



Серия «Науки о Земле»  
2013. Т. 6, № 1. С. 91–105  
Онлайн-доступ к журналу:  
<http://isu.ru/izvestia>

---

---

ИЗВЕСТИЯ  
*Иркутского  
государственного  
университета*

---

---

УДК 551.583

## Структура и климатические изменения экстремальных осадков на территории Иркутской области

Е. А. Кочугова ([kochugovae@mail.ru](mailto:kochugovae@mail.ru))

**Аннотация.** Представлены результаты анализа временной изменчивости суточных максимумов осадков на территории Иркутской области. Приведены существующие подходы к определению экстремальных осадков. Найден пороговые значения последних за базовый период. На основании сформированных архивов временных рядов экстремальных осадков рассчитаны характеристики линейных трендов с оценкой статистической значимости, и оценён их вклад в сезонные суммы.

**Ключевые слова:** изменение климата, суточный максимум атмосферных осадков, пространственно-временное распределение, экстремальные осадки, Иркутская область.

### Введение

Анализ доступных в настоящее время «сценарных прогнозов», основанных на использовании ансамблей численных экспериментов, выполненных с различными вариантами начальных и граничных условий, или на группе различных моделей [2; 7; 8; 12], показал, что на территории Восточной Сибири следует ожидать увеличения осадков большой интенсивности. Изменения гидрологического цикла, в том числе, такой важной его составляющей, как атмосферные осадки, могут иметь ряд существенных последствий как непосредственно для климатической системы, так и для различных сторон жизнедеятельности человека. Например, интенсивные снегопады парализуют транспорт, вызывают сход снежных лавин в горах, повреждения деревьев и зданий под снеговой нагрузкой. Сильные ливни приводят к наводнениям, селям и оползням в горных районах. В условиях экстремального выпадения осадков могут пострадать или выйти из строя водохозяйственная и канализационная инфраструктуры. Именно такие последствия имели мощные ливни в Иркутске 21 июля 2009 г. (46 мм за полчаса) и 7 июля 2012 г. (97 мм за час), когда выпало более половины месячной нормы осадков (101 мм [9]).

В связи с этим климатические экстремумы – их размах, частота, непрерывная продолжительность и вероятность наступления стали социально важными областями научного поиска. Сфера применения данных об экстремальных осадках включает принятие архитектурно-планировочных решений, проектирование сетей водоотведения, исследование влияния интенсивности осадков на процессы в почвенном слое и т. д.

### Методические подходы к оценке экстремальных осадков

Изучение экстремальных осадков является непростой задачей по сравнению с анализом средних величин. Это связано с тем, что методы исследования экстремальных осадков развиты недостаточно хорошо и, в частности, до сих пор нет единого определения того, какие осадки можно считать экстремальными. Кроме того, само поле осадков имеет структурные особенности, существенно затрудняющие его анализ.

В целом к классу экстремальных можно отнести достаточно редкие состояния климатической системы, характеризующиеся аномальными значениями отдельных или совокупности метеорологических величин и вызывающие наибольший экономический ущерб [6]. Необходимо разделять экстремальные осадки, определяемые по абсолютным значениям (т. е. выраженные в мм/сутки), и так называемую экстремальность того или иного периода времени, характеризующую долю осадков, выпавших за определенное количество дней с наиболее сильными дождями, и их вклад в суммарные осадки за некоторый период времени.

Существуют два основных методологических подхода к исследованию экстремальных осадков. Один основан на анализе экспериментальных данных в терминах суммы осадков за год, сезон, месяц, количество дней с осадками и интенсивность осадков. В рамках этого подхода может быть оценен вклад определенных дней в сумму и другие параметры.

В рамках другого подхода используют метод порогового значения. В этом случае выбирается некоторое значение осадков (в мм), которое считается пороговым. Все эпизоды осадков, превышающие это значение, относятся к экстремальным. Основной проблемой этого метода является определение порогового значения.

Если задача состоит в том, чтобы проанализировать экстремальные осадки для небольшого района или одной точки, то этот метод очень хорошо подходит. Однако если рассматриваются большие регионы, то одно и то же пороговое значение будет нерепрезентативным для разных станций. Например, пороговое значение, выбранное для станции в равнинной местности, применительно к горному району будет давать большое количество экстремальных осадков, что не соответствует действительности, так как в целом в горах обычно выпадает намного больше осадков, чем на равнине. То же относится к районам с разными типами климата. Нельзя применять один и тот же критерий к районам, находящимся в области засушливого и, например, морского климата.

На рис. 1 показан пример двух гистограмм суточных сумм осадков для лета 2010 г. для двух станций, расположенных на территории Иркутской области. Если выбрать пороговое значение, равное 25 мм/сутки, то для станции Иркутск обс. только два эпизода осадков в рассматриваемый сезон превысят указанное значение. Таким образом, 25 мм/сутки – это относительно редко встречающееся значение осадков для данной станции, и более обильные осадки можно отнести к экстремальным. Однако для вы-

сокогорной станции Хамар-Дабан это пороговое значение и количество осадков равное или превышающее 25 мм/сутки, является часто наблюдаемым здесь явлением и не может относиться к экстремальным осадкам.

