

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.589 + 551.589.6

Н.К. Барашикова, И.В. Кужевская, Д.В. Поляков

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОГОДЫ ЛЕТОМ 2012 г. НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОТРАЖЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (соглашения № 14.В37.21.0667 и 2012-1.1-12-000-1007-008).

Представлены количественные характеристики метеорологического режима и сопутствующие им синоптические процессы лета 2012 г. в Томской области. Данный сезон был классифицирован как экстремальный по условиям тепло- и влагообеспеченности и ущербу агропромышленному комплексу области.

Ключевые слова: аномально жаркая погода; засуха; Томская область.

Введение

По данным инструментальных наблюдений за последние 130 лет, прошедший 2012 г. вошел в десяток рекордных лет по количеству опасных метеорологических явлений (ОЯ) на Земле и стал самым жарким в истории. Такую информацию опубликовали в отчетах американского космического агентства (NASA) и Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA) США. В России, по данным Гидрометцентра, в 2012 г. было зарегистрировано 469 случаев возникновения ОЯ, нанесших значительный материальный ущерб экономике, наибольшая повторяемость которых пришлась на период с мая по сентябрь (67% общего числа), что позволило назвать 2012 г. рекордным по количеству опасных явлений. Так, за период активной вегетации 2012 г. было зарегистрировано 86 случаев превышения абсолютного максимума температуры воздуха для данного дня, большая часть которых пришлась на юг Западной Сибири, где наблюдалась аномально жаркая погода [1. С. 15].

В последние годы на фоне происходящих глобальных климатических изменений проявляется тенденция увеличения повторяемости и интенсивности региональных гидрометеорологических аномалий [2. С. 188]. Среднее число опасных гидрометеорологических явлений с существенным экономическим и социальным ущербом в 2005–2010 гг. в российских регионах оказалось в 1,6 раза больше, чем для более раннего периода 2000–2005 гг. [3. С. 42]. По данным Томского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Томский ЦГМС), в период с 30 мая по 2 августа 2012 г. по Томской области наблюдалось аномально жаркое и сухое лето, имеющее 1-й ранг за последние 60 лет (<http://www.meteo-tsk.ru/site>). В результате было повреждено большинство сельскохозяйственных культур на значительной территории земледельческой области, урожайность составила менее 50% от запланированной. Убытки от аномально-жаркой и засушливой погоды несли: перерабатывающие отрасли, речной транспорт (на многих реках прекратилась навигация, что привело к срыву контрактов доставки грузов и банкротству речных компаний), рыболовство и лесное хозяйство региона.

Лесные и торфяные пожары отмечались практически на всей территории области, особо сложная ситуация была в Верхнекетском, Тегульдетском и Каргасокском районах. Всего зарегистрировано в период чрезвычайной ситуации 518 лесных пожаров на общей площади 102 120,3 га. В период с июня по август лесные пожары в области и в соседних регионах сформировали высокий уровень загрязнения воздуха продуктами горения. Шлейфы дыма, хорошо дешифрируемые на спутниковых снимках, распространялись на населенные пункты, в том числе и на Томск, и сопровождалась мглой с уменьшением вертикальной и горизонтальной видимости до 80–100 м и запахом продуктов горения.

Хозяйственный комплекс Томской области к началу формирования этого экстремального режима погоды имел долгосрочный прогноз на лето 2012 г., составленный в Гидрометцентре России с использованием гидродинамико-статистического подхода на основе результатов моделирования по глобальным моделям общей циркуляции атмосферы и океана Гидрометцентра России и Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова (ГГО) (рис. 1). Согласно этому прогнозу, лето 2012 г. на большей части территории Сибирского федерального округа с высокой долей вероятности ожидалось аномально теплым (рис. 2).

Установка на жаркое и сухое лето, в целом, оказалась верной. Непредсказанный экстремальный режим температуры и осадков спрогнозировать с большой заблаговременностью на современном уровне развития науки пока не представляется возможным.

Цель исследования, используемые материалы и методы анализа

Цель данной работы – анализ метеорологических условий и сформировавшихся их синоптических процессов лета 2012 г. в Томской области, расчет специфических прикладных показателей, климатическая оценка летнего сезона.

Исходным материалом послужили данные метеорологической сети Росгидромета на территории Томской области. Сведения о природных пожарах взяты с сайта МЧС России (<http://www.70.mchs.gov.ru>). Синоптический материал предоставлен Томским ЦГМС (<http://www.meteo>

tsk.ru). Данные об урожайности и ущербе заимствованы с сайта Департамента социально-экономического развития села Томской области (<http://www.agro.tomsk.ru>), долгосрочный прогноз погоды по территории области – с сайта Гидрометцентра России (<http://www.meteoinfo.ru>).

