

АНАЛИЗ ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ И ИХ СВЯЗЬ С УСТАНОВЛЕНИЕМ И СХОДОМ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Тищенко, Н.Н. Кузнецова, Т.М. Федунова

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации
tischenko@mecom.ru, nkuznetsova@mecom.ru*

Данная работа является одним из разделов изучения микроклимата за 2001–2014 гг. в районах, окружающих центры падения вторых ступеней ракет-носителей (РН), и в рамках исследования экологической безопасности ракетно-космической деятельности, проводимой ОКР «Байконур НКИ-МГУ» [1, 3]. Важными элементами микроклимата определенного региона являются колебания температур воздуха и поверхности почвы, а также продолжительность залегания снежного покрова. Данная статья является продолжением работы [9].

Устойчивые переходы температуры воздуха через различные пороги весной и осенью относятся к важным характеристикам погоды, указывающим на смены сезонов [2, 4–6]. Следует заметить, что знание лишь средних дат устойчивого перехода температуры воздуха через какой-либо предел не всегда бывает достаточным, так как обеспеченность не позднее (или не раннее) этой даты составляет только 50 %.

Температура почвы, так же как и температура воздуха, определяется климатообразующими факторами крупного масштаба. На термический режим почвы еще больше, чем на температуру воздуха, оказывают влияние местные условия, но в особенности состояние ее поверхности: наличие и характер растительности

летом, наличие и высота снежного покрова или его отсутствие зимой. Действие этого сложного комплекса факторов приводит к тому, что температуры почвы даже в близких местах могут значительно отличаться друг от друга. Колебания температуры почвы из года в год значительно меньше, чем колебания температуры воздуха. Переход средней суточной температуры почвы весной и осенью через порог 0 °С означает начало оттаивания почвы и начало промерзания почвы.

Снежный покров играет важную роль, уменьшая направленный вверх от почвы тепловой поток, сокращая потери тепла в атмосферу, промерзание почв и амплитуды колебаний температуры. В весенний период значительная часть поступающего тепла идет на таяние снега. В условиях Западной Сибири, где от шести месяцев и более территория покрыта снегом, велико влияние снежного покрова на формирование климата в зимний период.

Появление снежного покрова находится в соответствии с датой наступления средней суточной температуры воздуха 0 °С. Однако в лесной зоне, к которой относится Томская область, снежный покров устанавливается на несколько дней раньше (1–4 дня) наступления температурного режима ниже 0 °С.

Под сходом снежного покрова понимается период, когда покрытие открытой местности снегом снижается до 50 %.

Все полученные в ходе работы климатические показатели сравнивались с данными климатических справочников [7, 8] за 1881–1960 гг.

Исследования проводились по территории Томской области (Западная Сибирь), где выбраны 4 станции (Ванжиль-Кынак, Колпашево, Батурино, Кенга), окружающие район падения (РП-372) вторых ступеней ракет-носителей. Заметим, что почти вся территория Томской области находится в пределах таежной зоны и степень заболоченности ее достигает 37 %, что определенным образом сказывается на климатических условиях данного региона.

На рис. 1 нанесены перечисленные метеорологические станции и центр района падения вторых ступеней ракет-носителей.

Ранее [9] была создана программа, по которой вычислялись весенние и осенние даты переходов средней суточной температуры

через конкретные градации (0 °С, +5 °С, +10 °С). По полученным данным строились графики хода средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы для всех выбранных станций. Пример такого графика для средней суточной температуры воздуха приведен в [9].