При определении порогового значения можно перейти от абсолютных значений (в мм) к процентам. В этом случае экстремальными будут считаться осадки, превышающие некоторое значение, соответствующее определённому проценту повторяемости, полученному из гистограммы повторяемости осадков, например, 90 % или 95 %. Этот метод более универсален, так как в данном случае для каждой станции выбирается своё пороговое значение.

В настоящей работе значения осадков, превышающие границу 95 % процентиля эмпирического распределения, считаются экстремальными, аналогичное определение содержится в работах [3; 10; 14; 16; 17].

### **Исходные данные**

В исследовании использованы данные наблюдений за инструментальный период (до 2010 г.) о максимальном количестве осадков за сутки 30 метеорологических станций Иркутской области. Основными критериями при выборе данных были наибольшая продолжительность метеорологических рядов, небольшое количество пропусков в наблюдениях, а также относительная равномерность размещения пунктов мониторинга по территории. Ряды осадков были проверены на однородность. Проверка выполнена методом «ступенчатого тренда», который позволяет выявлять неоднородности по ряду проверяемых данных на одной станции, не прибегая к сравнению с данными соседней станции. Это важно потому, что связь между количеством осадков на соседних станциях затухает на расстоянии не более, а чаще менее 100 км. Схема распределения станций по территории показана на рис. 2.

Для более детального анализа привлечены данные наблюдений за атмосферными осадками суточного разрешения за период с 1936 по 2010 г. метеорологических станций: Ербогачен, Бодайбо, Киренск, Нижнеудинск, Жигалово, Иркутск обл., взятые их архива ВНИИГМИ-МЦД и доступные на сайте: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR>.

### **Результаты**

Своеобразные физико-географические условия, в том числе котловинность рельефа, сложное чередование высоких горных поднятий с равнинными участками, большая водная масса Байкала, глубокая врезанность речных долин, усиливают влияние местных факторов на режим увлажнения и пространственное распределение суточных максимумов осадков. В связи с этим изучаемая территория является перспективным и удобным регионом для изучения взаимодействия общих процессов и закономерностей увлажнения с локальными особенностями подстилающей поверхности.

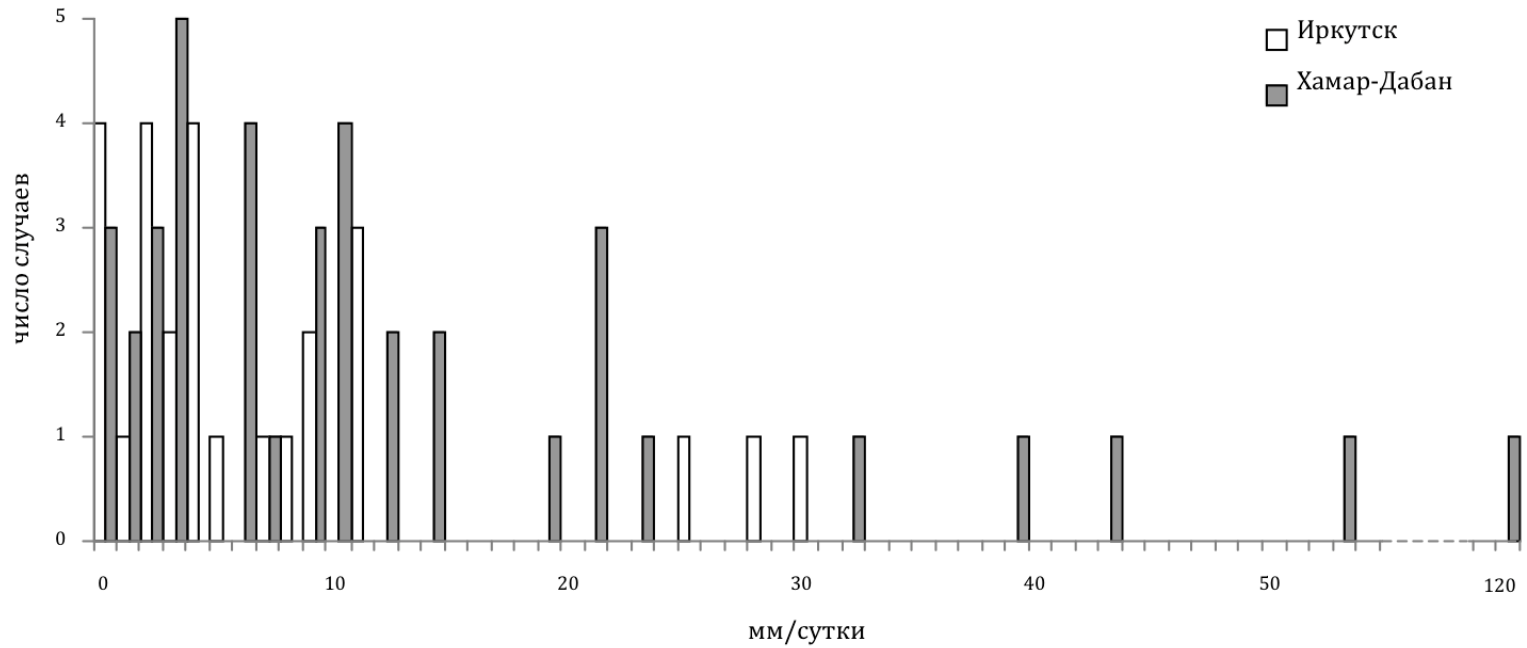


Рис. 1. Гистограммы распределения суточных сумм осадков для станций Иркутск обс. и Хамар-Дабан за летний сезон 2010 г.

