	2	1	21
10	Град	0	2	0	2	3	1	3	0	11
11	Гололедные явления	1	2	4	5	2	0	4	0	18
12	Налипание мокрого снега	0	0	0	2	1	1	2	3	9
13	Заморозки	8	10	16	2	0	15	21	3	74
14	Туман	0	3	4	0	0	0	1	0	88
19	КНЯ	8	19	13	13	10	9	45	21	138
ВСЕГО ЗА 2010 г.		54	71	83	60	45	78	184	93	668
ВСЕГО ЗА 2009 г.		24	37	64	65		37	144	74	445

Согласно п. 2.3 Постановления Администрации Томской области № 123а от 17.08.2007 г. [6] в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 21.05.2007 г. «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», определены критерии опасных метеорологических явлений, создающих чрезвычайные ситуации на территории Томской области:

- шторм со скоростью ветра (включая порывы) 24,5–32,6 м/с, производящий значительные разрушения и ломающий стволы деревьев;

- ураган со скоростью ветра (включая порывы) свыше 33 м/с, производящий катастрофические разрушения и вырывающий деревья с корнем;

- очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом) с количеством осадков 50 мм и более за 12 ч и менее;

- сильный ливень с количеством осадков 30 мм и более за 1 ч и менее;

- продолжительные сильные дожди с количеством осадков 100 мм и более за период более 12 ч, но менее 48 ч.

Многочисленными исследованиями установлено, что чрезвычайные ситуации могут создавать осадки и ветры меньших градаций, вызывая так называемые погодные риски, под которыми понимается вероятность наступления нежелательных событий, связанных с метеорологическими явлениями. В данной работе рассмотрены два вида ОЯ, наблюдающиеся на юге Томской области и приносящие наибольший ущерб, – сильные ветры и осадки.

Сильные (бурные) ветры, имеющие скорость 15 м/с и более (7 баллов по шкале Бофорта) – одно из наиболее часто повторяющихся ОЯ на юго-востоке Западной Сибири. Их доля от общего количества ОЯ колеблется по годам от 30 до 53% [3, 7]. В.И. Слущим [8] установлено, что наиболее частыми и продолжительными бывают сильные ветры в долине р. Оби и южных районах Томской области (рис. 1). В последние годы увеличилось количество исследований сильных ветров в Томской области [9, 10] ввиду того, что такие ветры вызывают дефляцию почв, вплоть до пыльных бурь, приводят к обрывам ЛЭП и повреждению зданий, мешают работе авиации.

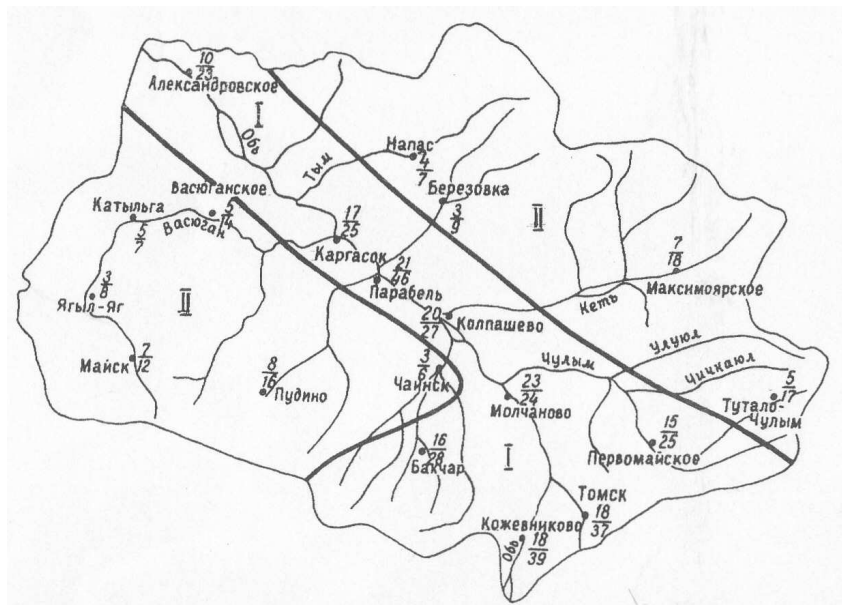


Рис. 1. Расчетно-ветровое районирование Томской области [8]. Условные обозначения: в числителе – среднегодовое число бурь, в знаменателе – продолжительность бурь, возможная один раз в 5 лет

