

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.582.2

Н.К. Барашикова, М.А. Волкова, И.В. Кужевская

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Проанализирован основной набор метеорологических и прикладных расчетных параметров (метеорологические явления и нагрузки, температура воздуха и почвы, атмосферные осадки), характеризующих современные климатические условия, в которых функционируют некоторые отрасли хозяйственного комплекса Томской области в холодный период года. Показана неоднородность влияния на разные отрасли (строительство, коммуникации и отопление, транспорт и др.) наблюдающихся тенденций изменения климата.

Ключевые слова: климат; холодный период года; метеорологические условия и нагрузки; отрасли хозяйственного комплекса.

Интенсивное освоение и эксплуатация природных ресурсов Томской области (нефть, газ, лес), дорожное и капитальное строительство требуют точных и надежных сведений о текущем и будущем климате области.

В этой связи актуальным является мониторинг происходящих изменений климатического режима с точки зрения влияния их на функционирование хозяйственного комплекса области. Это согласуется с положением Климатической доктрины РФ о том, что эффективная политика в области климата призвана стать важным фактором и катализатором динамичной технологической модернизации экономики страны и регионов.

Приоритетным направлением научного обеспечения этой задачи является разработка систем критериев, параметров (пороговых значений) условий безопасности в отношении изменения климата. Для территории России исследования такого плана проводятся в Главной геофизической обсерватории (ВНИИГМИ), основные результаты которых изложены в [1, 2].

В то же время для административного субъекта – Томской области – требуется большая детализация в

оценках изменения климатической составляющей основных отраслей ее хозяйственного комплекса.

По имеющимся данным [3. С. 170], в холодный период года (период времени со среднесуточной температурой воздуха ниже 0°C) особую опасность представляют *нагрузки* на объекты от метеорологических явлений: снеговые, гололедные и ветровые, снежные заносы, гололедно-изморозевые явления, глубокое промерзание грунтов, резкие перепады температур, характеристики снежного и ледового покрова.

Кроме того, для авиационных перевозок, на которые в области приходится значительная часть транспортных услуг, осложняющими их осуществление в этот период являются низкая облачность и видимость ниже заданных критериев (так называемые *минимумы погоды*).

Средняя дата наступления холодного периода в Томске приходится на 17 октября, окончание – на 13 апреля. Средняя продолжительность периода составляет 181 день. Самая ранняя дата наступления холодного периода – 20 сентября, окончания – 19 марта, самая поздняя дата наступления – 3 ноября, окончания – 1 мая.

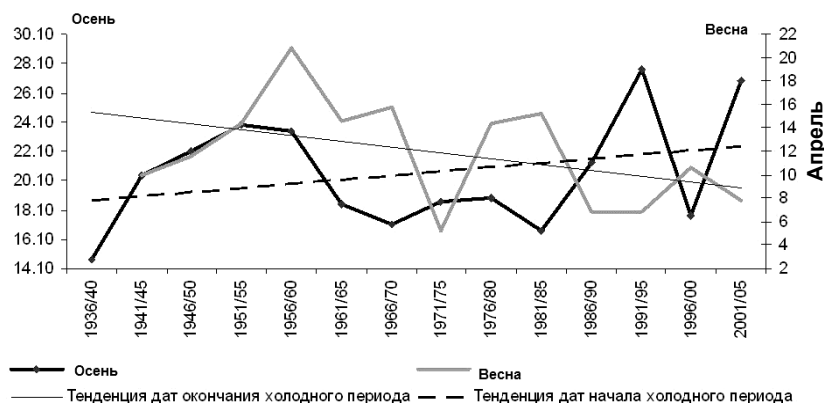


Рис. 1. Динамика дат начала и окончания холодного периода на ст. Томск по пятилетиям

Аппроксимация динамики дат полиномом первой степени (рис. 1) указывает на тенденцию к сокращению холодного периода за счет более поздних дат его наступления и более ранних – окончания.