Суточный максимум осадков выбирается из ежедневных наблюдений и характеризует наибольшую сумму осадков в течение метеорологических суток. Суточные максимумы являются результатом выпадения обильных осадков, охватывающих небольшую площадь, и корреляционные связи между значениями суточного максимума осадков на соседних станциях быстро затухают. Годовой ход суточного максимума осадков на территории Иркутской области хорошо выражен. В январе при общем антициклоническом характере погоды и малом количестве осадков в зимний период возможны отдельные вторжения влажных воздушных масс, обуславливающие выпадение до 20 мм в сутки (ст. Мама, 1995 г.). При этом средние значения суточного максимума осадков в этом месяце не превышают 5 мм.

Летом суточные максимумы очень изменчивы: они колеблются от 50 мм (ст. Наканно) на севере до 101 мм (станция Тулун) на западе. Наибольшие значения суточных максимумов наблюдаются в июле, а в северных районах (ст. Хамакар, Ербогачен, Непа, Светлый, Бодайбо) смещаются на август. В это время отмечается выпадение дождей ливневого характера высокой интенсивности, и суточные максимумы осадков могут превышать месячную норму. Очаги наибольших значений суточных максимумов, приуроченные к водоразделам и предгорьям Восточного Саяна: ст. Инга (111 мм), находящаяся у подножья северо-восточных отрогов Передового хребта Восточного Саяна; ст. Хадама (100 мм), расположенная на северо-восточном наветренном склоне Хамар-Дабана (ст. Хамар-Дабан, 260 мм). Нужно отметить, что открытые водные пространства западного побережья оз. Байкал, защищенные от западных и северо-западных влагоносных ветров Приморским хребтом, значительно снижают суточный максимум осадков, как это происходит и с годовыми суммами осадков (ст. Солнечная, 73 мм). Особенно резкое уменьшение наблюдается в пониженных формах рельефа; во внутренних горных долинах, куда воздушные массы приходят иссушенными, суточный максимум осадков уменьшается до 40–70 мм.

Рассмотрим пространственное распределение среднего суточного максимума осадков (см. рис. 2). Последний на равнинной территории распределяется равномерно, увеличиваясь с севера на юг. К северу рассматриваемого региона средний суточный максимум уменьшается до 25 мм, а к югу увеличивается до 41 мм, с некоторым понижением в центральной части Лено-Ангарского плато. В предгорьях Восточного Саяна суточный максимум увеличивается до 37 мм. Резко возрастает суточный максимум в районе станции Хамар-Дабан (105 мм). Здесь на северо-восточном наветренном склоне Хамар-Дабана 26 июля 1971 г. выход южных циклонов через Среднюю Азию, а также благоприятная ориентация склонов хребта, обостряющих фронты в циклонах, несущих влажные воздушные массы, обусловили выпадение 260 мм осадков. Это значение является «рекордным» для исследуемой территории.



Рис. 2. Распределение среднего суточного (в числителе) и абсолютного максимума (в знаменателе) осадков, мм/сутки

При исследовании климатических изменений важно оценивать не только интенсивность, т. е. абсолютную величину, но и повторяемость – наблюдаемую частоту, которые с разных сторон описывают климатическую изменчивость суточных максимумов осадков.

Зная пороговые значения (табл. 1), рассмотрим сезонные особенности изменений экстремальных осадков. Для этого рассчитывалось число случаев за каждый месяц года, когда суточный максимум осадков был выше предельного значения. По рядам полученных величин строили гистограммы повторяемости экстремальных осадков (рис. 3) и вычисляли коэффициенты линейного тренда, которые характеризуют среднюю скорость изменений изучаемой гидрометеорологической величины.

Таблица 1

Значения порогов, соответствующих 95 % процентилю распределения экстремальных осадков (мм/сутки) за базовый период с 1961 по 1990 г. для отдельных станций Иркутской области

Станция	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ербогачен	2,4	2,2	2,5	5,5	8,8	12,5	13,9	16,6	8,8	5,9	3,7	2,4
Бодайбо	2,8	2,6	2,6	5,7	10,1	19,4	21,7	18,8	13,4	5,5	4,1	3,4
Киренск	2,6	2,6	2,7	4,8	8,2	12,2	19,8	14,5	9,8	5,5	3,9	3,3
Жигалово	2,0	1,8	2,5	4,2	7,3	15,0	20,9	19,9	11,0	4,9	3,1	3,1
Нижне-удинск	2,6	2,7	3,1	6,5	10,7	13,2	25,8	20,7	12,0	6,7	3,6	3,5
Иркутск	3,1	3,5	7,0	7,7	10,4	18,5	29,9	21,6	18,1	10,1	5,0	4,6