Анализ данных (см. рис. 1, табл. 2 и 3) позволяет сделать вывод о том, что бурные ветры случаются ежегодно на территории области, а их количество увеличилось за последние 30–35 лет примерно на 30%. Расчеты других авторов [11] также свидетельствуют о том, что в 1981–2000 гг. по сравнению с 1961–1980 гг. число дней с

сильными ветрами возросло в 2,5 раза. Анализ данных за 2005–2009 гг. по межгодовой повторяемости сильного ветра в г. Томске показывает, что она сильно изменяется по годам и может различаться в 3,5 раза: от 14 случаев в 2005 г. до 48 в 2008 г. и 50 в 2007 г.; всего таких случаев за указанный период зафиксировано 171 [10].

Таблица 2
Статистика бурных ветров на юге Томской области [9]

Метеостанция	Среднее число дней с бурным ветром	Среднее число бурь	Расчетная средняя непрерывная повторяемость, ч	Максимальная продолжительность, ч
Томск	21	18	7,3	58
Кожевниково	21	18	8,0	65
Молчаново	24	23	5,2	32
Первомайское	15	15	5,6	34

В продолжительности бурных ветров хорошо выражен сезонный ход: два максимума в переходные сезоны и два минимума летом и зимой. Так, непрерывная продолжительность бурь при среднемноголетнем значении в Томске 7,3 ч (табл. 2) варьирует от 4,6 ч летом до 6,5–9,0 ч осенью, зимой и весной [9].

Более детальные исследования по естественным сезонам годового цикла показали, что в фазу «послезимье» создаются чрезвычайно благоприятные условия для развития ветровой эрозии вследствие контраста

дневной и ночной температур, низкой относительной влажности воздуха, слабого увлажнения фазы и высоких скоростей ветра. Повторяемость случаев со скоростью ветра эрозионноопасных градаций (выше 6 м/с) составляет в фазы «послезимье», а также «предлетье» и «умеренно-прохладное лето» более 50% [12]. Эти же фазы отличаются возможностью появления бурных ветров. При среднем незначительном их количестве в отдельные годы повторяемость увеличивалась в 3–13 раз (табл. 3).

Таблица 3

Количество случаев с бурными ветрами по фазам вегетационной части годового цикла [12]

Метеостанция	Количество дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с за фазу					
	«Послезимье» (среднемноголетние даты начала и конца фазы – с 14 апреля по 24 апреля)		«Предлетье» (25 апреля – 21 мая)		«Умеренно-прохладное лето» (22 мая – 11 июня)	
	среднее	максимальное, год	среднее	максимальное, год	среднее	максимальное, год
Бакчар	0,8	3 (1969, 1985)	2,3	16 (1981)	1,9	7 (1990)
Первомайское	0,6	5 (1993)	1,6	8 (1976)	1,1	8 (1990)
Томск	0,5	3 (1993)	0,8	6 (1971)	0,5	5 (1970)
Кожевниково	0,3	4 (1993)	1,2	4 (1968, 1980)	1,6	7 (1970, 1980)

При возведении различных сооружений необходимо учитывать не только статическую, но и динамическую части ветровых нагрузок [13], т.е. принимать во внимание эффект воздействия порывов ветра. Коэффициент порывистости – это отношение максимального порыва ветра за интервал Δt к средней скорости ветра, осредненной за этот интервал. Методика сетевых метеорологических наблюдений с использованием М-63 предлагает измерение средней за 10 минут скорости ветра и максимального порыва за последующие 2 ми-

нуты [9]. Порывы ветра фиксируются при средней скорости 5 м/с, если они превышают ее на 5 м/с [14].