Суровость и продолжительность холодного периода на исследуемой территории подтверждается средне-многолетними характеристиками (табл. 1). Отметим,

что приведенные значения рассчитаны без учета тенденций изменения климата за последние десятилетия и, соответственно, требуют уточнения.

Исследование долговременных тенденций температуры воздуха за последние 40 лет (1970–2009 гг.) показало, что на всей территории области отмечается рост температуры со скоростью 0,4–0,6°C/10 лет, причем в

отдельные месяцы холодного периода (февраль – март) тенденции достигают 1,5–1,7°C/10 лет.

Тенденции в изменении годовых сумм атмосферных осадков имеют явно выраженную положительную направленность и составляют до 15,2 мм/10 лет (ст. Колпашево). Такой характер тенденций определяется в

значительной мере осадками холодного полугодия. Наибольший рост их, согласно данным табл. 2, наблюдается в Александровском, Колпашево, Томске. Заметим, что долговременные тенденции уменьшения осадков в северной части территории, которые отмечались до 1992 г., позднее сменились на повсеместный рост.

Таблица 1

Среднемноголетние значения гидрометеорологических характеристик холодного периода года для Томской области

Характеристика	Значения
Максимальная за зиму продолжительность переноса снега при общих и низовых метелях, ч	300 – на севере; 500–600 – на юге
Объем снегопереноса за зиму с максимальной продолжительностью метелей, м ³ /м	От 200 на севере до 1000 на юге области
Высота снежного покрова, возможная 1 раз в 20 лет, см	80–90
Количество воды в снежном покрове, возможное 1 раз в 20 лет, мм	180
Средняя продолжительность метелей за год, ч	500
Глубина промерзания глинистых и суглинистых грунтов, см	220–240
Снеговая нагрузка, кгс/м ²	150
Толщина стенки гололеда, мм	Не менее 3
Скоростной напор ветра, кгс/м ²	35–45
Средняя январская температура, °C	–20
Отклонение средней температуры наиболее холодных суток от среднеянварской температуры воздуха, °C	20
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	23–31 октября
Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова	17–28 апреля
Средняя дата наступления устойчивого морозного периода	26.10–3.11
Ледостав на Оби и Томи	30.10–7.11
Ледоход на Оби и Томи	2–10 мая

Таблица 2

Тенденции изменения среднемесячной температуры воздуха (Т, °C/10 лет) и месячных сумм атмосферных осадков (Q, мм/10 лет) в холодный период на территории Томской области за последние 40 лет

Станция		Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь – апрель
Алексское	T	0,9	0,0	–0,4	0,6	1,1	1,1	0,1	0,5
	Q	0,8	2,7	3,8	0,4	0,4	2,7	–0,2	10,8
Ванжиль-Кынак	T	0,9	–0,1	0,1	0,3	1,2	1,2	0,0	0,5
	Q	–1,5	–1,8	1,9	–2,4	0,5	0,1	0,8	–2,4
Напас	T	1,2	0,3	0,5	0,2	1,3	0,9	–0,3	0,6
	Q	–1,7	1,0	2,2	–0,5	1,6	2,1	1,1	5,9
Ср. Васюган	T	1,1	0,1	–0,1	0,5	1,1	1,0	0,0	0,5
	Q	–1,7	0,8	2,0	–0,7	0,3	1,9	0,7	3,3
Усть-Озерное	T	0,7	0,2	0,2	0,3	1,4	1,1	0,0	0,6
	Q	1,3	–1,1	2,4	–1,0	3,1	0,5	–1,4	3,8
Колпашево	T	0,8	0,2	0,3	0,3	1,7	1,2	0,0	0,6
	Q	0,4	2,3	4,7	–0,2	2,1	1,5	0,3	11,2
Пудино	T	0,7	0,2	0,2	0,3	1,4	1,0	–0,1	0,6
	Q	–0,3	1,7	3,8	0,5	2,0	2,7	0,4	10,9
Бакчар	T	0,7	0,3	0,3	0,2	1,5	0,9	–0,1	0,6
	Q	–0,2	–2,2	2,6	–1,4	0,4	1,3	0,1	0,6
Первомайское	T	0,9	0,3	0,2	0,2	1,4	1,1	0,1	0,6
	Q	2,0	1,9	2,9	–1,4	1,8	–0,1	1,5	8,5
Томск	T	0,3	0,1	0,3	0,2	1,6	1,0	0,0	0,5
	Q	2,6	–1,4	6,0	0,2	2,6	2,5	2,1	14,5

Таким образом, в последние десятилетия отмечается тенденция к установлению на территории Томской области более теплого климата с большим количеством осадков в холодный период, что, в свою очередь, сказывается на специализированных климатических характеристиках.