Рассмотрены температура воздуха на высоте 2 м и атмосферные осадки суточного разрешения, анализ которых проводился с использованием климатических «норм» (1971–2000 гг.), принятых Всемирной метеорологической организацией.

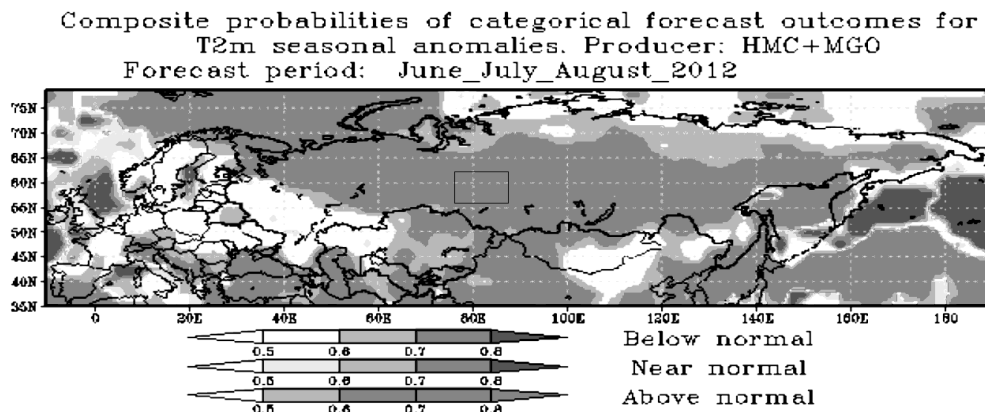


Рис. 1. Композитная карта вероятностей, построенная по данным сезонных прогнозов Гидрометцентра России/ТГО на лето 2012 г. для приземной температуры. Прямоугольником обозначена область исследования

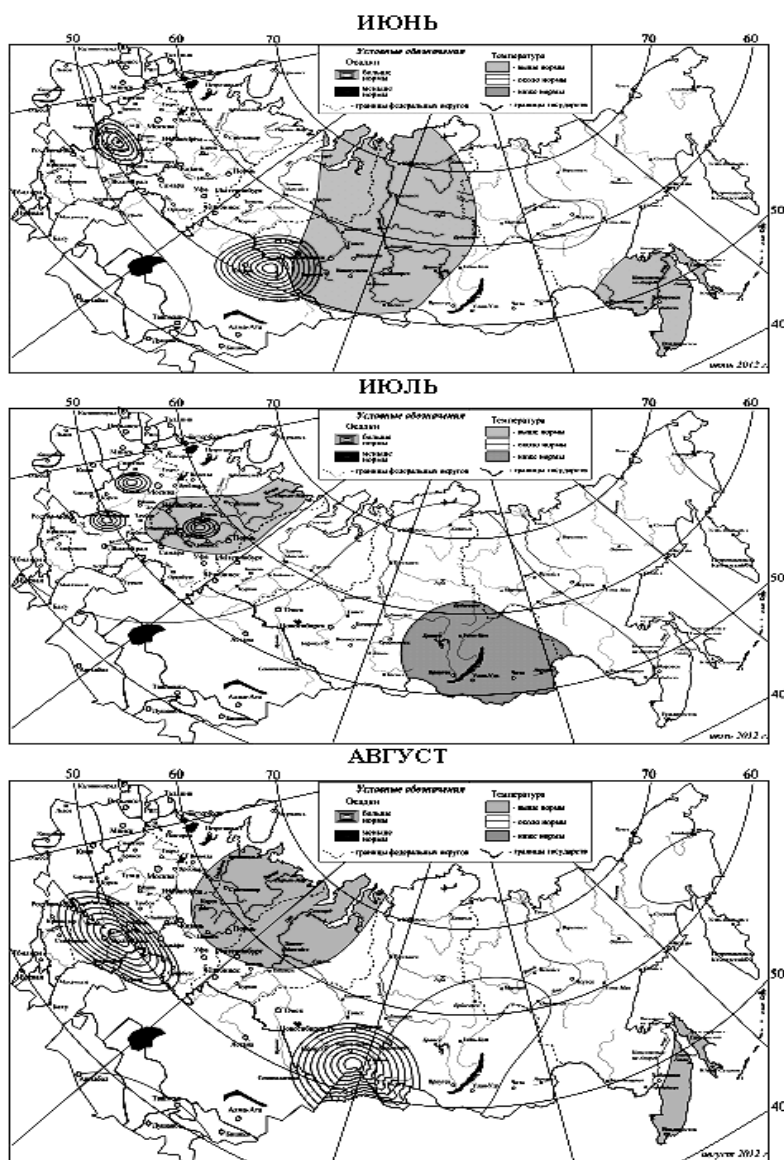


Рис. 2. Официальный прогноз аномалий температуры воздуха и сумм осадков на лето 2012 г.