Было проведено исследование режима порывистого ветра [14] по данным авиаметрической станции аэропорта Томск (Богашево) за период 1996–2003 гг., в ходе которого установлено среднее число дней с порывистым ветром (41,3) и максимальное значение за год – (55). Анализ зависимости частоты порывов ветра от его средней скорости показал, что она выше при средней скорости 7–10 м/с (табл. 4).

Таблица 4

Повторяемость порывов при различной скорости ветра [14]

Скорость ветра, м/с	5–6	7–8	9–10	11–12	13–14	15–16	17–18
Повторяемость порывов, %	7,8	36,7	38,4	12,1	2,6	1,1	1,5

Непрерывная продолжительность порывов ветра в 60–80% случаев не превышает одного часа, но в зимний и переходные сезоны года она может быть 10 ч и более. В годовом ходе абсолютная повторяемость порывистого ветра максимальна в зимний период и минимальна летом.

В зимнее время порывы ветра активно формируют поземки или сопровождаются метелями и снегопадами. Весной нами неоднократно проводились наблюдения анемометром АРИ-49 за порывами ветра в полевых условиях. Так, на пашне вблизи с. Лучаново (Томский район) 31 марта 1989 г. на высоте 1 м от поверхности почвы были зафиксированы порывы ветра 21–25 м/с при средних значениях скорости 3–5 м/с. Во время порывов происходит сдувание снега с возвышенных участков пашни и наветренных склонов, а затем – отрыв мерзлых комочков почвы диаметром до 3–4 мм с обнаженных гребней пашни и перенос их на различные расстояния. На снеге за сутки может накопиться до 23,6 г/м² почвы. Подобные случаи наблюдаются еже-

годно с 2002 г. В переходные сезоны года в районе г. Томска дефляционный потенциал ветра значителен, и с учетом порывов ветра это приводит к дефляции почв от слабой до очень сильной [15].

С приближением холодного фронта и формированием мощных кучевых и дождево-кучевых облаков связано возникновение шквалов – внезапного резкого усиления ветра на 8 м/с и более за короткий промежуток времени (не более двух минут) с изменением направления. За период 1991–1997 гг. в Томске было зафиксировано 32 случая шквала [12], за 1991–2004 гг. – 64 [16]. Средняя скорость ветра при шквале за период 1991–2004 гг. составила 10,4 м/с; максимальный порыв ветра – 30 м/с (5 июля 1997 г.), а минимальный – 10 м/с (21 июля 1992 г.). Средняя скорость ветра с учетом порывов за исследуемый период была около 16 м/с [16–18]. Вероятность максимальных порывов ветра при шквалах (более 20 м/с) в районе г. Томска невысокая, она составляет около 10%, а чаще всего наблюдаются порывы умеренной силы со скоростью 15–19 м/с (табл. 5).

Повторяемость скорости максимального порыва ветра при шквалах в г. Томске [16]

Показатель	Скорость ветра при шквале, м/с			
	10–14	15–19	20–24	≥ 25
Повторяемость, %	26,6	64,1	6,2	3,1

По мнению Л.Г. Анановой [16], возникновению шквалов в районе г. Томска способствуют следующие метеорологические условия: относительная влажность воздуха у земли 50–70%; атмосферное давление менее 1005 гПа; потоки южных и западных румбов на уровне АТ-700; температура точки росы утром 10–17°C. Повторяемость направлений ветра при возникновении и окончании шквалов в районе г. Томска такова: ветер южного и юго-западного направлений сменяется западным, а западного направления – северо-западным и северным. Это связано с прохождением холодных фронтов, ориентированных с юго-запада на северо-восток или с юга на север.