Так, в [4] приводятся данные о том, что средние даты весеннего ледохода на реках Томской области сместились на 20–25 апреля в южных районах и на 5–10 мая – в северных. Даты ледостава практически не изменились, что ведет к увеличению навигационного периода речного флота и, соответственно, увеличению грузооборота, а также к снижению заморозов промысловой рыбы. К отрицательным последствиям следует отнести сокращение сроков действия ледовых переправ

на реках области и повышение туманообразования в долинах рек в переходные сезоны.

В исследуемом районе наблюдаются как кратковременные, так и длительные нагрузки на объекты от метеорологических явлений. К длительным нагрузкам относятся вес снежного покрова, температурные воздействия, усадка и ползучесть грунтов. Кратковременными нагрузками являются снеговые, ветровые и гололедные нагрузки, а также некоторые температурные воздействия. Возможно одновременное воздействие нескольких нагрузок, так называемое сочетание нагрузок.

Происходящие климатические изменения способствуют увеличению *снеговых нагрузок* на здания и технические сооружения.

Так, расчеты снеговых нагрузок на конструкции жилых зданий по типовым проектам (2-, 5- и 9-этажных зданий, наиболее характерных для Томской области), предусматривающим допустимый вес их соответственно в 70, 150 и 150 кгс/м², показали, что в области наблюдается увеличение снеговых нагрузок со скоростью до 0,2 и более кгс/м² за 10 лет и нагрузки достигают в отдельные годы значений 192 кгс/м². Отметим, что наибольшие изменения характеристик фиксируются на юге области.

Допустимый скоростной напор ветра для данных типовых проектов составляет 45 кгс/м². В области фиксируются *ветровые нагрузки* и до 12 кгс/м², причем наибольших величин они достигают в зимне-весенний период, что в сочетании со снеговой дает максимальную нагрузку на здания, особенно на выступающие детали конструкций и кровельные перекрытия.

В холодный период года велика вероятность возникновения гололедно-изморозевых явлений. Территория Томской области по характеристике «толщина стенки гололеда, превышаемая 1 раз в 5 лет», относится к слабогололедному району с толщиной от 3 до 5 мм. Но в отдельных случаях диаметр отложений может достигать 30–40 мм.

В работе [5. С. 21] приводится мнение о заниженности величин отложений по данным климатических справочников и СНиП, что связано с локальностью проявлений данных явлений. Считается, что гололедные нагрузки в связи с потеплением климата возрастут. В то же время ветровые и комплексные *гололедно-ветровые* нагрузки в среднем по территории России уменьшаются [1. С. 59].

В связи с наблюдающимся увеличением повторяемости заморозков и оттепелей ухудшаются условия эксплуатации зданий, в частности сокращается период их доремонтной эксплуатации, уменьшается долговечность. Наибольшее количество переходов температуры воздуха через 0°C отмечается в момент становления холодного периода и его окончания. При этом в конце холодного периода таких переходов больше, чем в начале, и в ноябре отмечается 7–9 переходов, в апреле – 12–16, на севере области – в мае от 8 до 12.

Несмотря на то что Томская область находится вне зоны залегания вечномёрзлых грунтов, и здесь возможны изменения несущей способности почвогрунтов

из-за потепления и увеличения глубины сезонного протаивания, ухудшения прочностных характеристик фундаментов зданий и технических сооружений. Зимние строительные работы существенно лимитируются, согласно действующим СНиП, промерзанием верхних слоев почвы, которые в отдельные годы достигают в Томской области глубины 220–240 см при средней климатической величине, равной 160 см. В работе [3] указывается, что в настоящее время при заложении фундаментов глубина промерзания считается равной 220 см, водопроводные трубы закладываются на глубину 310 см, канализационные – 170 см.