Гидротермический режим в период жаркой погоды, так же как в [4. С. 92], оценивался по аномалиям температуры воздуха и количества выпавших осадков, запасам продуктивной влаги в почве и снижению урожайности сельскохозяйственных культур [5. С. 91]. В качестве комплексного показателя режима увлажнения (засушливости) рассчитан гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г.Т. Селянинова по [6. С. 197]:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R, \text{ мм}}{0.1 \sum T \geq 10^\circ\text{C}},$$

где $\sum R$ – сумма осадков за месяцы, мм; $\sum T \geq 10^\circ\text{C}$ – сумма среднесуточных значений температуры воздуха больше 10°C (сумма эффективных температур).

Для классификации уровней тепловлагообеспеченности используются градации ГТК, принятые во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной метеорологии [7. С. 7] (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
Шкала классификации уровней тепловлагообеспеченности по значениям ГТК

ГТК, мм/°C	Характеристика влагообеспеченности	ГТК, мм/°C	Характеристика влагообеспеченности
< 0,2	Очень сильная засуха	0,76–1,0	Недостаточная
0,21–0,39	Сильная засуха	1,1–1,4	Оптимальная
0,4–0,6	Средняя засуха	1,41–1,5	Повышенная
0,61–0,75	Слабая засуха	≥ 1,5	Избыточная

Отметим, что пороговые значения перехода к градациям могут несколько различаться [7. С. 168], но отличия не превышают 0,1.

Синоптическая ситуация

В наиболее засушливый временной интервал (июль) территория области у поверхности Земли находилась преимущественно в малоградиентном антициклональном поле; лишь изредка, при подъеме полярного фронта до южных районов области, изобары приобретали

циклоническую кривизну. На рис. 3 приводится информация о локализации антициклонических центров у поверхности Земли и траекториях их перемещения за июль 2012 г.

На карте АТ-500 1 июля сформировался антициклон как многоядерное барическое образование, и в последующие дни происходила миграция этих ядер внутри основного замкнутого образования, чередовавшаяся периодическим преобразованием его в барический гребень. С 3 по 11 июля над Томской областью находилась высотная ложбина, но уже с 12 июля отмечалась преимущественно антициклональная ситуация, ось барического гребня проходила по 55° в.д. и медленно смещалась на восток, достигнув к 21 июля 85° в.д., и распространилась в северном направлении до Арктического побережья. Основное антициклональное ядро, определявшее погоду Западной и Восточной Сибири, располагалось на юго-западе территории Республики Саха (Якутия).

К 25 июля исследуемая территория находилась в узкой полосе высокого давления, с запада ограниченной квазистационарной высотной ложбиной, меридионально ориентированная ось которой проходила по Восточному Уралу. К концу июля активизировался антициклогенез над европейской территорией и стал доминирующим процессом в этой части России, у Сибирского же гребня стала проявляться тенденция к широтной ориентации. К 31 июля циклоническая кривизна изобар над Томской областью определила появление облачности, и со 2 августа и далее в течение месяца отмечались кратковременные дожди, местами достигавшие градаций «сильных».

Таким образом, наблюдавшийся антициклональный режим можно охарактеризовать как длительный блокирующий процесс. Его образование, очевидно, предполагалось при формулировке официального долгосрочного прогноза. В то же время количественные характеристики интенсивности и длительности его существования – проблема пока не решенная.

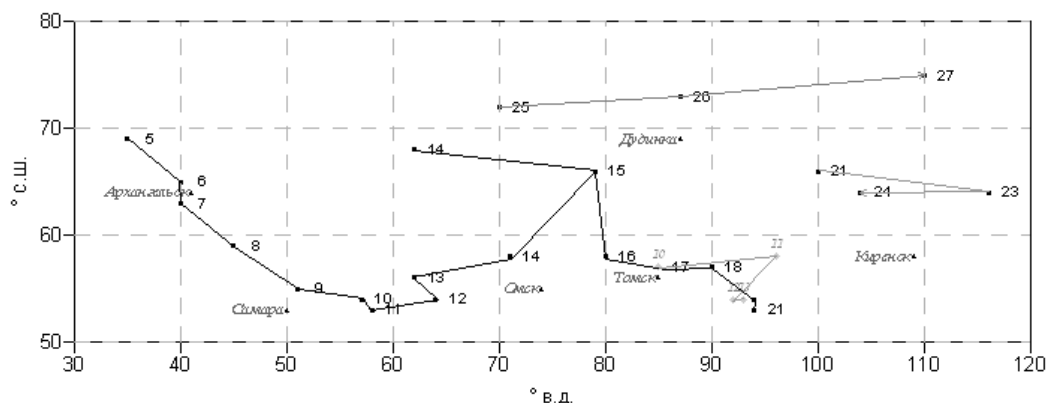


Рис. 3. Положение и траектории основных антициклональных образований у поверхности Земли за июль 2012 г. (цифрами обозначены даты)

