

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.582

*Н.К. Барашкова, Н.С. Иванова, И.В. Кужевская***КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

Проанализированы опасные метеорологические условия, характеризующие эксплуатацию автомобильных дорог в холодный период года (количество дней с переходом температуры воздуха через 0°C , количество дней со среднесуточной температурой воздуха ниже -25°C). Проведена оценка динамики рассматриваемых опасных условий. Рассчитан ряд прикладных климатических показателей, необходимых для обеспечения оптимального функционирования и эксплуатации дорог. Для решения задач районирования территории по характерному распределению числа дней с опасными условиями проведен объективный (кластерный) анализ.

Ключевые слова: автомобильные климатические ресурсы; опасные метеорологические условия.

Введение. В условиях удаленности Томской области от главной железной дороги РФ – Транссиба – основную нагрузку в транспортном обеспечении выполняет автомобильный транспорт (85,1%). Метеорологическое обеспечение такой отрасли, как автомобильный транспорт, включает в себя фазы проектирования дорог, их содержания и эксплуатации. При этом наибольшее влияние погодных условий на функционирование автомобильной отрасли Томской области проявляется в зимний период, который отличается здесь большой длительностью. Зимний характер циркуляции атмосферы устанавливается с ноября и сохраняется до марта.

Затруднение движения автотранспорта, перерывы в движении и возникновение дорожно-транспортных происшествий – всё это следствие уменьшения коэффициента сцепления с дорожным покрытием из-за образования на нём различных видов зимней скользкости (снежных наносов, ледяного и снежного наката, гололеда и др.).

Реалистичная оценка современных климатических ресурсов и их возможных изменений в будущем является основой для выработки долгосрочной стратегии планирования и оптимизации производительных сил в автомобильной отрасли. Такая постановка вопроса определяет необходимость развития для России региональных прогнозов вариаций автомобильных климатических ресурсов (АКР) в связи с территориальными природно-обусловленными различиями экономики, а также из-за неравномерности проявления климатических изменений.

Для реализации обширных планов по строительству новых дорог (Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г., Стратегия социально-экономического развития Сибири до 2020 г., Стратегия развития транспортной системы Томской области в 2008–2025 гг.) необходимо обеспечение дорожных организаций точными и надежными информационными ресурсами о текущем и будущем климате области для решения задач проектирования, строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог, а также обеспечения безопасности дорожного движения. Для территории России исследования такого плана проводятся в Главной геофизической обсерватории – Всероссийском научно-исследовательском центре гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, основные результаты которых изложены в [1, 2].

Для детализации АКР Западной Сибири ведутся исследования в Сибирском региональном научно-исследовательском гидрометеорологическом институте, которые акцентированы в основном на Новосибирской области. Для административного субъекта – Томской области – в рамках развития транспортной стратегии также требуется большая детализация в оценках изменения климатической составляющей основных отраслей её хозяйственного комплекса.

Целью настоящей работы является оценка климатических ресурсов, связанных с термическим режимом, необходимых для развития транспортной системы Томской области. Основной акцент сделан на анализе рядов температуры воздуха ниже или равной -25°C и переходов температуры воздуха в течение суток через 0°C .

Исходные материалы. В качестве исходных данных привлекались: температура воздуха (среднесуточная, максимальная и минимальная), относительная влажность воздуха, высота снежного покрова, состояние подстилающей поверхности, атмосферные осадки за периоды 1961–1990 гг., 1995–2002 гг., 2000–2003 гг. и 2006–2010 гг. для тринадцати станций Томской области, расположенных, в основном, на левобережье р. Обь. Для правобережья невозможно было в полной мере оценить автомобильные транспортные ресурсы из-за закрытия станций в последние 10–15 лет, которые стали вновь открывать лишь в последние два года.

Для описания климатического режима территории использовались климатические характеристики (средние величины, повторяемость, число дней с явлением). Кроме того, проводилась оценка пространственно-временной изменчивости (построение интегрально-разностных кривых).

Характеристики автомобильной отрасли Томской области. Общая протяженность сети региональных и межмуниципальных дорог, по информации управления автомобильных дорог Томской области, на 1 января 2011 г. составляла 3 994 км, в том числе автодорог первой категории – 13 км, второй категории – 91 км, третьей – 1 434 км, четвертой – 2 123 км, пятой категории – 199 км. По данным обзоров официальных документов администрации Томской области в зимний

период 2010/11 г. в Томской области действовало 65 ледовых переправ в 10 районах области и 7 наплавных мостов в Александровском и Каргасокском районах.