В сезонном аспекте шквалы приурочены к вегетационной части года. Максимальная их повторяемость приходится на фазы «умеренно-теплое лето» – с 12 июня по 16 августа (38%), «предлетье» и «умеренно-прохладное лето» (25 и 20% соответственно) [12]. Исследования по пятидневкам позволили выявить последнюю пятидневку мая, четвертую пятидневку июня, вторую и пятую пятидневки июля как наиболее вероятные для появления шквалов [18].

Шквалы возникают во второй половине дня – в период максимального развития конвекции – с 16 до 22 ч по местному времени, имея среднюю продолжительность 15 минут при временных вариациях от 5 до 60 минут. Несмотря на кратковременность этого метеорологического явления, шквалы могут приносить огромный ущерб, особенно если они сопровождаются грозой и осадками. Только 6,3% – это так называемые «сухие» шквалы. В этих случаях относительная влажность воздуха составляла всего 27–42%, создавая опасность проявления дефляции на незадернованных почвах. В 93,7% случаев шквалы сопровождаются осадками, в том числе в 24,9% случаев – грозами с ливнями. Опасным для сельского хозяйства является град при прохождении шквалов, он отмечается в 9,4% случаев [16].

Интенсивные и продолжительные осадки также относятся к наиболее опасным метеорологическим явлениям, создающим чрезвычайные ситуации на юге Томской области.

Дело в том, что над территорией области формируется очаг интенсивной ливневой деятельности, сохраняющий свое местоположение в течение теплого периода года [19]. Осадки летом выпадают преимущественно на холодных фронтах циклонов и носят ливневой характер.

В соответствии с исследованиями Л.И. Трифионовой [20], осадки слоем более 10 мм за сутки принимались нами за ливневые, причем они подразделены на крупные ливни (20–30 мм) и выдающиеся (более 30 мм). В среднем за лето в виде ливней выпадало 46–51% осадков, а число дней с такими осадками достигало 6–7 при существенных пространственно-временных вариациях. Например, экстремальными в этом отношении были 1987 г., когда таких дней зафиксировано от 8

(Бакчар) до 10–11 (Томск и Первомайское соответственно) и 1996 г. – от 9 (Бакчар) до 12–13 (Первомайское и Кожевниково). Максимум числа дней со значительными осадками был характерен для фаз «умеренно-теплое лето» и «спад лета» [12].

Анализ осадков, выпавших за фазы «умеренно-теплое лето» и «спад лета» показал, что в виде ливней выпадает 37–46% осадков от общего их количества за лето, доля их в виде ливней слоем выше 10 мм составила 29–33%, доля крупных ливней – 8–12% [12]. В целом за эти две фазы бывает 5 дней с ливневыми осадками, причем крупные ливни повторяются ежегодно на всей территории, а выдающиеся – раз в полтора года (Томск), два (Бакчар) или три года (Первомайское, Кожевниково). Наши наблюдения свидетельствуют о том, что подобные ливни формируют большой объем поверхностного стока и производят большой смыв почвы. Для примера охарактеризуем выдающиеся ливни летнего сезона 1987 г., изучаемые на полустационаре «Лучаново» (район г. Томска). 30 июня 1987 г. выпало 53,7 мм осадков за один ливень продолжительностью 5,5 часов. Второй ливень шел 1 июля в течение 4 часов, за которые выпало 20,6 мм осадков. Совместное воздействие этих двух ливней оказалось очень разрушительным – с выпуклого склона длиной 50–100 м крутизной 3–11° снесено только в 145 струйчатых размывах 4–5 м³/га почвы. Там же, но на прямом склоне длиной 400–500 м и крутизной 3–8°, занятом посадками картофеля и рапса, обнаружено много струйчатых размывов и промоин. Длина наиболее крупной из них составила 200 м при ширине от 0,3 до 1,5 м и средней глубине 0,4 м. Общий объем снесенного материала составил 40–100 м³/га.