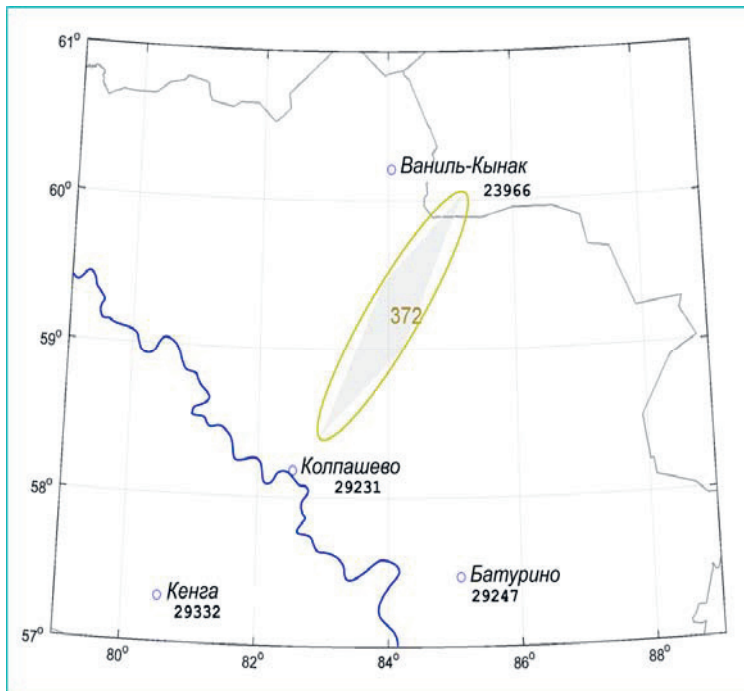


Рис. 1. Метеорологические станции с номерами и РП-372.

На основе полученных данных проводилась выборка дат самых ранних и поздних переходов температур весной и осенью по каждой станции и по годам, по которой были сформированы табл. 1, 2.

Весенние и осенние даты устойчивого перехода температуры воздуха и поверхности почвы изучались отдельно по станциям и по району в целом.

Весенние даты устойчивых переходов средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через различные градации по годам

В табл. 1 представлены даты устойчивого весеннего перехода средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через различные пороги по годам по территории Томской области в целом. Видно, что переход по обоим параметрам через градацию 0°C осуществлялся с третьей декады марта по первую декаду мая. Самый ранний по температуре воздуха и поверхности почвы произошел в 2009 году (станция Кенга).

Поздние переходы температуры воздуха через все градации температуры отмечались на севере территории. Переход через градацию 0°C в первой декаде мая отмечался лишь в трех годах: 2001, 2004 и 2006 гг., самый поздний отмечался в 2006 г. (станция Ваниль-Кынак). При этом ранние и поздние переходы температуры воздуха на этих же станциях отмечались в 10 случаях из 14, за исключением 2002, 2003, 2007 и 2008 гг., и разница между датами переходов составила в среднем 8 суток (максимум за весь период 43 дня).

Практически все самые ранние даты перехода средней суточной температуры поверхности почвы через градацию 0°C за 2001–2014 гг., кроме 2012 г., отмечались на станции Кенга. Самая поздняя дата начала оттаивания поверхности почвы отмечалась на северо-востоке территории и в 10 годах из 14 наблюдалась в первой декаде мая. В среднем процесс оттаивания почвы по территории длился 23 дня (максимум 45 дней).

В среднем устойчивый переход температуры через 0°C на поверхности почвы наблюдался позднее, чем в воздухе, и медленнее распространялся на север территории.

По всей области средняя суточная температура воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$ устанавливалась в течение 17 дней (максимум 58), а выше $+10^{\circ}\text{C}$ – за 9 дней (максимум 38 дней с первой декады мая по вторую декаду июня). При этом чаще ранние даты перехода через градации $+5^{\circ}\text{C}$ и $+10^{\circ}\text{C}$ встречались на станции Кенга. Самый поздний переход через предел $+10^{\circ}\text{C}$ осуществился в 2014 году.

Таблица 1

Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через различные пороги весной в среднем по территории РП-372 за 2001–2014 гг.