Кроме автомобильных дорог с асфальтовым покрытием в холодный период года в Томской области широко распространены так называемые зимники и ледяные дороги (рис. 1). Зимние дороги – основные транспортные артерии для газонефтяных промыслов. В пик функционирования дороги, который обычно приходится на февраль, зимник на прямых открытых участках по своим свойствам практически ничем не отличается от дорог с покрытием. В среднем, зимняя дорога служит три месяца.

В рамках Федеральной целевой программы «Дороги XXI века» в Западной Сибири ведётся строительство автомобильной магистрали «Северная широтная дорога». Магистраль должна обеспечить постоянную транспортную связь основных нефте- и газодобывающих районов севера Западной Сибири с промышленными центрами юга Западной и Восточной Сибири, Тюменской и Свердловской областей, Северного Урала и европейской части России, и она станет составной частью федеральной автомобильной дороги Москва – Хабаровск.

Проект Северной широтной дороги Пермь – Ивдель – Ханты-Мансийск – Сургут – Нижневартовск – Томск (рис. 2) включен в вышеперечисленные транспортные стратегии Российской Федерации. По-

этому изучение климатических условий и их оценка необходимы для обеспечения дорожных организаций информационными ресурсами.

На территории Томской области (на 2010 г.) находилось в эксплуатации 602 км этой автомагистрали, в том числе 33 моста общей протяженностью 2 731 п.м. Общая протяженность трассы – 2 173 км, в том числе в пределах Томской области, от Югры до г. Томска – 842 км. Участки трассы, проходящие по территориям Пермского края, Свердловской области и Ханты-Мансийского автономного округа, уже функционируют.

В течение всего срока службы дорога подвержена активному воздействию многочисленных природных факторов (замерзание и оттаивание грунтов земляного полотна, сезонные изменения их водно-теплого режима, снежные заносы, обледенение и т.д.). В зимний период они проявляют наибольшее влияние, когда к метеорологическим условиям, неблагоприятным для движения в другие сезоны года, добавляются такие, как: объем переносимого снега за зиму с максимальной продолжительностью метелей ($\text{м}^3/\text{п.м}$); частота, продолжительность и количество случаев образования гололеда; общий объем снега, выпадающего за зимний период на 1 м^2 покрытия при снегопадах; повторяемость числа дней с такими явлениями, как иней, изморозь, «чёрный лёд», твердый, зернистый и ледяной налёт, снежный накат, оледенелый и тающий снег и др.



Рис. 1. Карта-схема расположения автомобильных дорог Томской области различного покрытия

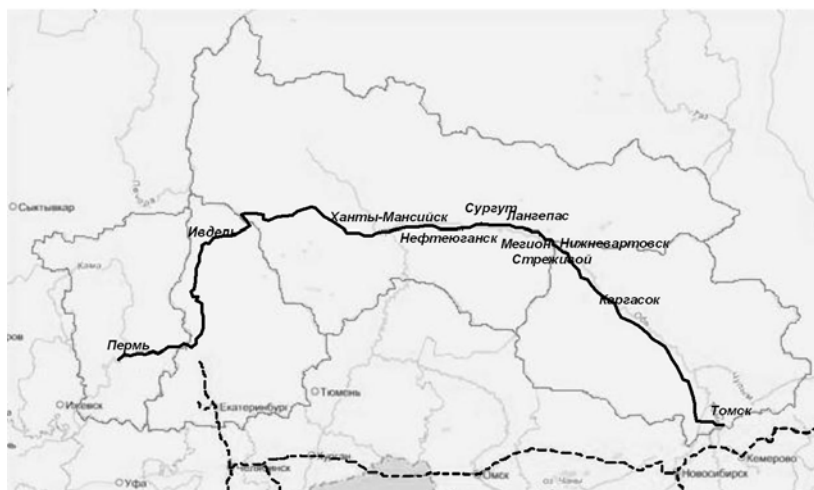


Рис. 2. Карта-схема участка Северной широтной дороги Пермь – Томск (сплошная линия) и участок Транссибирской железнодорожной магистрали (пунктирная линия)

Общие климатические ресурсы Томской области. Томская область общей площадью в 316,9 тыс. км² расположена в зонах средней и южной тайги и, частично, смешанных лесов. Рельеф области представлен преимущественно заболоченными равнинами, лесные массивы занимают 54,2% от общей площади области, болота – 29%. Главная река – Обь – пересекает область по диагонали с юго-востока на северо-запад, деля её на две почти равные части. На долю речных долин приходится 20% всей территории области.