Другой замер был осуществлен к юго-западу от пос. Аникино на территории лесопитомника, где были заложены три площадки размером 20×10 м на склоне длиной 50 м крутизной 3–5°. По ним тянулся струйчатый размыв, образованный этими же двумя ливнями, из которого было вынесено 1,5–4 м³ почвы [21]. Согласно шкале М.Н. Заславского [22], интенсивность эрозии почв, вызываемая ливнями, изменяется от слабой (0,5–1,0 т/га) до сильной (более 10 т/га), особенно под пропашными культурами и на парах.

Ливни в фазы «умеренно-теплое лето» и «спад лета» опасны не только из-за большого количества осадков, но и из-за большой их интенсивности. Фазы «умеренно-теплое лето» и «спад лета» отличаются самой высокой средней интенсивностью осадков (0,16 и 0,11 мм/мин соответственно) при наибольшей повторяемости дождей интенсивностью, равной 0,03–0,05 мм/мин (23 и 30% случаев за фазы) [20]. Только для «умеренно-теплое лета» характерны дожди с интенсивностью более 0,4 мм/мин, их вероятность составляет 13,5%. Большое влияние на сток и смыв почв оказывают пики интенсивности в период выпадения дождя. Исследования показали, что в Томске макси-

мальная интенсивность имеет следующую повторяемость: 41,7% – дожди с максимальной интенсивностью 0,11–0,5 мм/мин, 21,7% – 0,51–1 мм/мин, 34,9% – 1–3 мм/мин, и лишь отдельные дожди (1,7%) имели максимальную интенсивность более 3 мм/мин. На других метеостанциях такие исследования не проводились [12]. Согласно исследованиям В.М. Катцкова с соавт., в середине XXI в. летом на значительной части территории следует ожидать увеличения числа случаев с осадками большей интенсивности на 2–6% [23].

Весьма опасны ливни и в другие фазы вегетационной части года, например, «предлетье» (май) и «становление осени» (сентябрь), когда почва на пашне не задернована (5 и 9 сентября 2002 г. со склонов пашни

Лучановского стационара было смыто от 3 до 8 м³/га почвы в зависимости от разной крутизны и длины склонов, а также агрофона).

Среди ливней теплого периода наибольшей эрозионной опасностью обладают ливни, следующие за продолжительными дождями, успешными хорошо промочить почву с поверхности. Нами установлено, что подобная ситуация происходит во влажные и очень влажные по режиму увлажнения сезоны. Частота таких совпадений составила 50% случаев за период 1967–1997 гг. В целом на юге Томской области в отдельные дни может выпадать почти месячная норма осадков (табл. 6), а крупные и выдающиеся ливни фиксируются ежегодно.

Таблица 6

Примеры крупных и выдающихся ливней на юге Томской области

Дата выпадения	Количество осадков, мм	Дата выпадения	Количество осадков, мм
Томск		Кожевниково	
30 июня 1987 г.	53,7	1 августа 1969 г.	33,2
1 июля 1987 г.	20,6	16 июля 1970 г.	49,8
22 июля 1988 г.	29,8	9 августа 1974 г.	56,7
28 июля 1988 г.	21,1	28 августа 1989 г.	41,7
3 августа 1988 г.	36,9	2 июля 1994 г.	41,1
5 августа 1988 г.	42,8	Первомайское	
16 августа 1994 г.	80,5	10 августа 1985 г.	74,4
13 июня 2002 г.	44,7	19 июня 1991 г.	38,4
22 июня 2003 г.	28,0	12 июля 1994 г.	41,1
10 июля 2005 г.	39,5	28 июля 1996 г.	35,7
22 июля 2007 г.	24,7		

Так, в июле 2011 г. на юге Томской области выпало 155–170 мм осадков, или 240–270% нормы. Основной вклад внесли два ливня: в г. Томске в ночь с 12 на 13 июля выпало 47 мм осадков за 12 часов, или 65% месячной нормы, а 27 июля в Томске за 1 час 22 минуты выпало 21 мм осадков, или 75% декадной нормы [24].