Год	Температура воздуха						Температура поверхности почвы					
	0 °С		+5 °С		+10 °С		0 °С		+5 °С		+10 °С	
	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний
2001	09.04	02.05	02.05	06.05	27.05	14.04	03.05	02.05	07.05	06.05	26.06	
2002	13.04	22.04	02.05	13.05	19.05	14.04	02.05	02.05	21.05	13.05	11.06	
2003	13.04	27.04	02.05	04.05	13.05	17.04	05.05	27.04	10.05	05.05	29.05	
2004	01.05	02.05	02.05	13.05	13.05	15.05	02.05	02.05	15.05	12.05	24.05	
2005	11.04	18.04	19.04	16.05	16.05	11.04	08.05	18.04	11.05	14.05	16.05	
2006	21.04	06.05	09.05	16.05	10.05	18.04	08.05	08.05	15.05	10.05	24.05	
2007	31.03	01.04	07.04	20.04	08.06	01.04	23.04	18.04	15.05	24.05	08.06	
2008	20.04	20.04	20.04	08.05	12.05	20.04	08.05	20.04	08.05	07.05	29.05	
2009	24.03	20.04	07.05	26.05	27.05	24.03	08.05	21.04	14.05	27.05	28.05	
2010	08.04	19.04	24.04	12.05	12.05	14.04	03.05	21.04	12.05	09.05	27.05	
2011	06.04	08.04	09.04	15.04	10.05	07.04	22.04	12.04	18.05	11.05	20.05	
2012	29.03	01.04	02.05	11.05	27.05	03.04	19.04	01.05	11.05	12.05	27.05	
2013	07.04	17.04	22.04	03.06	06.06	08.04	23.04	22.04	20.05	03.06	05.06	
2014	29.03	13.04	15.04	01.05	10.06	14.04	06.05	30.04	11.05	01.05	12.06	
За весь период	24.03	06.05	07.04	03.06	06.05	24.03	08.05	12.04	21.05	01.05	26.06	
Средние	11.04	18.04	23.04	09.05	21.05	07.04	29.04	25.04	14.05	14.05	04.06	
Амплитуда	38	35	32	49	31	39	19	26	14	33	41	

При этом поздний переход через порог $+10^{\circ}\text{C}$ в июне наблюдался только в 2007, 2013 и 2014 гг. Чаще всего поздние даты перехода через пороги $+5^{\circ}\text{C}$ и $+10^{\circ}\text{C}$ отмечались на станции Ваниль-Кынак.

Прогрев поверхности почвы выше $+5^{\circ}\text{C}$ на исследуемой территории происходил в среднем в течение 20 дней, выше $+10^{\circ}\text{C}$ – за 21 день, а между самыми ранними датами перехода через $+5^{\circ}\text{C}$ и самыми поздними датами перехода через $+10^{\circ}\text{C}$ – 75 дней со второй декады апреля по третью декаду июня. Следует отметить, что во все годы (кроме 2004 г.) раньше всего переход через градацию $+10^{\circ}\text{C}$ наступал в Кенге, а позже – на станции Ваниль-Кынак. Таким образом, в Томской области в среднем весенний переход через различные пороги средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы отмечался в близкие сроки с разницей примерно 7 дней, исключение составил переход через градацию 0°C (эта разница достигла 14 дней в 2014 году).

В качестве примера на рис. 2 представлены карты распределения средних дат переходов средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через 0°C весной для РП-372 и окружающих территорий, где четко прослеживается согласованность дат переходов температуры воздуха и поверхности почвы.