Возвышенное правобережье реки Обь в меньшей степени заболочено и отличается большей плотностью населения. Левобережье включает крупнейшее в мире Васюганское болото площадью 53 000 км².

Высокая степень заболоченности (40%), разветвленная речная сеть, лесные массивы – основные факторы, определяющие высокий уровень затрат на поддержание систем жизнеобеспечения территорий и сдерживающие развитие их инфраструктуры. По показателю

внутренней (развитость сетей автомобильных и железных дорог) и внешней (число дорог, связывающих область с соседними регионами) интегрированности область занимает одно из последних мест в России.

Функционирование автомобильной отрасли в Томской области проходит в сложных климатических условиях. Погода и климат оказывают значительное влияние на движение, а также надежность и безопасность функционирования автомобильных, шоссейных дорог и магистралей. Ряд метеорологических явлений также в той или иной мере препятствует нормальному движению, хотя и не прекращает его полностью. Обширный и густой туман, продолжительные интенсивные осадки ухудшают видимость, сильный гололед или мощные снежные заносы, гололедица и снегопады иногда полностью приостанавливают движение автотранспорта.

Климат Томской области (табл. 1) отличается суровой продолжительной зимой и теплым коротким летом.

Т а б л и ц а 1

Климатические характеристики Томской области

Климатические характеристики	Александровское	Средний Васюган	Колпашево	Бакчар	Первомайское	Томск
Средняя температура самого холодного месяца, °С	–21,5	–20,4	–20,7	–19,9	–19,4	–19,1
Средняя температура самого теплого месяца, °С	17,5	17,7	18,0	18,0	18,5	18,3
Сумма осадков за холодное полугодие, мм	110	147	119	101	117	185
Сумма осадков за теплое полугодие, мм	402	431	392	384	332	406
Годовая сумма осадков, мм	512	578	511	485	449	591
Средняя наибольшая декадная высота снежного покрова за зиму, см	45	56	57	45	62	53
Максимальная наибольшая декадная высота снежного покрова за зиму, см	82	73	90	72	88	78
Продолжительность холодного периода, дни	257	253	254	262	258	250
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С / год	35 (1969)	37 (1969)	35 (1952)	35 (1978)	36 (1935)	35 (1975)
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	–51 (1969)	–51 (1935)	–51 (1931)	–52 (1951)	–58 (1931)	–55 (1931)

Из табл. 1 видно, что температуры воздуха (средние и минимальные значения) по всем станциям достаточно низкие, что ведет к увеличению плотности льда, а следовательно, к уменьшению коэффициента сцепления автомобильных шин с дорожным покрытием. Достаточное количество осадков как за теплое, так и за холодное полугодие, значительная высота снежного покрова часто приводят к затруднению движения автотранспорта. Ухудшение видимости, размыв и увеличение скользкости дорожного полотна, снежные наносы, гололедица, ледяной налёт и снежный накат – следствия климатических условий Томской области. Значительная продолжительность холодного периода характеризуется большим количеством дней с гололедно-изморозевыми явлениями, опасными для эксплуатации автодорог.

При проектировании, строительстве и содержании автомобильных дорог требуется ряд прикладных климатических показателей, необходимых для обеспечения оптимального функционирования и эксплуатации дорог – АКР, которые приведены в табл. 2, при составлении которой использованы сведения из Научно-прикладного справочника по климату СССР [1], а также некоторые специфические показатели.

Среднее число дней с температурой воздуха ниже или равной –30°С (табл. 2) колеблется в пределах одного месяца. Появление снежного покрова приходится на конец первой и начало второй декады октября, а образование устойчивого снежного покрова – на третью

декаду октября. Среднее число дней с метелью колеблется от одного до двух месяцев. Среднее годовое число дней со всеми видами обледенения по территории составляет от 14 (Первомайское) до 65 дней (Александровское). Среднее число дней с туманом за холодное полугодие составляет от 4 до 12, за теплое полугодие – от 7 до 17.