Условия выпадения экстремальных осадков существенно различаются по сезонам. Как известно, сильные снегопады в Иркутской области связаны с теми элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ), при которых либо юго-западные, либо «ныряющие» циклоны выходят на эту территорию. Встречая преграду в виде мощного сибирского антициклона, циклоны становятся малоподвижными, их фронты обостряются в результате затока холодного воздуха, а количество осадков становится значительным [4; 11]. За исследуемый период в зимнее время количество сильных снегопадов увеличилось, в результате чего увеличилась масса накопленного за зиму снега. Наибольший рост повторяемости сильных осадков отмечается в декабре и январе. Например, в декабре на станции Киренск, начиная с 1949 г. сильные снегопады наблюдаются почти ежегодно. За этот период число случаев с экстремальными осадками увеличилось примерно в 1,3 раза. В Иркутске слабый рост сильных осадков начинается позже (после 1953 г.), причём в последние 10 лет их количество сократилось почти в 2 раза по сравнению с предыдущим 10-летним периодом.

Весенний период также характеризуется слабым ростом количества экстремальных осадков. В этот сезон периодические случаи выпадения интенсивных и обильных дождей чередуются с более продолжительными периодами без экстремальных осадков. Анализ гистограмм показал, что в начале весны (март) экстремальные осадки наблюдаются очень редко. Начиная с 2005 г. на станциях Киренск и Ербогачен, а в Иркутске ещё раньше (с 1993 г.), осадков, превышающих пороговые значения (выше 95%-го процентиля), вообще не отмечалось. В апреле и мае повторяемость экстремальных осадков незначительно растёт с регионально осредненным трендом 0,03 мм/10 лет.

Летом изменения повторяемости экстремальных осадков зависят от района. На большей части рассматриваемых станций преобладают тенденции уменьшения числа дней с экстремально большими летними осадками.

Только в Ербогачене в июне наблюдается значимый рост повторяемости экстремальных ливней (0,15 мм/10 лет). За последние 20 лет повторяемость исследуемой величины здесь увеличилась по сравнению с базовым периодом в 2 раза. В июле эта тенденция сменяется на противоположную. В августе на всей территории Иркутской области выраженных тенденций не отмечается.

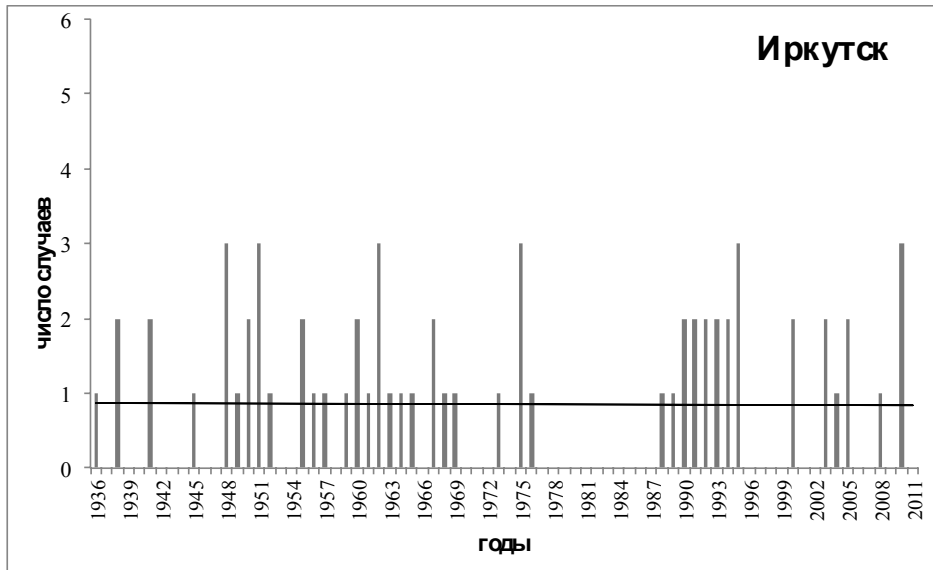
Осенью число экстремальных осадков растёт, за исключением станции Бодайбо. Значимые положительные тренды характерны только для северной части области. В Ербогачене тренд экстремальных осадков в октябре равен 0,15 мм/10 лет, а в ноябре – 0,21 мм/10 лет (рис. 3, в).

В целом сезонные изменения повторяемости экстремальных осадков проявляются в незначительном зимнем увеличении и летнем уменьшении. Это в первую очередь объясняется увеличением влагоёмкости атмосферы, особенно в холодное время года, а также интенсификацией гидрологического цикла летом. Наметившиеся тенденции повлияют на сезонные изменения гидрологического режима на водосборах крупных рек. Так, увеличение количества твёрдых осадков в холодное время года на большей части Иркутской области будет способствовать их аккумуляции в течение этого периода. Весной накопленная за зиму масса снега начнет быстро таять, вызывая весенние паводки и нанося значительный ущерб региональным инфраструктурам и различным видам хозяйственной деятельности.