Ливни, как и затяжные дожди, способствуют подъему уровня воды в реках, подтоплению селитебных зон, наносят ущерб не только сельскому, но и городскому хозяйству. Например, сильнейший ливень 27 июля 2011 г. привел к подтоплению 286 домов г. Томска, в том числе в Ленинском районе – 200 домов, в Советском – 26, в Октябрьском – 56, в Кировском районе – 4 дома. Кроме того, пострадали подъезды и кровли домов.

В нескольких районах города разрушился асфальт, смыто покрытие из щебня, подготовленное для укладки дорожного полотна, пострадали бордюры, было затруднено передвижение по городу из-за поднявшегося уровня воды, размыва Эуштинская дамба. В пос. Кирзавода, что недалеко от Октябрьского рынка, вода подтопила дома и уничтожила урожай на приусадебных участках.

Отключения электроэнергии в Томске во время ливня в основном были связаны с перебоями в работе трех подстанций в районе р. Басандайки, ул. Профсоюзной и микрорайона Черемошники, повреждением сети в селах Тимирязевское и Дзержинское (южный пригород Томска) [25]. Согласно Постановлению [6] этот ливень не представляет опасности, но на самом деле он привел к тяжелым последствиям, и ущерб подсчитывается.

Таким образом, юг Томской области подвержен опасным метеорологическим явлениям, среди которых наибольший ущерб наносят сильные ветры и ливни. Часто они сопутствуют друг другу (КНЯ), усиливая негативное воздействие на все стороны хозяйственной деятельности людей. Около 70–85% ОЯ, приносящих социальный и экономический ущерб, приходится на теплый период (апрель–октябрь) года. Именно в этот период отмечается основная тенденция роста числа случаев ОЯ. Ежегодный прирост количества ОЯ в теплый период в среднем составляет девять явлений в год. Эта тенденция сохранится и в дальнейшем до 2015 г. [3].