Результаты оценки современных автомобильных климатических ресурсов. Опасные для автомобильного транспорта метеорологические условия условно разделяют на 3 группы:

- ухудшающие состояние дорожного покрытия, т.е. сцепление колёс с дорогой;
- ухудшающие видимость на дороге;
- все прочие, которые часто приводят к перебоям в движении (заносимость, размыв насыпи), но редко являются сами по себе причиной аварии и лишь в комплексе с двумя первыми факторами вызывают аварию.

В статье более подробно рассмотрено влияние опасных и особо опасных для автотранспорта метеорологических явлений первой группы, к каким относятся переход (единожды за сутки или многократно) температуры воздуха через 0°С и температура воздуха ниже или равная –25°С. Рассматриваемые показатели можно назвать эффективными с учетом интересов автомобильной отрасли.

Переход (единожды за сутки или многократно) температуры воздуха через 0°С. В течение всего срока служ-

бы дорога подвержена активному воздействию многочисленных природных факторов (замерзание и оттаивание

грунтов земляного полотна, сезонные изменения их водно-теплового режима, снежные заносы, обледенение и т.д.).

Т а б л и ц а 2

Специфические климатические характеристики по станциям Томской области [1]

Специфические климатические характеристики	Александровское	Средний Васюган	Колпашево	Бакчар	Первомайское	Томск	Последствия
Среднее число дней с температурой воздуха $\leq -30^{\circ}\text{C}$	35,8	—	29,1	—	—	20,4	Уменьшение коэффициента сцепления с дорожным покрытием из-за увеличения плотности льда, потеря маневренности автомобиля
Средняя дата появления снежного покрова	13.10	10.10	12.10	11.10	13.10	15.10	Затруднение движения автотранспорта из-за образования на дорогах снежных наносов, ледяного и снежного наката
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	23.10	26.10	25.10	28.10	27.10	28.10	
Среднее число дней с метелью	52	33	59	38	39	46	Ухудшение видимости, образование снежных наносов
Среднее годовое число дней с гололедом	4	3	5	5	1	2	Затруднение движения автотранспорта, перерывы в движении из-за уменьшения коэффициента сцепления с дорожным покрытием
Среднее годовое число дней с зернистой изморозью	0,6	0,2	0,6	0,3	0,2	2	
Среднее годовое число дней с мокрым снегом	0,3	0,4	0,2	1	0,04	0,2	
Среднее годовое число дней со всеми видами обледенения	65	24	31	42	14	41	Ухудшение видимости
Среднее число дней с туманом за холодное полугодие	7	4	13	9	7	11	
Среднее число дней с туманом за теплое полугодие	7	11	10	11	11	17	

В зимний период они проявляют наибольшее влияние, что ведет к деформированию дорожного полотна (трещины, оседание и вспучивание дороги). Ежегодно в целях сохранения дорожного полотна в период весенних распутиц в Томской области на автодорогах общего пользования регионального или межмуниципального значения вводится временное ограничение движения грузового автотранспорта. В Томской области почти во все зимние месяцы возможны оттепели, но они кратковременны и наблюдаются не ежегодно.

Наибольшее влияние на состояние и качество любого дорожного покрытия оказывают погодные условия, при которых происходит переход (единожды за сутки или многократно) температуры воздуха через 0°C . Такие погодные условия характерны для длительных периодов установления и окончания холодного сезона, которые определяются ходом синоптических процессов над территорией.

В последнее десятилетие отмечается тенденция к увеличению длительности этих периодов, которые от-

личаются большей повторяемостью циклонических процессов по сравнению с зимним сезоном. При этом в конце холодного периода таких переходов наблюдается больше, чем в начале (табл. 3). Одними из причин поздних переходов температуры воздуха через 0°C , как отмечают авторы работы [2], являются положение и эволюция полярного циклонического вихря в тропосфере. Так, смещение вихря в сторону Азии определяет поздние сроки перехода, когда наблюдаются отрицательные отклонения от нормы геопотенциала на поверхности 500 гПа и увеличение барических градиентов в средней тропосфере в южных районах Сибири. Смещение полярного вихря в сторону Америки, наоборот, приводит к преобладанию широтных процессов, небольших скоростей переноса в средней тропосфере и определяет положительную аномалию средней месячной температуры, что в конечном итоге вызывает установление ранних сроков перехода температуры воздуха через 0°C .