В последние три десятилетия сократились *продолжительность отопительного периода* и потребность в топливе для нужд обогрева помещений. Продолжительность отопительного периода, используемая для расчета систем отопления и норм топлива и рассчитываемая как число дней со средней суточной температурой ниже +8°C, по нашим данным, в Томской области сократилась. В табл. 3 приводятся основные характеристики отопительного периода, определенные по данным за последние 15 лет для территории Томской области, которые можно использовать для технических и экономических расчетов.

Средняя продолжительность отопительного периода в Томской области составляет около 225 дней. Самая ранняя дата начала отопительного периода приходится на 19 сентября, самая поздняя дата окончания – на 11 мая ($\sigma = \pm 8$ дней), максимальная продолжительность отопительного периода достигает 230 суток, минимальная – 218 дней ($\sigma = \pm 12$ дней). Распределение продолжительности отопительного периода на территории области выражается в увеличении ее с юго-востока на северо-запад, что соответствует фоновому изменению средних температур периода сентябрь – апрель.

Средняя температура воздуха за отопительный период называется *температурой отопительного периода*. Средняя температура наиболее холодных пятидневок и средняя температура наиболее холодных суток используются при теплотехнических расчетах систем отопления для определения так называемой *расчетной температуры наружного воздуха*. Для этого используется линейная связь между расчетными температурами и температурой самого холодного месяца с учетом эмпирического коэффициента для конкретного района.

Таблица 3

Основные характеристики отопительного периода по станциям Томской области

Характеристика	Станция							
	Томск	Белый Яр	Парабель	Бакчар	Тегульдет	Пудино	Первомайское	Кожевниково
Дата начала	25,09	21,09	19,09	23,09	20,09	22,09	23,09	28,09
Дата окончания	6,05	9,05	11,05	7,05	10,05	3,05	8,05	4,05
Продолжительность, дни	223	227	230	226	226	223	225	218
Средняя температура отопительного периода, °C	–8,5	–9,2	–10,6	–9,8	–9,3	–9,5	–8,6	–9,0
Средняя температура самой холодной пятидневки, °C)	–21,3	–21,6	–20,4	–19,6	–20,1	–21,1	–18,3	–19,1
Средняя температура самых холодных суток, °C	–28,7	–33,7	–30,4	–29,1	–31,6	–31,2	–28,9	–28,6
Вентиляционная температура, °C	–35,9	–37,9	–37,8	–36,6	–37,6	–38,0	–35,4	–36,2

Температуру наиболее холодной пятидневки (t_5) определяют по уравнению

$$t_5 = 1,25 \cdot t_x - T.$$

Температуру самых холодных суток (t_1) – как

$$t_1 = 1,31 \cdot t_x - T_1,$$

где t_x – средняя температура воздуха за самый холодный месяц.

В этих уравнениях T и T_1 – постоянные эмпирические коэффициенты, равные для Томской области 14,6 и 21,0 соответственно.

В среднем, температура самой холодной пятидневки на территории Томской области в зимние месяцы составляет $-26,7^\circ\text{C}$.

Еще одной важной характеристикой отопительного периода является *вентиляционная температура*, которая используется при проектировании систем вентиляции и определяется как средняя температура воздуха за наиболее холодный период, составляющий 15% от общей продолжительности отопительного периода. Более удобно определять вентиляционную температуру по уравнению

$$t_B = 1,125 \cdot t_x - T_2,$$

где T_2 – постоянная величина (для Томской области $T_2 = -3,0$).

Большое практическое значение имеет учет числа дней с переходом вентиляционной температуры через -50°C , так как в этот период увеличивается нагрузка на канализационные и отопительные системы. Как показали расчеты, такие ситуации в Томской области достаточно редки.