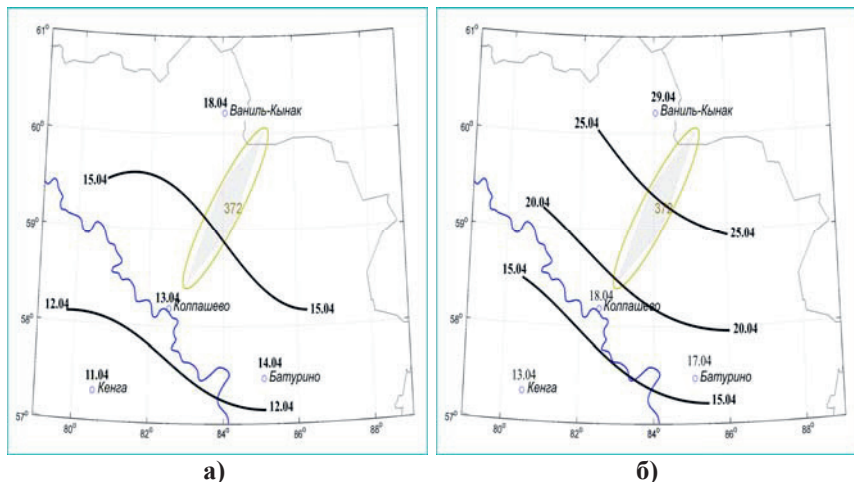


Рис. 2. Средние даты перехода средней суточной температуры воздуха (а) и поверхности почвы (б) весной через 0°C .

На юге переход данной градации на поверхности почвы по сравнению с атмосферой запаздывает на 2–3 дня, а при продвижении на север эта разница доходит до 11 дней. Подобные карты строились для всех порогов температур.

Осенние даты устойчивых переходов средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через различные градации по годам

Осенью на территории Томской области понижение температуры воздуха и температуры почвы ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за указанный ряд лет (табл. 2) наблюдалось с первой декады августа по первую декаду октября, и осуществлялось оно в среднем в течение 20 дней (максимум в течение 31 дня). Следует особо отметить, что для данного региона показателем перехода от лета к осени является дата перехода средней суточной температуры воздуха через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Самый ранний переход средней суточной температуры воздуха через $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ отмечался в 2004 г. на станции Батурино, а самый поздний – в 2011 г. на станции Кенга. Самый ранний переход через градацию $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ был на станциях Ваниль-Кынак (2010 г.) и Кенга (2011 г.). Наибольшее число лет с ранними переходами температуры воздуха от лета к осени наблюдалось на станции Ваниль-Кынак, а с поздними – на станции Кенга. Переход средней суточной температуры воздуха от $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ с севера на юг территории в среднем происходил в течение 36 дней (максимум 73 дня).

Охлаждение поверхности почвы до средней суточной температуры ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ раньше всего произошло в 2001, 2002 и 2013 гг., а позже – в 2011 году.

Средняя суточная температура воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на исследуемой территории устанавливалась начиная с первой декады октября и кончая первой декадой ноября. Самый ранний переход через эту градацию отмечался в 2006 г. на станции Ваниль-Кынак, где обычно наблюдались ранние переходы (исключение 2014 г.). Самый поздний – в 2010 г. на станциях Кенга и Батурино, при этом на станции Кенга поздние переходы отмечались в 12 случаях из 14. Зима (устойчивый переход через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) начинается в среднем по территории в последних числах октября.

Таблица 2

Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через различные пороги осенью в среднем по территории РП-372 за 2001–2014 гг.

Год	Температура воздуха						Температура поверхности почвы					
	0 °С		+5 °С		+10 °С		0 °С		+5 °С		+10 °С	
	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний	ранний	поздний
2001	09.09	12.09	29.09	06.10	10.10	19.10	24.08	11.09	17.09	03.10	13.10	22.10
2002	09.09	23.09	23.09	06.10	09.10	18.10	05.09	23.09	17.09	02.10	27.09	22.10
2003	08.09	12.09	04.10	06.10	06.10	25.10	08.09	21.09	26.09	07.10	06.10	25.10
2004	07.08	20.09	21.09	14.10	13.10	29.10	07.08	21.09	22.09	14.10	13.10	17.10
2005	11.09	12.09	08.10	09.10	28.10	29.10	12.09	12.09	25.09	10.10	18.10	30.10
2006	19.09	19.09	25.09	27.09	01.10	02.11	24.08	19.09	19.09	28.09	01.10	14.11
2007	08.09	14.09	29.09	01.10	21.10	22.10	08.09	14.09	20.09	03.10	08.10	09.11
2008	12.09	13.09	12.10	13.10	18.10	04.11	13.09	13.09	29.09	13.10	19.10	09.11
2009	31.08	13.09	12.10	12.10	15.10	21.10	31.08	06.10	06.10	13.10	14.10	22.10
2010	02.09	09.09	09.09	03.10	08.11	09.11	02.09	09.09	24.09	03.10	20.10	09.11
2011	26.08	02.10	17.10	18.10	26.10	27.10	28.08	12.09	15.10	18.10	27.10	28.10
2012	14.09	15.09	29.09	05.10	10.10	11.10	14.09	17.09	30.09	10.10	10.10	12.10
2013	05.09	06.09	16.09	26.09	10.10	03.11	05.09	12.09	17.09	26.09	26.09	03.11
2014	26.08	02.09	19.09	25.09	08.10	08.10	27.08	04.09	19.09	19.09	08.10	09.10
За весь период	07.08	02.10	09.09	18.10	01.10	09.11	07.08	06.10	17.09	18.10	26.09	14.11
Средние	28.08	17.09	28.09	06.10	20.10	24.10	27.08	19.09	30.09	02.10	10.10	26.10
Амплитуда	43	27	38	23	38	32	38	32	28	29	31	36