Т а б л и ц а 3

Среднее многолетнее число дней с переходом температуры воздуха через 0°C в течение суток (единожды или многократно) по станциям Томской области за отдельные месяцы

Станция	Месяц									Год	90%
	Сен- тябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май		
Александровское	4,9	12,3	4,2	1,0	0,3	0,7	9,3	15,7	11,4	59,7	71
Бакчар	5,2	14,4	7,2	1,4	0,5	0,9	12,4	19,1	9,3	70,4	85
Батурино	6,1	14,0	6,1	1,3	0,3	1,2	12,1	18,7	9,0	68,9	86
Каргасок	4,1	12,1	5,3	1,2	0,2	0,7	9,8	16,3	9,3	59,1	70
Колпашево	4,7	13,4	5,5	1,0	0,4	1,0	11,3	17,4	9,6	64,5	76
Майск	5,9	12,9	5,9	1,2	0,3	0,4	10,9	16,2	9,9	63,5	81
Напас	5,3	12,8	4,2	0,7	0,2	0,5	9,6	18,1	12,3	63,8	72
Новый Васюган	4,8	12,0	6,1	1,3	0,3	1,0	12,4	16,5	10,8	65,1	80
Пудино	6,3	13,6	6,2	1,2	0,4	0,9	12,7	19,1	10,3	70,7	87
Средний Васюган	4,4	12,1	4,9	0,9	0,4	1,0	12,0	16,9	9,0	61,6	69
Старица	6,0	12,9	5,9	1,3	0,2	0,9	11,8	18,2	10,7	68,0	82
Тегульдет	6,8	14,2	6,3	1,3	0,5	1,7	12,0	18,0	9,0	69,9	92
Томск	3,4	13,1	6,5	1,3	0,5	1,3	11,9	18,0	6,8	62,7	78
Среднее	5	13	6	1	0	1	11	18	10	65	79

В сезонном ходе наблюдаются два максимума среднего многолетнего числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C . Основной максимум отмечается в апреле (16–19), второстепенный – в октябре (12–14). Большинство случаев (60%) с рассматриваемым явлением отмечается в весенний период.

В графе процентиля табл. 3 приведен 90% процентильный уровень, значение, ниже которого располага-

ется 90% значений среднего многолетнего числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C . Для территории Томской области число дней с переходом через 0°C более 70 дней наблюдалось лишь в 10% от всего анализируемого периода лет.

На рис. 3 представлена динамика типового временного ряда числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C .

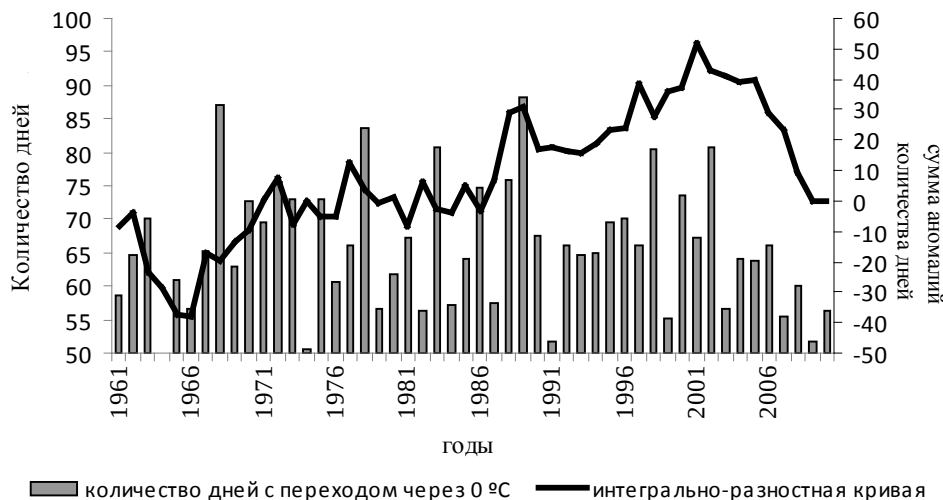


Рис. 3. Динамика числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C и интегрально-разностная характеристика ряда для Томской области



Рис. 4. Среднее многолетнее число дней с переходом температуры воздуха через 0°C за холодный период (цифрами 1, 2 и 3 обозначены области, относящиеся к разным классам)

Интегрально-разностная кривая, построенная по суммам аномалий явления, позволяет более наглядно проследить изменения в динамике временного ряда. Из рис. 3 видно, что к концу XX в. в области происходит смена положительного знака аномалий на отрицательный, что говорит об уменьшении числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C . Возможно, это связано с тем, что в Томской области наблюдается увеличение продолжительности осеннего периода и, соответственно, уменьшение периода установления зимы (предзимья). Как отмечают авторы работы [5], быстрое формирование зимнего периода, т.е. наступление устойчивой отрицательной температуры, а также уменьшение количества оттепелей обеспечивают уменьшение числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C .