Так, вентиляционная температура $-50,1^\circ\text{C}$ наблюдалась лишь зимой 2001/02 гг. на станции Тегульдэт.

Таким образом, в последние десятилетия сократилась продолжительность отопительного периода и, соответственно, потребность в топливе для нужд обогрева помещений в рассматриваемом регионе. Этот вывод согласуется с данными Б.Г. Шерстюкова [6], по которым за последние три десятилетия на территории Томской области продолжительность отопительного периода уменьшилась, в среднем, на 2–4% – в северной части области, в южной – на 4–6%. За этот же период индекс потребления топлива уменьшился приблизительно на 6–8%.

Изменились климатические условия для транспортных отраслей. В Томской области в холодный период года основными видами транспорта являются автомобильный, железнодорожный и авиационный, для деятельности которых наиболее важными являются параметры, приводимые на рис. 2.

Численные значения и градации указанных на рис. 2 характеристик определяют экономические показатели функционирования отраслей. Для долговременного планирования работ актуальным является определение тенденций изменения этих характеристик.

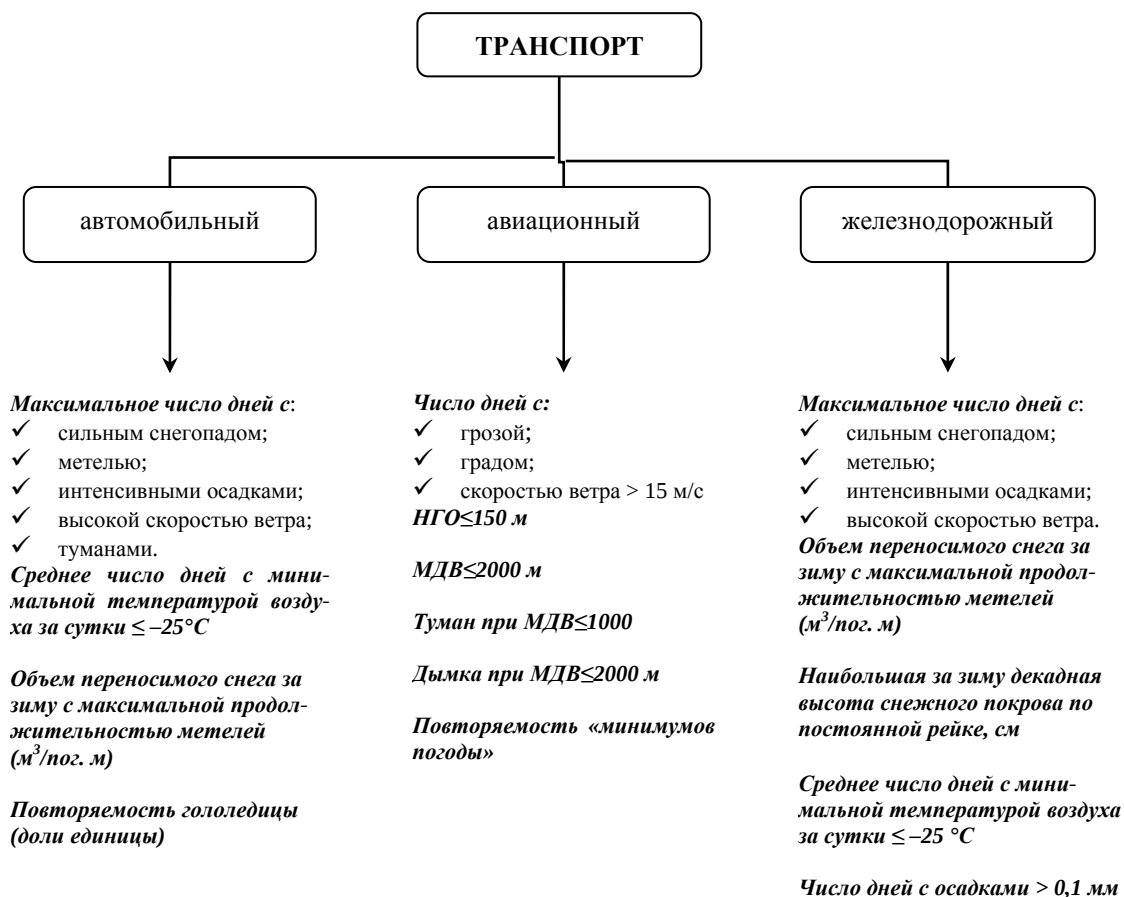


Рис. 2. Перечень характеристик, определяющих условия работы транспортных отраслей