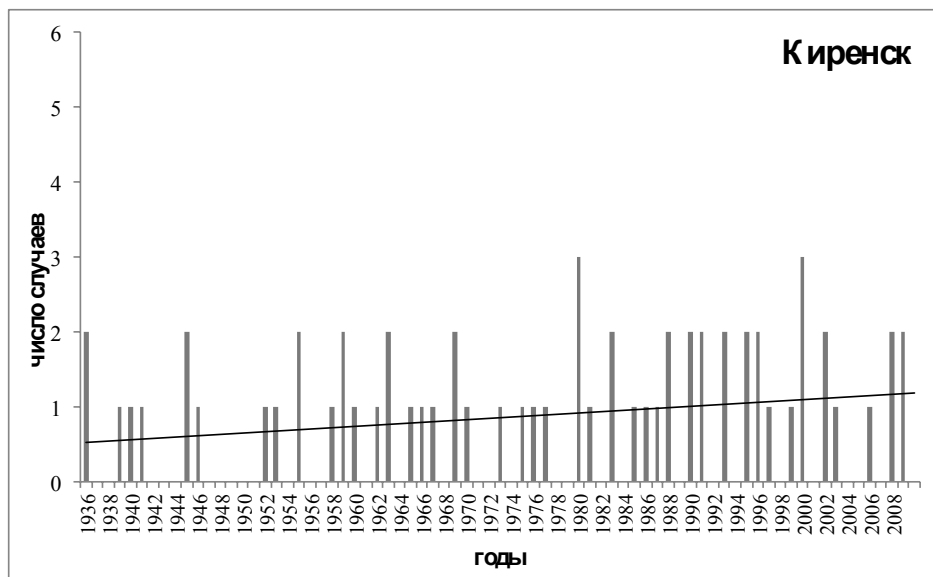
Характер изменчивости экстремальных осадков в Иркутской области очень сильно различается по сезонам, так как разные механизмы ответственны за положительные изменения экстремальных осадков зимой и отрицательные изменения летом. Поэтому оценка короткопериодной изменчивости для разных сезонов является очень важной задачей. Для её решения исходный ряд экстремальных осадков был разбит на десятилетние интервалы и для каждой станции с суточным разрешением были рассчитаны: среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, суточный максимум осадков, а также доля экстремальных осадков в общей сумме.

Как известно, разбалансировка регулируемой системы проявляется в «раскачке» значений её характеристик. Независимо от того, сохраняются ли их средние значения на одном уровне или имеют какой-либо тренд, дисперсии характеристик растут. Так, в течение последних нескольких лет по всей территории Иркутской области наблюдалась межсезонная и межгодовая изменчивость экстремальных осадков. В табл. 2 на примере станции Ербогачен, характеризующейся статистически значимыми трендами, представлены результаты расчётов, отражающие тенденции изменений характеристик экстремальных осадков, показывающих границы их естественной изменчивости.