Под блокирующим антициклоном («blocking») понимается обширный малоподвижный, длительно существующий антициклон, который обладает способностью не пропускать другие воздушные массы на занимаемую им территорию [3. С. 44]. Согласно [9. С. 688], длительность летних блокирующих антициклонов в течение последних полувека на земном шаре не пре-

вышала трех недель, а самые продолжительные периоды антициклонической погоды длились не больше месяца и в зимний период. Средний срок жизни антициклона – от 3 до 5 сут, и лишь 1% антициклонов относят к долгоживущим (до 15 сут). Однако на европейской территории России (ЕТР) в 1972 и 2010 гг. антициклон в летнее время существовал практически два месяца,

вызывая катастрофическую засуху и сильнейшую жару, а также чрезвычайную пожароопасность [10. С. 6]. Аналогичная аномальная ситуация повторилась в 2012 г. в Западной Сибири, где блокирующий процесс просуществовал более двух месяцев [11. С. 112]. Внимание к процессам блокирования повысилось после событий аномально жаркой погоды 2010 г. на ЕТР [12. С. 6].

На территории Западной Сибири по данным за период с 1949 по 1984 г. [13. С. 15] в межгодовой повторяемости блоков проявляется 11-летняя цикличность. Выделяются периоды повышенной (1951–1962, 1967–1970, 1979–1983 гг.) и пониженной (1949–1950, 1963–1966, 1971–1978 гг.) повторяемости блоков. Максимум образования блоков приходится на июль и декабрь, минимум – на сентябрь – октябрь (рис. 4).

Средняя продолжительность процесса 4,0–5,7 дней, зимой и летом 5,5–5,7 дней, весной и осенью 4,0–4,9 дней. Процессы длительностью более 10 сут чаще наблюдаются зимой. Интенсивность блокирующих антициклонов (рис. 4) колеблется в диапазоне 1005–1 075 гПа, зимой она выше. Кроме того, летом 2012 г. осуществились обе схемы развития процессов на изобарической поверхности АТ–500, способствующие возникновению блокирующих антициклонов над восточными районами России [14. С. 63]. Для первой схемы процессов характерны выделение самостоятельного антициклона из области Азорского гребня над Скандинавским п-овом и смещение его на север Урала и Сибири. Даная схема была характерна для начала лета.

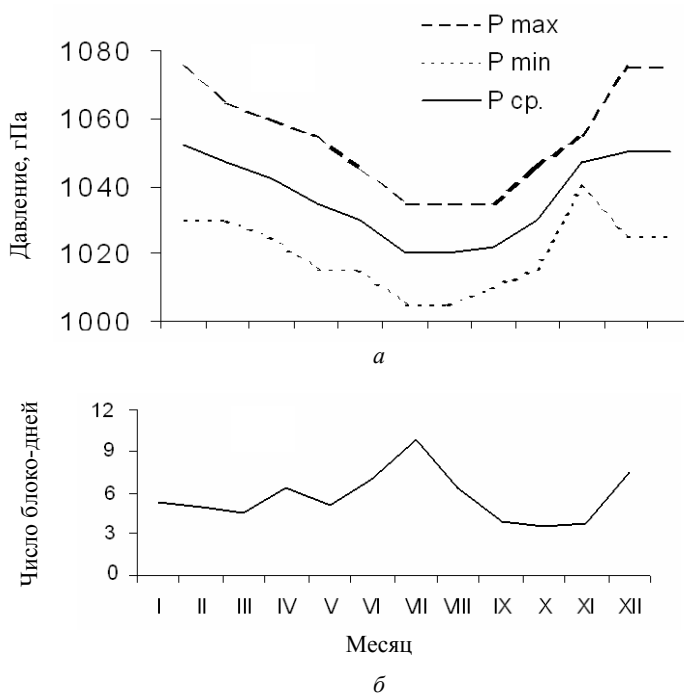


Рис. 4. Среднегодовья интенсивность (а) и внутригодовая повторяемость (б) блокирующих антициклонов Западной Сибири

Вторая схема процесса реализовалась ближе к концу лета, в ней наблюдаются образование антициклонов на юге ЕТР, Украине, затем усиление и смещение их в северо-восточном направлении на Сибирь. Одновременно с формированием указанных гребня и антициклонов происходят активизация гавайского максимума и распространение его гребня в северо-западном, западном направлениях.