Для решения задач районирования территории по характерному распределению числа дней с переходом воспользуемся известной статистической процедурой объективного (кластерного) анализа, в частности алгоритмом k-средних (k-means), который позволяет продемонстрировать пространственное согласование и оценить степень взаимосвязей исследуемых объектов. Результаты районирования представлены на рис. 4. Выделяются три класса (группы) и каждый класс характеризуется собственной средней величиной числа дней с переходом.

К первой группе, как показано на рис. 4, относится север территории, где наблюдаются минимальные значения (около 60) числа дней с переходом температуры. Ко второй группе относится район средней части области с количеством дней с переходами 64–66. К третьей (за исключением Томска) относится юг Том-

ской области, где наблюдаются максимальные значения (около 70 дней).

Применительно к оценке группирования внутрисезонной составляющей для характеристики числа дней с переходом метод к-средних дал следующие результаты. В годовом ходе целесообразно деление на 2 группы: группа зимних месяцев (октябрь – февраль) и группа весенних месяцев (апрель – март). Группа «март и апрель» отличается максимальным количеством дней с переходом температуры воздуха через 0°C.

Таким образом, представленный анализ опасных метеорологических условий, характеризующих эксплуатацию автомобильных дорог в холодный период года на территории Томской области, позволил определить их основные численные значения и динамику.

Среднесуточная температура воздуха ниже или равная –25°C. К опасным метеорологическим условиям зимней эксплуатации автомобильных дорог относятся среднесуточные температуры воздуха ниже или равные –25°C (рис. 6, табл. 4). Выбор такого критерия связан с тем, что с понижением температуры плотность льда увеличивается. В морозный, но ясный день лед может подтапливаться, при этом он становится глад-

ким, что, в свою очередь, способствует уменьшению коэффициента сцепления шин с дорожным полотном. С повышением же температуры выше –15°C лед размягчается, на нем образуется водяная пленка, также резко снижающая сцепные свойства. При дальнейшем повышении температуры до 0°C лед становится рыхлым и рвется.

Ясная и морозная погода устанавливается, как известно, при антициклональных типах барического поля, тогда как повышение температуры в зимний период связано с циклональным типом поля.

Для зимних условий в Западной Сибири характерным является развитие западного отрога азиатского антициклона, который отличается холодной и ясной погодой и, следовательно, увеличением рассматриваемого показателя – числа дней с температурой воздуха ниже –25°C.

Этот показатель используется при проектировании системы автомобильных дорог (например, выбор дорожного покрытия), дорожном строительстве и производстве дорожных работ, установлении расценок работ на открытом воздухе, разработке систем сигнализации на дорогах и инструктаже водителей автомобилей.

Таблица 4

Число дней со среднесуточной температурой воздуха ниже или равной –25°C по станциям Томской области

Станция	Месяц						Год	90%
	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель		
Александровское	2,9	7,9	10,5	7,9	1,4	0	30,7	47
Бакчар	1,3	5,7	8,2	4,8	0,4	0	20,3	38
Батурино	1,7	6,4	9,2	6,1	0,6	0	23,9	42
Каргасок	2,2	6,9	10,5	8,7	1,0	0,1	29,3	46
Колпашево	1,9	6,7	8,9	6,0	0,5	0	24,1	44
Майск	1,6	5,6	9,0	6,2	0,5	0	23	38
Напас	3,3	8,8	10,9	7,9	1,0	0,1	32	51
Новый Васюган	1,6	5,5	8,7	6,2	0,7	0	22,6	37
Пудино	1,6	6,1	8,4	5,5	0,4	0	22	41
Средний Васюган	1,9	6,6	8,2	6,0	0,6	0	23,3	43
Старица	1,7	6,1	9,8	6,8	0,5	0	25	41
Тегульдэт	1,7	6,4	9,1	6,7	0,7	0	24,4	42
Томск	1,0	4,5	6,7	3,7	0,2	0	16	36
Среднее	2	6	9	6	1	0	24	42