Автомобильное сообщение на территории Томской области осуществляется по магистральной федеральной трассе М53 «Байкал», которая входит в состав Великой транссибирской автомагистрали и является со-

ставной частью азиатского маршрута АН 6, и по дорогам регионального значения Р 398, Р 399, Р 400. Для безопасной эксплуатации дорог необходимы сведения, приведенные на рис. 2.

В качестве автомобильных дорог в Томской области в холодный период года широко распространены, особенно в районах лесозаготовок и газонефтяных объектов, так называемые «зимники» и ледяные дороги. Удельный вес зимних дорог в общем транспортном обеспечении хозяйства области велик.

Так, например, только одно объединение Томскнефтегазгеология (в настоящее время это несколько добывающих организаций) в 1980-х гг. строило в год до 3 000 км таких дорог. Зимние дороги бывают постоянными, т.е. эксплуатируемыми из года в год, и временными, служащими, как правило, для геофизических целей, например, работ по профилям разведки. При строительстве последних не принимаются в расчет никакие сложности рельефа и подстилающей поверхности. Считается, что экономически не выгодно вкладывать средства в дополнительное обустройство временных дорог. Метеорологическое обеспечение строительства и эксплуатации автозимников заключается в предоставлении с достаточной заблаговременностью и точностью сведений о сроках и глубине промерзания болот и марей, для чего, в свою очередь, необходим прогноз среднемесячной температуры воздуха для начала зимнего периода с момента установления устойчивого снежного покрова [7].

Оценивая внутрисезонную изменчивость влияющих на автомобильный транспорт метеорологических характеристик, можно говорить о том, что в годовом ходе

наиболее опасными месяцами, в которые возможно образование всех видов зимней скользкости на исследуемой территории, являются октябрь, ноябрь и март, что также связано с тенденцией увеличения числа переходов температуры воздуха через 0°C.

В холодный период года в области сооружается дополнительно около 50 ледовых переправ через реки, большая часть из которых находится в Александровском (≈ 20 переправ) и Каргасокском (≈ 10 переправ) районах, обслуживание которых невозможно без предоставления данных о температурном режиме в зимний период, а также датах замерзания и вскрытия рек и сроках подготовки к пропуску паводковых вод.

Следующим по значимости в обеспечении пассажирских и грузовых перевозок в области является авиационный транспорт. Он представлен воздушными судами средней дальности (ТУ-154, Boeing-737, А-310) и местных воздушных линий (АН-24, АН-26, Як-42, вертолеты Ми-8 и др.), осуществляющими перевозки внутри области.

Важной характеристикой, ограничивающей авиaperезвозки, является высота нижней границы облачности (НГО), которая, наряду с ограниченной метеорологической дальностью видимости (МДВ), существенно влияет на взлет и особенно на посадку самолетов. В табл. 4 приведены характеристики НГО для холодного полугодия, рассчитанные по данным за 1991–2000 гг. на аэродроме Томск, из которой следует, что чаще всего опасные для авиации условия отмечаются в октябре и ноябре.