В результате такого развития процессов возникает один длинноволновый высотный гребень, в области которого над Сибирью образуется блокирующий антициклон. Наблюдавшийся блокирующий процесс в свою центральную фазу имел признаки «меридионального» типа блокирования, возможные сценарии которого представлены в [15. С. 92].

Основные результаты

Приповерхностная температура воздуха. На территории Томской области значительные положительные аномалии (ΔT) температурного режима от 1,3 до 7,2°C (за

июнь – июль) наблюдались впервые за последние 60 лет. Так, ΔT в июне в Томске достигла значений 5,3°C, в целом по территории она составила 5,7°C. Максимальная ΔT в июне наблюдалась на севере области на ст. Александровское и составила 7,2°C (табл. 2). В июле, при некотором ослаблении жары, аномалия среднемесячной температуры воздуха, осредненной для территории исследования, составила 2,3°C (см. рис. 5).

Фактор жаркой погоды в сочетании с атмосферной и почвенной засухой и перегревом поверхности почвы (50–55°C) обусловил самовозгорание растительности во многих районах области. В течение июня – июля среднесуточная температура воздуха поднималась выше 30°C, достигая значения 36,9°C на ст. Новый Васюган, что является новым абсолютным максимумом (предыдущий в 1969 г. составлял 36,0°C); 35,9°C на ст. Прохоркино (предыдущий в 1988 г. составлял 35,0°C); 35,8°C – на ст. Средний Васюган; 35,3°C – на ст. Березовка.

В конце первой декады августа блокирующий антициклон начал разрушаться. Благодаря усилению цик-

лонической активности на территории исследования жара резко ослабела, что отразилось и на среднемесяч-

ной температуре августа: на всех станциях она оказалась в пределах климатической нормы.

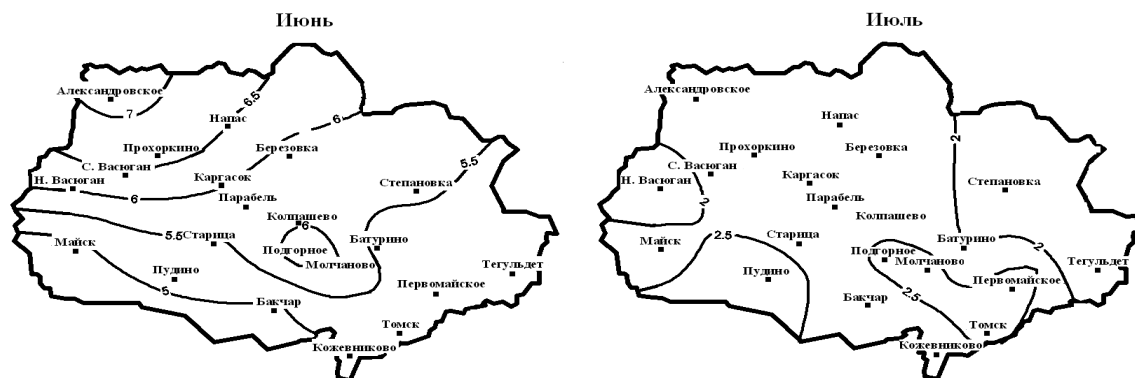


Рис. 5. Карта-схема распределения аномалий среднесуточной температуры воздуха на высоте 2 м по территории Томской области, °С

Таблица 2

Агрометеорологические показатели, характеризующие засуху 2012 г.

Станция	Осадки, % от нормы			Отклонение температуры воздуха от нормы, °С			Гидротермический коэффициент					
	Июнь	Июль	Август	Июнь	Июль	Август	Июнь		Июль		Август	
							знач.	класс	знач.	класс	знач.	класс
Александровское	1	23	55	7,2	2,0	-0,2	0,01	осз	0,23	сз	0,84	ндт
Напас	3	70	73	6,4	2,4	-0,8	0,03	осз	0,88	ндт	1,44	пвт
Прохоркино	32	65	64	6,7	2,3	-0,4	0,34	сз	0,83	ндт	1,24	опт
Березовка	60	5	61	5,9	2,3	-0,9	0,57	срз	0,07	осз	1,25	опт
Средний Васюган	20	28	45	6,6	2,4	-0,3	0,19	осз	0,32	сз	0,78	ндт
Новый Васюган	54	4	57	6,2	2,8	0,1	0,48	срз	0,05	осз	0,90	ндт
Каргасок	49	33	64	6,2	2,1	-0,4	0,52	срз	0,35	сз	1,01	опт
Степановка	4	2	52	5,7	1,8	-0,8	0,04	осз	0,02	осз	0,82	ндт
Парабель	26	2	73	5,6	2,1	-0,6	0,25	сз	0,02	осз	1,06	опт
Колпашево	24	5	106	5,9	2,3	-0,8	0,23	сз	0,05	осз	1,57	изб
Старица	65	11	76	5,5	2,3	-0,2	0,62	слз	0,12	осз	1,24	опт
Майск	141	28	118	4,9	2,4	0,1	1,29	опт	0,29	сз	1,76	изт
Батурино	32	21	142	5,2	1,9	-1,0	0,32	сз	0,22	сз	2,26	изт
Подгорное	18	7	120	6,3	2,6	-0,3	0,14	осз	0,07	осз	1,84	изт
Молчаново	11	5	119	6,0	2,6	-0,7	0,10	осз	0,04	осз	1,54	изт
Пудино	32	43	199	5,2	2,7	-0,1	0,35	сз	0,45	срз	3,08	изт
Тегульдэт	5	7	188	4,6	1,3	-1,4	0,05	осз	0,08	осз	3,07	изт
Первомайское	5	8	120	5,4	2,6	-0,7	0,04	осз	0,08	осз	1,67	изт
Бакчар	22	9	172	5,0	2,3	-0,2	0,19	осз	0,10	осз	2,70	изт
Томск	54	33	111	5,3	2,6	-0,5	0,53	срз	0,35	сз	1,72	изт
Кожевниково	19	16	118	5,0	2,4	-0,4	0,16	осз	0,14	осз	1,50	изт
Томская область	32	20	102	5,7	2,3	-0,5	0,31	сз	0,21	сз	1,41	пвт