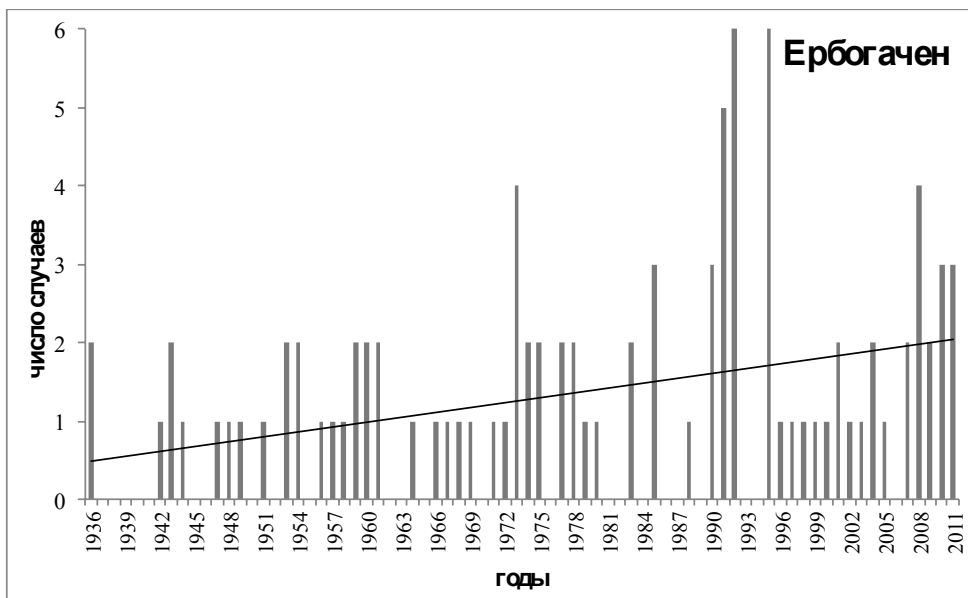


а

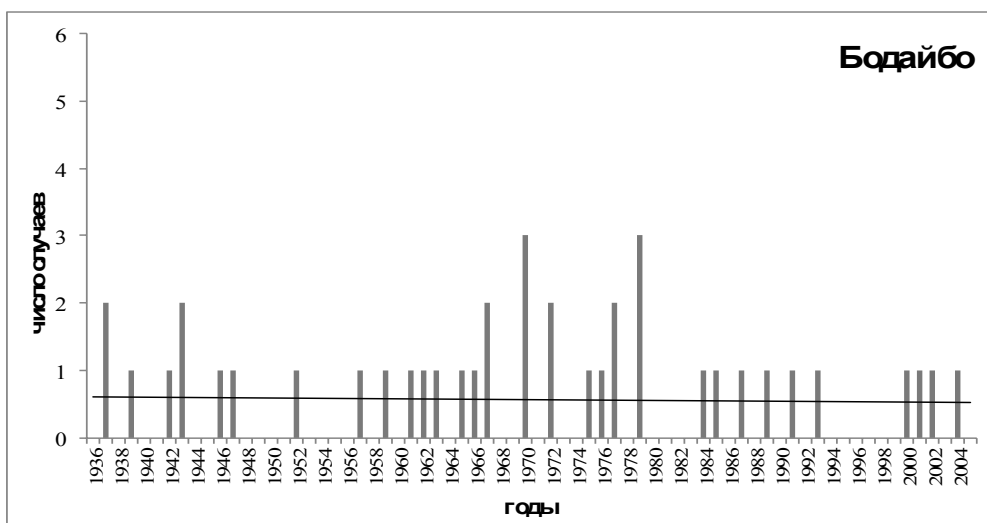


б

Рис. 3. Многолетние изменения абсолютной повторяемости экстремальных осадков в августе (а, б) и ноябре (в, г) на отдельных метеорологических станциях Иркутской области



6



2

Рис. 3. Многолетние изменения абсолютной повторяемости экстремальных осадков в августе (а, б) и ноябре (в, г) на отдельных метеорологических станциях Иркутской области

Таблица 2

Динамика сезонной изменчивости экстремальных осадков  
на станции Ербогачен

Параметр	Периоды						
	1941–1950	1951–1960	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2001	2001–2010
<i>Зима</i>							
Суточный максимум осадков, мм	5	8	7	11	9	14	12
Коэффициент вариации, %	33	42	40	53	57	55	48
Среднее квадратическое отклонение, мм	1,0	1,4	1,3	2,1	2,3	2,1	1,2
Число случаев с экстремальными осадками	20	32	41	36	13	52	31
<i>Весна</i>							
Суточный максимум осадков, мм	11	14	18	13	14	12	14
Коэффициент вариации, %	40	55	72	43	45	47	48
Среднее квадратическое отклонение, мм	2,6	4,1	4,7	3,7	3,2	2,9	3,1
Число случаев с экстремальными осадками	11	20	20	19	19	31	19
<i>Лето</i>							
Суточный максимум осадков, мм	45	39	71	66	40	47	45
Коэффициент вариации, %	39	40	52	59	43	42	41
Среднее квадратическое отклонение, мм	8,3	9,3	13,0	13,2	8,8	9,6	8,0
Число случаев с экстремальными осадками	19	20	22	16	13	19	32
<i>Осень</i>							
Суточный максимум осадков, мм	13	16	10	19	18	15	16
Коэффициент вариации, %	47	46	36	52	46	37	47
Среднее квадратическое отклонение, мм	3,3	3,4	2,3	4,1	3,6	2,6	3,8
Число случаев с экстремальными осадками	15	17	14	36	30	46	37

В зимний сезон максимальных значений коэффициент вариации (55–57 %) достиг в период с 1981 по 2001 г., когда в связи со сменой циркуляционных эпох [5] при общем антициклоническом характере погоды и малом количестве осадков стали возможны отдельные вторжения влажных воздушных масс, обуславливающие интенсивные осадки. Величина суточного максимума осадков тоже растет, достигая своего наивысшего значения в период с 1991–2000 гг. Последние 30 лет характеризуются либо повторением суточных максимумов осадков, либо формированием более высоких. Например, в январе суточный максимум осадков был перекрыт: в

1995 г. (ст. Ербогачен), в 1996 г. (ст. Иркутск), в 1999 г. (ст. Жигалово), а в феврале – в 1999 г. (ст. Иркутск обл.) и в 2004 г. (ст. Бодайбо).

Для весны характерна значительно большая изменчивость коэффициента вариации, и сами значения часто выше (до 72 %), чем зимой. В летний период на территории Иркутской области постоянно выпадает большое количество осадков, и относительная изменчивость сезонных сумм осадков, выраженная через коэффициент вариации, чаще всего невелика.

Рисунок 4 показывает распределение вклада в сезонные суммы осадков, превышающих 5%-ный уровень обеспеченности. Зимой вклад экстремальных осадков в сезонные суммы варьирует от 9 до 39 %. В среднем по территории Иркутской области наиболее значительная доля экстремальных осадков наблюдалась в периоды с 1961 по 1970 г. (26 %) и с 2001 по 2010 г. (25 %). Выявлено, что в последнее десятилетие доля экстремальных осадков возросла во все сезоны года.