По оценкам Всемирной метеорологической организации, Всемирного банка реконструкции и развития и ряда других организаций, в настоящее время отмечается устойчивая тенденция увеличения материальных потерь и уязвимости общества из-за усиливающегося воздействия опасных природных явлений. В связи с этим обоснованным является призыв Всемирной метеорологической организации прилагать усилия к уменьшению опасности от ОЯ, так как один доллар, вложенный в обеспечение готовности к бедствиям, может предотвратить экономический ущерб, связанный с бедствием, на сумму в семь долларов, что представляет собой значительную отдачу от данной инвестиции [26]. Возможность эффективной борьбы с опасными природными процессами заключается в знании не только их генезиса, но и характера развития. В связи с этим в условиях наблюдающегося изменения климата немаловажное значение приобретает мониторинг опасных явлений погоды как одна из важнейших его характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации* / под общ. ред. С.К. Шойгу. М. : Дизайн. Информация. Картография, 2005.
2. *Бедрицкий А.И., Кориунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З.* Климатическая система и обеспечение жизнедеятельности России // *Метеорология и гидрология*. 2004. № 4. С. 120–129.
3. *Стратегический прогноз изменений климата РФ на период 2010–2015 гг. и их влияние на отрасли экономики* / под ред. А.И. Бедрицкого. М. : Росгидромет. 2005. 30 с.
4. *Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год*. М. : Росгидромет, 2011. 66 с.
5. *Шахрамьян М.А., Акимов В.А., Козлов К.А.* Оценка природной и техногенной безопасности России: теория и практика. М. : ВНИИ ГОЧС, 1998. 217 с.
6. *Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях на территории Томской области* : Постановление Администрации Томской области № 123а от 17.08.2007 г. // *Собрание законодательства Томской области*. 31 августа 2007. № 8 (25). URL: http://tomsk.news-city.info/docs/systems/dok_ieribo.htm
7. *Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В. и др.* Экологическое картографирование. М. : ИЦ Академия, 2009. 192 с.
8. *Слуцкий В.И., Новикова Т.В.* Непрерывная продолжительность бурных ветров на территории Томской области. Томск, 1976. Деп. в ВИНТИ 17.05.76. № 1830. 76 с.
9. *Слуцкий В.И.* Ветроэнергетические ресурсы // *Кадастр возможностей* / под ред. Б.В. Лукутина. Томск : Изд-во НТЛ, 2002. 280 с.
10. *Ананова Л.Г., Зяблицкая К.Н.* Сильный ветер в районе г. Томска // *Контроль окружающей среды и климата «КОСК-2010»* : материалы VII Всерос. симп. (Томск, 5–7 июля 2010 г.). Томск : Аграф-Пресс, 2010. С. 202–204.
11. *Шишилов В.И., Докарев Е.А.* Оценка климатических изменений в Сибири и их последствия // *Материалы шестого Сибирского совещания по климато-экологическому мониторингу 14–16 сентября 2005 г.* Томск, 2005. С. 175–179.
12. *Ромашова Т.В.* Сезонные ритмы климата и их влияние на развитие эрозии почв (на примере юга Томской области) : дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 2004. 239 с.
13. *Заварина Т.В.* Строительная климатология. Л. : Гидрометеиздат, 1976. 312 с.
14. *Рыбина Н.П., Слуцкий В.И.* Порывистость ветра в районе г. Томска : материалы Шестого Сибирского совещ. по климато-экологическому мониторингу (14–16 сентября 2005 г.). Томск, 2005. С. 23–29.
15. *Евсеева Н.С.* Современный морфологический юго-востока Западно-Сибирской равнины. Томск : Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.
16. *Ананова Л.Г.* Конвективные явления, сопутствующие шквалам на юго-востоке Западной Сибири на примере города Томска : материалы 11 Всерос. науч.-техн. конф. «Энергетика, экология, надежность, безопасность». Томск : Изд-во ТПУ, 2005. С. 345–347.
17. *Ананова Л.Г.* Ветровые характеристики шквалов в районе г. Томска : материалы V Междунар. симп. «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск : Аграф-Пресс, 2006. С. 108–109.
18. *Ананова Л.Г.* Периоды шквалоопасности на юго-востоке Западной Сибири // *Материалы VI Международного симпозиума «Контроль и реабилитация окружающей среды»* (Томск, 3–5 июля 2008 г.). Томск : Аграф-Пресс, 2008. С. 230–231.
19. *Сморкалова А.Г.* Характеристика ливневых дождей по Омской, Томской и Тюменской областям // *Вопросы географии Сибири*. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1976. Вып. 9. С. 30–34.
20. *Трифонов Л.И.* Климат // *География Томской области* / под ред. А.А. Земцова. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1988. С. 42–76.
21. *Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б., Пашнева Г.Е. и др.* Эрозия почв на Томь-Яйском междуречье // *География и природные ресурсы*. 1990. № 4. С. 98–103.
22. *Заславский М.Н.* Эрозиоведение. М. : Высшая школа, 1983. 320 с.
23. *Катицков В.М., Кобышева Н.В., Мелешко В.П. и др.* Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации. М. : ДЦАТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с.
24. *Рюхтина С.В.* Холодный июль. Архив пресс-релизов. 17.08.2011 // *Официальный сайт ГУ «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»*. URL: <http://www.meteotomsk.ru/site>
25. *В Томске устраняют последствия ливня, затопившего почти 300 домов*. 28.07.11. 08:58 // *Агентство Интерфакс-Сибирь*. URL: <http://www.interfax-russia.ru/Siberia/main.asp?id=248255>
26. *Опасные природные явления* // *Официальный сайт Всемирной метеорологической организации*. URL: http://www.wmo.int/pages/themes/hazards/index_ru.html. Дата обращения 06.09.2011 г.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 13 октября 2011 г.