Примечание. Обозначение классов ГТК. Засуха: осз – очень сильная; сз – сильная; срз – средняя; слз – слабая. Теплообеспеченность: ндт – недостаточная; опт – оптимальная; пвт – повышенная; изт – избыточная.

Атмосферные осадки. Экстремальной засушливости лета 2012 г. способствовал изменчивый по режиму осадков, с некоторым их недобором (до 11% от нормы в феврале), зимний период и аномально теплое предвесенье – ΔT в Томске составило 5,3°С в марте и 3,9°С в апреле. Погодные условия определили слабое снегонакопление, что способствовало глубокому промерзанию почвы (глубина промерзания почвы была на 20–30 см больше средней многолетней). К началу снеготаяния количество осадков за зимний период оказалось на 59% меньше климатической нормы, аналогичная ситуация была отмечена только в 1967 г.

Отмечался наиболее ранний (8 апреля) сход снежного покрова по отношению к ранее зафиксированной дате (12 апреля), что по отношению к среднеклиматической дате (30 апреля) раньше на 18 дней. Такой быстрый сход снега на территории области и медлен-

ное оттаивание почвы привели к непродуктивному стоку вод. В то же время пополнение влагозапасов в почве за счет атмосферных осадков в апреле в большинстве районов Томской области несколько улучшилось, сумма осадков превысила норму и составила 130–162% от нормы.

Такой режим погоды сформировался вследствие того, что с января по март территория области находилась преимущественно под влиянием антициклонических образований, лишь изредка уступавших место непродолжительным циклоническим вторжениям. Кроме того, влагозапас в почве к маю оказался недостаточным для успешного формирования фазы всходов растений. Ситуация в мае была более благоприятной для сельскохозяйственных культур – количество атмосферных осадков и приземная температура соответствовали климатической норме.

Антициклональная погода июня – июля, длительное блокирование зонального переноса и отсутствие активных фронтальных разделов способствовали иссушению воздушных масс и отсутствию условий осадкообразова-

ния. С середины июня не было дождей в ряде районов (Александровское – 1% от нормы, Напас – 3% от нормы) (см. табл. 2). На территории области в среднем выпало осадков в июне – 32% от нормы, в июле – 20% (рис. 6).

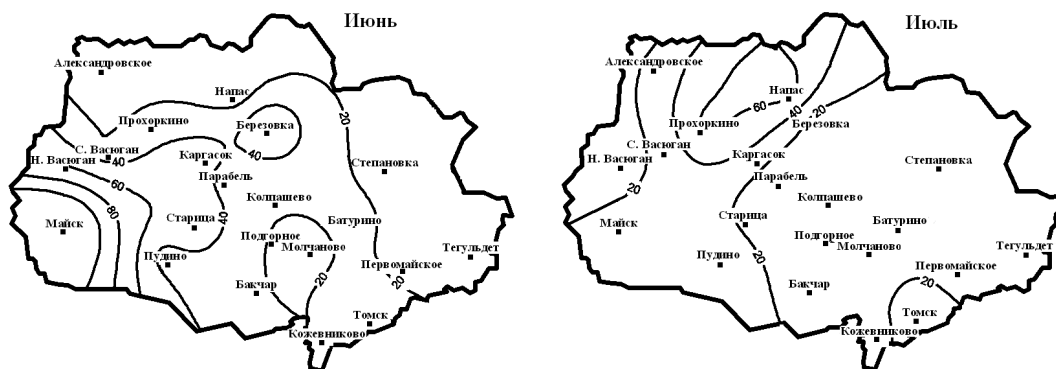


Рис. 6. Карта-схема распределения аномалий атмосферных осадков по территории Томской области, мм

В конце июня и начале июля по области отмечались умеренные и сильные дожди. В этот период юго-западная часть области оказалась под влиянием полярного фронта, надвигавшегося с юго-запада, а с ним и очагов конвективной неустойчивости. Такая синоптическая обстановка способствовала выпадению кратковременных дождей, местами очень сильных (см. табл. 3).