Заморозки на поверхности почвы наступали, начиная с третьей декады сентября (2002 и 2013 гг.), и переход через градацию 0 °С длился по вторую декаду ноября (2006 г.). «Конец лета» в атмосфере по датам совпадает со средней датой первого осеннего заморозка.

По датам перехода средней суточной температуры поверхности почвы через +10 °С, +5 °С, 0 °С выделяются, как и весной, две станции Кенга и Ваниль-Кынак. На первой из них отмечаются самые поздние даты переходов, а на второй самые ранние. При этом на остальных станциях иногда отмечались ранние и поздние переходы температуры через указанные градации.

Самый длинный «теплый период» для поверхности почвы за период 2001–2014 гг. наблюдался в Кенге, а самый короткий – в Ваниль-Кынаке, что обусловлено географическим положением данных станций.

**Число дней со средней суточной температурой воздуха
и поверхности почвы выше 0 °С, +5 °С, +10 °С
за период 2001–2014 гг.**

В табл. 3 представлены данные по числу дней со средней суточной температурой воздуха и поверхности почвы выше 0 °С, +5 °С, +10 °С по отдельным станциям, из которых самые короткие периоды отмечаются на станции Ваниль-Кынак.

Таблица 3

**Число дней со средней суточной температурой воздуха и поверхности
почвы выше 0 °С, +5 °С, +10 °С по отдельным станциям за период
2001–2014 гг.**

Название станции	Температура воздуха			Температура почвы		
	0 °С	+5 °С	+10 °С	0 °С	+5 °С	+10 °С
Ванжиль-Кынак	180	142	103	163	137	101
Колпашево	194	153	110	185	153	115
Батурино	194	158	104	188	151	105
Кенга	197	162	117	199	162	125
Средняя	191	154	108	184	151	112

В среднем по всей территории летний период с температурой выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ не превышал 108 дней в атмосфере и 112 на почве.

Теплый период с температурой выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в среднем составил в атмосфере 191 и на почве 184 дня. По климатическому справочнику [7] средняя продолжительность безморозного периода (температура выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) по всем станциям в атмосфере и на поверхности почвы значительно короче, что говорит о большом сдвиге к увеличению вегетационного периода.

На рис. 3 дано распределение продолжительности периодов со средней суточной температурой воздуха и поверхности почвы выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Видно, что теплый период на юге области для обоих параметров в среднем примерно одинаков с разницей 2–6 дней, а с продвижением на север разница увеличивается до 17 дней. Аналогичные результаты получены для продолжительности периодов со средней суточной температурой выше $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