Наиболее значительные колебания доли экстремальных осадков от десятилетия к десятилетию отмечаются на станции Ербогачен, где экстремальные осадки в среднем за каждый рассматриваемый период составляют не менее 25 % от всей сезонной суммы. Наименьшая амплитуда фиксируется на станции Бодайбо, где от десятилетия к десятилетию доля экстремальных осадков изменяется не более чем на 7 %.

В весенние месяцы начиная с 1970 г. по настоящее время на территории Иркутской области отмечается небольшой рост доли экстремальных осадков на 7,8 %. Наиболее сильные изменения характерны для станции Нижнеудинск, где только за последние 10 лет вклад экстремальных осадков увеличился с 29 до 43 %. Аналогичные изменения происходят и на станциях Жигалово и Киренск. Обратная картина наблюдается на станции Иркутск обл., где начиная с 2000 г. доля экстремальных осадков резко уменьшилась.

На фоне годового максимума атмосферных осадков в летние месяцы экстремальные осадки составляют треть от сезонной суммы. В этот сезон синоптические условия, при которых отмечаются сильные ливни, могут быть весьма разнообразны. Далеко не всегда сильные ливни связаны с прохождением глубоких циклонов или активных атмосферных фронтов. Иногда даже обычные внутримассовые грозы могут сопровождаться сильными ливнями с суммой осадков до 35–70 мм. В среднем для этого сезона характерно слабое увеличение доли экстремальных осадков в общей сезонной сумме, за исключением станции Бодайбо. Осреднённые за десятилетие значения позволяют выделить несколько периодов роста с 1940 до 1960 гг., затем уменьшение до 1990 г., вновь сменяющееся увеличением доли экстремальных осадков.

В целом за год вклад экстремальных осадков в сезонные суммы на большей части Иркутской области за последние 60 лет растёт. Особенно ярко эта тенденция проявляется в холодный период года, что хорошо согласуется с материалами Оценочного доклада [12].

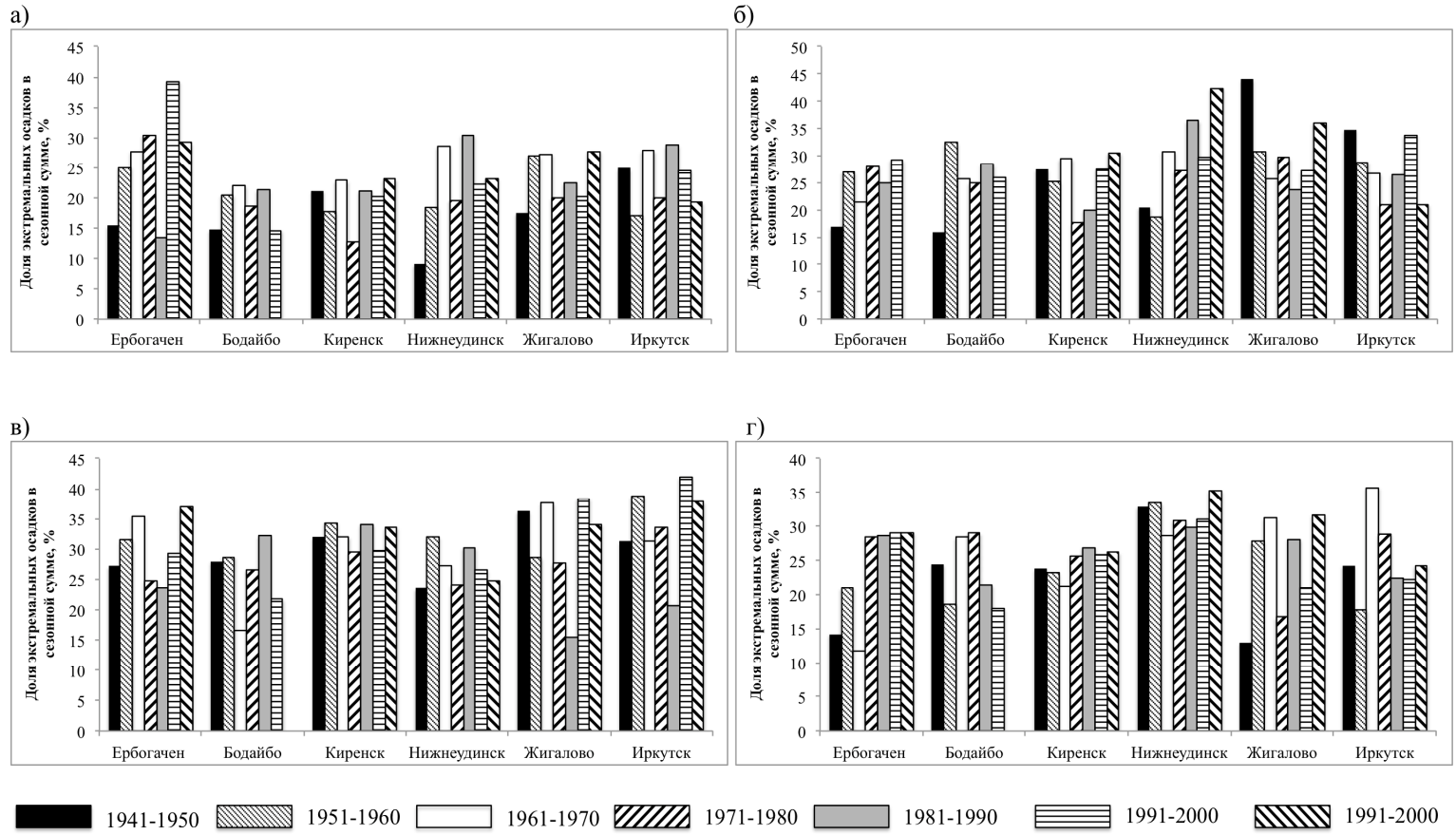


Рис. 4. Вклад экстремальных осадков в их сезонные суммы (а – зима; б – весна, в – лето, г – осень)