тициклоном (от июня к июлю менялась лишь дислокация его центра). При этом осадки практически повсеместно по области отсутствовали до конца первой декады августа и отмечались лишь в виде небольших кратковременных дождей. Июльская сумма осадков составила в Томске 33,4% от нормы, в Степановке – только 1,8% от нормы. В августе на территории юго-западных и юго-восточных районов области осадков выпало больше нормы (до 199% на ст. Пудино), дефицит сохранялся в северных – Александровском, Каргасокском и Верхнекетском районах (см. табл. 2). Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы под ранними яровыми культурами снизились до значений 10 мм и менее. У этих культур наблюдалось преждевременное высыхание листьев, колосьев, а также череззерница и пустоколосица.

Таблица 3

Количество осадков по станциям Томской области, мм

Дата	Станция							
	Ван-жилы-Кынак	Парабель	Томск	Коженинково	Александровское	Каргасок	Напас	Пудино
25.06	37.0							
27.06		11.0						
03.07			20.0	9.0				
07.07					11.0	10.0	46.0	27.0

Так, на ст. Напас, где дождей не отмечалось с 15 июня, за одни сутки 7 июля выпало 46 мм, или 58% от месячной нормы. Со второй половины июля синоптическая ситуация вновь определялась блокирующим ан-

тициклоном (от июня к июлю менялась лишь дислокация его центра). При этом осадки практически повсеместно по области отсутствовали до конца первой декады августа и отмечались лишь в виде небольших кратковременных дождей. Июльская сумма осадков составила в Томске 33,4% от нормы, в Степановке – только 1,8% от нормы. В августе на территории юго-западных и юго-восточных районов области осадков выпало больше нормы (до 199% на ст. Пудино), дефицит сохранялся в северных – Александровском, Каргасокском и Верхнекетском районах (см. табл. 2). Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы под ранними яровыми культурами снизились до значений 10 мм и менее. У этих культур наблюдалось преждевременное высыхание листьев, колосьев, а также череззерница и пустоколосица.

Гидротермический режим. Оценка ГТК в июне и сопоставление его значений со шкалой табл. 1 подтвердила формирование в июне на большей части территории атмосферной засухи трех градаций – очень сильная, сильная и средняя (рис. 7). Лишь юго-запад области характеризовался оптимальными по режиму тепловлагообеспеченности условиями.

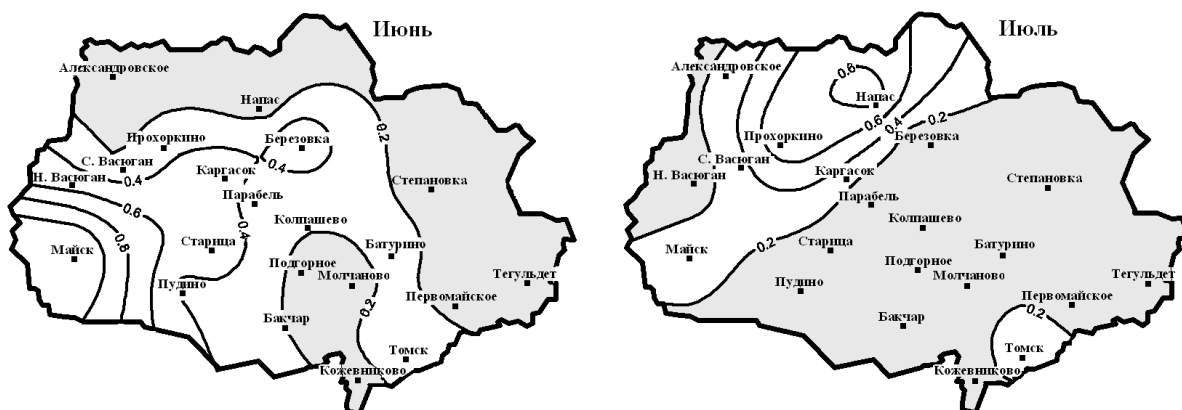


Рис. 7. Карта-схема распределения ГТК по территории Томской области (серый цвет – зона «очень сильной засухи»)

Сильная атмосферная засуха, в сочетании с почвенной, на фоне аномально высоких температур в июне и июле была решающим фактором для снижения про-

дуктивности зерновых культур. Сложившиеся погодные условия ускорили появление большой популяции насекомых-вредителей, к середине июля повреждения

растений отмечались на 50% площади территории землепользования.