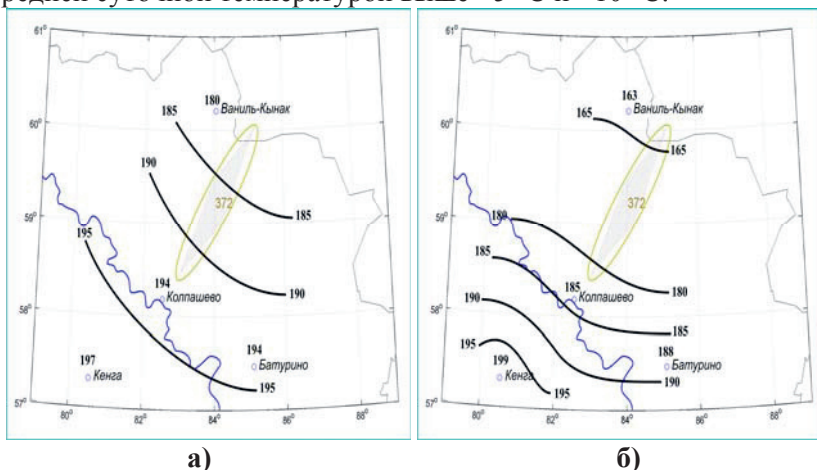


Рис. 3. Число дней со средней суточной температурой воздуха (а) и поверхности почвы (б) выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Суммы средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы, превышающей значения $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Сумма температур является интегральной оценкой температурного режима. В основном используется в тех случаях, когда от

накопления «сумм тепла» или «сумм холода» зависит развитие тех или иных процессов. Суммы температур зависят от высоты места и особенностей местоположения.

В табл. 4 даны суммы средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы, превышающие значения 0 °С, +5 °С, +10 °С, в целом за 2001–2014 гг. по отдельным станциям. Для летнего периода (температура выше +10 °С) эти суммы составили 1700 °С (воздух) и 1881 °С (почва).

Таблица 4

Суммы со средней суточной температурой воздуха и поверхности почвы выше 0 °С, +5 °С, +10 °С по отдельным станциям за период 2001–2014 гг.

Название станции	Температура воздуха			Температура почвы		
	0 °С	+5 °С	+10 °С	0 °С	+5 °С	+10 °С
Ванжиль-Кынак	1904	1832	1564	1995	1944	1685
Колпашево	2150	2065	1728	2345	2280	1995
Батурино	2128	2039	1641	2126	2043	1704
Кенга	2290	2213	1869	2486	2412	2139
Средняя	2118	2037	1700	2238	2170	1881

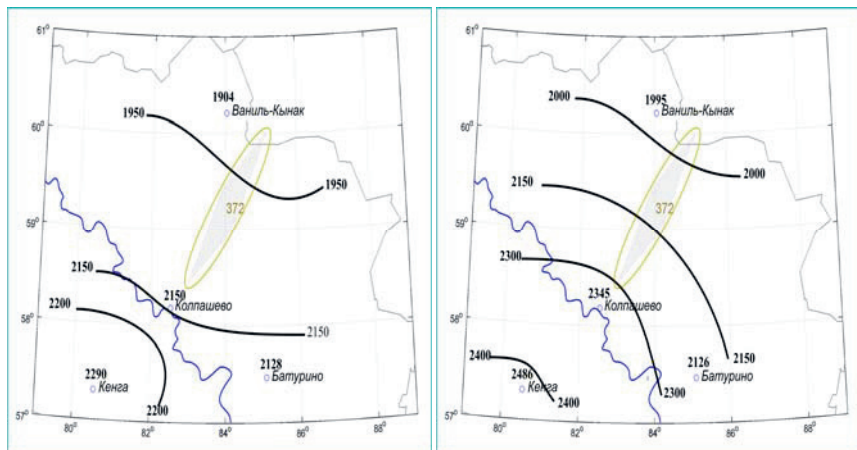
По рис. 4 можно проследить распределение по территории этих сумм для предела выше 0 °С средней суточной температуры воздуха (а) и поверхности почвы (б).

На рис. 5 представлено распределение сумм со средней суточной температурой выше 0 °С по данным климатического справочника [7]. При сравнении рис. 4 а и 5 явно прослеживается увеличение теплого периода в последние годы.

Снежный покров

В данной работе высота снежного покрова рассматривалась по декадам.

Остановимся на анализе данных о средней высоте снежного покрова по декадам за период 2001–2014 гг. (табл. 5).