## Выводы

Возрастающее практическое значение детальной информации о временной структуре суточных максимумов осадков связано с изменением режима осадков в свете общих климатических изменений, а также необходимостью разработки новых специализированных показателей интенсивности осадков, включённых в зарубежные строительные нормативы. Суточный максимум осадков входит в различные формулы, применяемые в строительном проектировании и гидрологии; используется в расчётах дренажных и канализационных систем, при прогнозе селей, паводков, наводнений и т. д., поэтому данные, приведённые в статье, позволят более эффективно использовать климатическую информацию.

## Список литературы

1. Булыгина О. Н. Критерии экстремальности климатических явлений в температурном режиме и режиме осадков на территории России / О. Н. Булыгина, Н. Н. Коршунова, В. Н. Разуваев // Анализ изменений климата и их последствий / Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2007. – Вып. 173. – С. 38–53.
2. Изменение климата и водные ресурсы. Технический документ Межправительственной группы экспертов по изменению климата / под ред. Б. К. Бэйтс, З. В. Кундцевич, С. У, Ж. П. Палютикоф. – Женева, 2008. – 228 с.
3. Изменчивость экстремальных климатических явлений на территории России / О. Н. Булыгина [и др.] // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2000. – Вып. 167. – С. 16–32.
4. Кононова Н. К. Изменение осадков холодного периода и продолжительности макроциркуляционных процессов, обуславливающих их выпадение в различных регионах Восточной Сибири / Н. К. Кононова // Лед и снег. – 2010. – № 3 (111). – С. 47–57.
5. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому / Н. К. Кононова. – М. : Воентехиниздат, 2009. – 372 с.
6. Коршунова Н. Н. Рекордные морозы в январе 2006 года на территории Российской Федерации / Н. Н. Коршунова, О. Н. Булыгина, Л. Т. Трофименко // Анализ изменений климата и их последствий / Тр. ВНИИГМИ-МЦД». – 2007. – Вып. 173. – С. 215–220.
7. Мелешко В. П. Изменения гидрологического цикла в Северной Евразии, обусловленные потеплением климата / В. П. Мелешко // Вычисл. технологии. – 2006. – Т. 11, ч. 1. – С. 29–38.
8. Мохов И. И. Оценки возможных региональных изменений гидрологического режима на основе глобальных климатических моделей // Гидрологические последствия изменений климата. – Новосибирск, 2007. – С. 103–110.
9. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Вып. 22. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 604 с.
10. Оганесян В. В. Изменения климата Москвы с 1879 по 2002 г. в значениях экстремумов температуры и осадков / В. В. Оганесян // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 9. – С. 31–37.
11. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала / под ред. С. Д. Кошинского, А. Д. Дробышева. – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – Ч. 2 – 243 с.

12. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации : техн. резюме. – М. : Росгидромет, 2008. – 92 с.
13. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / под ред. Н. В. Кобышевой. – СПб. : ГГО, 2008. – 336 с.
14. Словарь климатических терминов // Оценочный доклад об изменениях климата и их последствия на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. – М. : ГУ «ВНИГМИ-МЦД». – С. 221–227.
15. Шмакин А. Б. Динамика климатических экстремумов в Северной Евразии в конце XX века / А. Б. Шмакин, В. П. Попова // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 157–166.
16. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation / L. V. Alexander [et al.] // J. Geophys. Res. 2006. – Vol. 111. D05109, doi:10.1029/2005JD006290.
17. Klein Tank A. M. G. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99 / A. M. G. Klein Tank, G. P. Koennen // J. Climate. – 2003. – Vol. 16. – P. 3665–3680.

## The Structure and Climate Change in Extreme Precipitation of Irkutsk Region

E. A. Kochugova

**Annotation.** The article presents the results of analysis temporal variability of a daily maximums precipitation on the territory of Irkutsk region. The existing approaches to the definition of extreme precipitation were given. Their threshold values for the base period were found. Characteristics of linear trends with assessing statistical significance were calculated on the basis of the formed archives of the time series extreme precipitation. In addition assessment of their contribution to the seasonal sums was carried out.

**Key words:** climate change, daily maximum precipitation, spatial and temporal distribution, extreme precipitation, Irkutsk region.

*Кочугова Елена Александровна  
кандидат географических наук, доцент  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 52–10–94*

*Kochugova Elena Alexandrovna  
Ph. D in Geography, Associate Professor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 52–10–94*