В качестве климатической оценки летнего сезона 2012 г. проведем сравнение его ГТК со значениями ГТК в наблюдавшиеся засухи прошлых лет на территории Томской области. Хронология засух, которые выбирались с учетом охвата территории, аномалии урожайности и ущерба, заимствована из [7. С. 10].

Т а б л и ц а 4
Комплексный показатель атмосферной засухи – ГТК, осредненный за июнь – август в годы сильных и обширных засух (период 1963–2012 гг.)

Регион	Год								
	1963	1965	1974	1975	1981	1991	1995	1999	2012
Томская область	1,2	1,3	1,4	1,0	0,7	1,0	1,1	0,9	0,6

Анализ этого материала показал, что за последние 70 лет на территории Томской области атмосферные засухи длительностью более месяца отмечались в 9 летних сезонах, коэффициенты ГТК для которых приведены в табл. 4.

Заключение

Анализ фактического материала по метеорологическим условиям и синоптической обстановке показал, что экстремальный режим лета 2012 г. на территории Томской области является редким по сочетанию неблагоприятных погодных условий и длительности их существования. Наличие определенных зависимостей между усилением блокирующих процессов и активизацией солнечной активности позволяет предположить в ближайшие годы повторения с большой долей вероятности аналогичных условий на территории России. Организации хозяйственных комплексов территорий, в том числе и Томской области, обязаны более ответственно относиться к официальным долгосрочным прогнозам погоды, а региональные подразделения гидрометеослужбы – обеспечивать качественную их интерпретацию применительно к территории обслуживания и действующих на ней отраслей.

Необходимо продолжить поиск эффективных предикторов для построения прогностических зависимостей для сезонного прогноза аномальных условий погоды на юге Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Изменения климата*. Информационный бюллетень. М. : Росгидромет, 2013. № 39. 30 с.
2. *Анисимов О.А., Израэль Ю.А.* Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М. : Росгидромет, 2008. 288 с.
3. *Мохов И.И.* Аномальное лето 2010 года в контексте общих изменений климата и его аномалий // Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года / под ред. Н.П. Шакиной. М. : Трида Лтд, 2011. С. 41–48.
4. *Селянинов Г.Т.* Происхождение и динамика засух. Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. Л. : Гидрометеиздат, 1958. 184 с.
5. *Мещенская А.В.* О показателе засух и урожайности зерновых культур // Метеорология и гидрология. 1988. № 2. С. 91–98.
6. *Алпатьев А.М.* Влагооборот культурных растений. Л. : Гидрометеиздат, 1954. 323 с.
7. *Страшина А.И.* Агрометеорологические особенности засухи 2010 г. в России по сравнению с засухами прошлых лет // Метеорология и гидрология. 2011. № 4. С. 5–11.
8. *Кислов А.В., Евстигнеев В.М., Махлазова С.М. и др.* Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-европейской равнины в условиях потепления XXI века. М. : МАКС Пресс, 2008. 292 с.
9. *Мохов И.И., Петухов В.К.* Блокинг и их тенденции изменения // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 1997. Т. 337, № 5. С. 687–689.
10. *Шакина Н.П., Иванова А.Р.* Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования // Метеорология и гидрология. 2010. № 11. С. 5–18.
11. *Бережная Т.В., Голубев А.Д., Паришина Л.Н.* Аномальные гидрометеорологические явления на территории Российской Федерации в июле 2012 г. // Метеорология и гидрология. 2012. № 11. С. 112–124.
12. *Шакина Н.П., Иванова А.Р., Бирман Б.А. и др.* Блокирование: условия лета 2010 года в контексте современных знаний // Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года / под ред. Н.П. Шакиной. М. : Трида Лтд, 2011. С. 6–22.
13. *Барашкова Н.К.* Характеристики состояния и динамики блокирующих антициклонов Западной Сибири // Материалы Международной научно-практической конференции «География и регион» III. Наблюдения, анализ и прогноз метеорологических условий. Пермь, 2002. С. 14–17.
14. *Калачикова В.С.* Блокирующие антициклоны над Сибирью в холодное полугодие и возможность их прогноза // Метеорология и гидрология. 1973. № 2. С. 61–67.
15. *Бордовская Л.И.* Блокирующие гребни над Уральским хребтом и их влияние на синоптические процессы Западной Сибири // Труды ЗСРНИГМИ. 1976. Вып. 21. С. 90–98.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 4 апреля 2013 г.