а)

б)

Рис. 4. Распределение сумм температур воздуха (а) и поверхности почвы(б), превышающих 0°C .

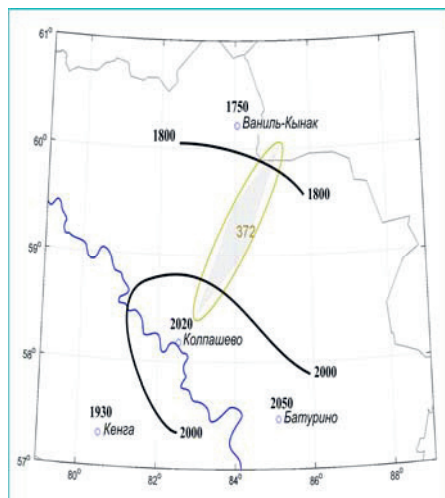


Рис. 5. Распределение сумм температуры воздуха выше 0°C из климатического справочника [7].

Таблица 5

**Средняя декадная высота снежного покрова (см) в Томской области
за период 2001–2014 гг.**

Месяц	Декада	Ванжиль-Кынак	Колпашево	Батурино	Кенга
Октябрь	1	0,6	0,1	0,0	0,1
	2	2,6	1,0	0,9	1,1
	3	8,1	2,6	2,7	3,1
Ноябрь	1	14,3	5,4	4,3	5,7
	2	20,5	9,2	7,2	8,7
	3	28,7	13,4	12,9	14,4
Декабрь	1	35,0	20,3	21,8	21,3
	2	40,7	28,0	31,8	28,4
	3	46,7	31,8	36,2	30,5
Январь	1	50,3	37,4	41,3	30,4
	2	50,6	41,0	45,0	33,3
	3	49,5	44,7	48,1	36,1
Февраль	1	46,5	46,8	51,4	37,3
	2	52,8	51,0	55,5	38,9
	3	57,3	53,9	58,6	39,6
Март	1	60,9	54,0	60,9	39,1
	2	66,1	56,1	64,3	39,5
	3	67,9	51,6	59,8	32,6
Апрель	1	62,5	37,3	46,3	20,3
	2	50,3	20,7	30,5	7,1
	3	32,8	7,1	14,9	3,3
Май	1	17,9	3,8	8,5	3,1
	2	5,7	2,5	5,0	2,2
	3	3,6	0,0	2,0	0,0
Средняя		36,3	26,9	30,9	20,7
Мах		67,9	56,1	64,3	39,6

Видно, что в Томской области установление снежного покрова для всех станций (кроме станции Батурино) начинается с первой декады октября. Нарастание высоты снежного покрова, превышающего отметку 20 см, по всему району начинается с первой декады декабря, и этот процесс продолжается включительно до второй-третьей декады марта, когда наблюдались максимальные значения данного параметра на всех станциях. По максимальной высоте снежного покрова выделяются две станции – Ваниль-Кынак (67,9 см) и Батурино (64,3 см). После чего начинается разрушение

снежного покрова, а сход снежного покрова окончательно везде заканчивается в третьей декаде мая, когда средняя суточная температура воздуха и поверхности почвы в этом районе уже превышают отметку 0 °С. Средняя высота снежного покрова в этом районе за период 2001–2014 гг. не превышала 20,7–36,3 см.

Параллель с данными климатического справочника [8] за период 1881–1960 гг. по установлению и сходу снежного покрова в этом регионе провести очень трудно, так как в справочнике не достаточно информации.

Как и при анализе распределения температуры воздуха и почвы, отметим сложную пространственную структуру сроков наступления и схода устойчивого снежного покрова.

По датам установления устойчивого снежного покрова и его схода строились карты распределения по изучаемому региону, но ввиду большого объема материала в данной работе они не приводятся.

Выводы

Изучены климатические характеристики весенних и осенних дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через градации 0 °С, +5 °С, +10 °С за период 2001–2014 гг. на территории Томской области по 4 станциям в окрестностях района падения второй ступени РН. Проведено выделение ранних и поздних дат устойчивых переходов средней суточной температуры воздуха и поверхности почвы через указанные градации, как по станциям, так и по годам.