Таблица 4

Повторяемость дней с НГО, опасной для взлета и посадки воздушных судов, % от числа дней за год

Высота НГО, м	Месяц							Холодное полугодие
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	
≤ 300	15	14,8	11,3	7,1	6,1	4,6	6,1	65
≤ 200	17	10,5	4	6,4	4,3	3,2	6,5	52
≤ 100	14,8	7,2	3,5	9	4,5	5,8	5,8	51
≤ 80	16,8	4,6	1,5	10,2	2	7,1	1,5	44

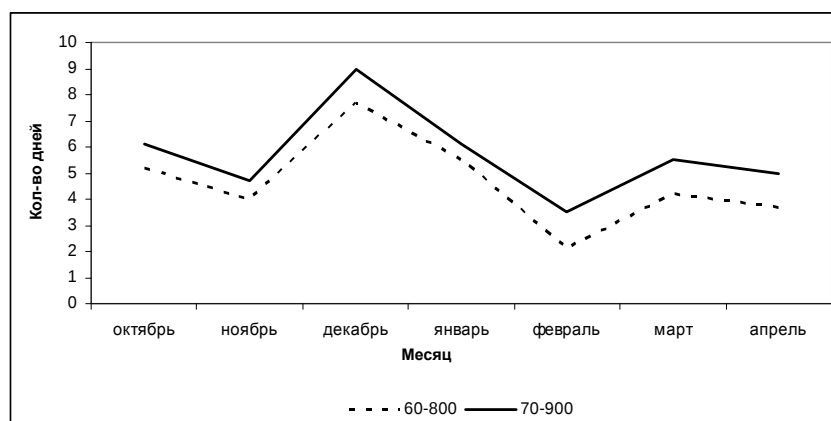


Рис. 3. Повторяемость среднего многолетнего числа дней с минимумами погоды на аэродроме г. Томска

В авиации используется такой термин, как *минимум погоды*, под которым понимают минимальные значения высоты нижней границы облачности и/или метеорологической дальности видимости, при которых еще разрешены взлет или посадка. На рис. 3 приведена повторяемость числа дней в холодный период года с основными минимумами погоды (60–800 – значение НГО (60 м) и видимо-

сти (800 м) 70–900). Обнаруживаются тенденция заметного ухудшения условий посадки в октябре и ноябре, улучшения условий в декабре, в то время как по климатическим данным максимум повторяемости неблагоприятных условий приходится именно на декабрь.

Таким образом, представленный анализ по некоторым климатическим характеристикам холодного пе-

риода года, влияющим на хозяйственный комплекс Томской области, позволил определить их основные численные значения, тенденции и подтвердил, что деятельность основных хозяйственных отраслей осуществляется в сложных климатических условиях. Выявлена неоднозначность влияния наблюдающихся тенденций изменения климата на разные отрасли (строительство, коммуникации и отопление, транспорт и др.).

В дальнейшем, исходя из специфики работ в зимних условиях, можно считать необходимым и актуальным построение для исследуемой территории климатических карт для различных целей, получение достаточно обеспеченных расчетных прикладных характеристик в условиях изменяющегося климата. При этом возможно расширение списка метеорологических величин, востребованных отраслями комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации*. Т. 2: Последствия изменений климата. М. : Росгидромет, 2008. 288 с.
2. *Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации* / Н.В. Кобышева [и др.]. СПб. : Гидрометеиздат, 2005. 320 с.
3. Баращикова Н.К. К вопросу влияния снежно-ледового режима на эксплуатацию природных ресурсов Томской области // *Гляциология Сибири*. 1985. Вып. 2 (17). С. 169–177.
4. *Кадастр возможностей* / Г.О. Задде [и др.] ; под ред. Б.В. Лукутина. Томск : Изд-во НТЛ, 2002. С. 147.
5. Гаголка Н.К. Некоторые особенности пространственно-временного распределения гололедно-изморозевых явлений в Томской области // *Гляциология Сибири*. 1981. Вып. 1 (16). С. 16–23.
6. Шерстюков Б.Г. Климатические условия отопительного периода в России в XX и XXI веках // *Труды ГУ ВНИИГМИ-МЦД*. 2007. Вып. 173. С. 163–170.
7. *Инструкции по проектированию строительства и содержанию зимних автомобильных дорог на снежном и ледяном покрове в условиях Сибири и северо-востока СССР*. ВСН.137-77. М. : Минстрой, 1977. С. 109.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 18 августа 2011 г.