Определены и проанализированы данные температурного режима по числу дней и суммам средних суточных температур воздуха и поверхности почвы выше 0 °С, +5 °С, +10 °С.

Выявлено, что в центральной части Западной Сибири весенние переходы через градацию 0 °С наблюдаются для обоих параметров с третьей декады марта по первую декаду мая. Интенсивный прогрев воздуха происходит с первой декады апреля по вторую декаду июня, для поверхности почвы сроки сдвигаются на одну декаду позже. По территории области максимальная продолжительность периодов перехода через различные пороги температуры воздуха составляет от 43 до 58 дней, а температуры

поверхности почвы – от 39 до 59 дней. При этом для температуры воздуха наибольшее время занимает переход через $+5^{\circ}\text{C}$, а для температуры поверхности почвы – через $+10^{\circ}\text{C}$.

Осеннее понижение температурного фона в атмосфере и на поверхности почвы ниже $+10^{\circ}\text{C}$ в среднем по годам наступало с первой декады августа по первую декаду октября. Средняя суточная температура воздуха переходила предел $+5^{\circ}\text{C}$ с первой декады сентября по вторую декаду октября. Аналогичный переход на поверхности почвы начинался со сдвигом на 15 дней позже и заканчивался как и для температуры воздуха. Максимальная продолжительность периодов перехода от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+5^{\circ}\text{C}$ равнялась 73 дням.

Выявлено, что осенние атмосферные и почвенные заморозки начинались и заканчивались примерно в одни сроки с разницей 5–6 дней. Переход через градацию 0°C заканчивался в первой-второй декаде ноября.

Обнаружено, что в целом по всей исследуемой территории за период 2001–2014 гг. просматривается тенденция наступления более ранних сроков переходов через все градации весной и более поздних осенью по сравнению с данными климатического справочника за 1881–1960 гг., т. е. продолжительность безморозного периода везде существенно увеличилась. Этот факт подтверждают приведенные данные по числу дней и суммам температур выше пороговых значений.

Установлено, что для всех станций (кроме станции Батурино) устойчивый снежный покров отмечается с первой декады октября, а его сход окончательно везде заканчивается в третьей декаде мая, когда средняя суточная температура воздуха и поверхности почвы в этом районе уже превышают отметку 0°C .

Полученные в процессе работы материалы были использованы для выполнения ОКР «БАЙКОНУР НКИ-МГУ».

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 16-17-00105).

Список использованных источников

1. *Кондратьев А.Д., Касимов Н.С., Кречетов П.П.* Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности. – М.: Спутник+, 2015. – 304 с.
2. *Козельцева В.Ф.* К проблеме прогноза дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ // Труды ЦИП. – 1971. – Вып. 76. – С. 73–81.
3. *Королева Т., Кондратьев А., Кречетов П.и др.* Совершенствование экологических характеристик ракетно-космической техники и мониторинг ее воздействия на окружающую среду // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19, № 6. – С. 17–23.
4. *Педь Д.А.* Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения // Метеорология и гидрология. – 1951. – № 10. – С. 38–39.
5. *Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н.* Определение весенних дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, их прогноз и оценка // Труды Гидрометцентра России. – 2012. – Вып. 348. – С. 162–172.
6. *Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н.* Особенности дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ осенью на Европейской территории России и юго-западной части Западной Сибири // Труды Гидрометцентра России. – 2013. – Вып. 350. – С. 228–241.
7. *Справочник по климату СССР. Вып. 20. Часть II. Температура воздуха и почвы.* – Л.: Гидрометиздат, 1965.
8. *Справочник по климату СССР. Вып. 20. Часть IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров.* – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
9. *Тищенко В.А., Кузнецова Н.Н., Федунова Т.М.* Климатические характеристики весенних и осенних дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ для отдельного района Республики Казахстан // Труды Гидрометцентра России. – 2015. – Вып. 357. – С. 98–112.

Поступила в редакцию 02.02.2016 г.