Анализируя данные табл. 4, можно сказать, что среднее число дней со среднесуточной температурой воздуха ниже –25°C по всей области имеет практически одинаковые значения в среднем 23–25 дней за исключением станций Александровское, Каргасок, Напас, которые расположены на севере области и характеризуются большим количеством холодных дней (29–34), и станции Томск на юге (17). Самым холодным месяцем для всей территории является январь, на который приходится 37% случаев. Характерной особенностью для Томской области является наличие в марте одного дня со среднесуточной температурой воздуха ниже –25°C. Число дней с таким явлением за холодный период, превышающее отметку 36, наблюдалось лишь в 10% всех случаев.

На рис. 5 представлена динамика осредненных временных рядов количества дней со среднесуточной температурой воздуха ниже –25°C по данным станций Томской области.

Интегрально-разностная кривая позволяет более наглядно проследить динамику временного ряда. Из рис. 5 видно, что с конца 1970-х гг. происходит смена

знака аномалий, что говорит о начале периода потепления, хотя к концу периода снова наметился рост аномалий. Начиная с 2008 г. наблюдается увеличение количества дней с температурой воздуха ниже –25°C (смещение среднесуточных температур в область более низких значений), в будущем это может быть второстепенный всплеск, сравнимый с 1966 г. В целом, интегрально-разностная кривая позволяет выделить квазиполувековой цикл повторяемости числа дней с данным параметром.

Полученные результаты указывают на то, что в будущем рассматриваемое неблагоприятное для автомобильной отрасли явление будет учащаться, что, в свою очередь, затруднит эксплуатацию и функционирование дорожной сети области в зимний период. В складывающейся ситуации автовладельцам нужно быть более внимательными и предпринимать необходимые меры безопасности.

Для районирования территории по характерному распределению числа дней с температурой воздуха ниже –25°C воспользуемся аналогичной статистической процедурой объективного анализа.

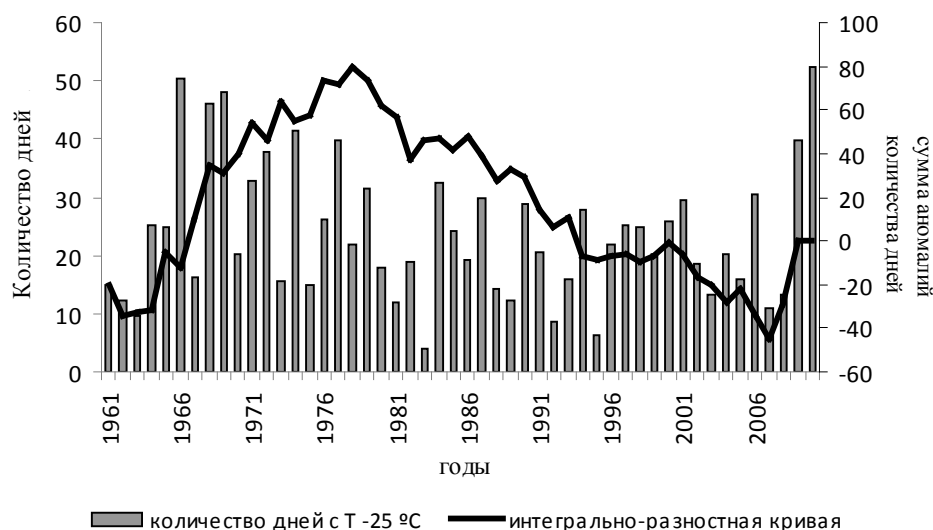


Рис. 5. Динамика числа дней со среднесуточной температурой воздуха ниже -25°C и интегрально-разностная характеристика ряда в целом по Томской области



Рис. 6. Среднее многолетнее число дней с температурой воздуха ниже или равной -25°C за холодный период (цифрами 1, 2 и 3 обозначены области, относящиеся к разным классам)

Итоги районирования представлены на рис. 6. Разделение на три класса (группы) происходит по квази-зональному типу, при этом каждый класс характеризуется собственной средней величиной числа дней с рассматриваемым явлением. Север области относится к первой группе (максимальное число дней), Центральная часть – ко второй, юг области – к третьей (минимальное число дней с температурой воздуха ниже или равной -25°C). Классы различаются по характеристикам, но анализ тенденций по классу указывает на единую направленность их изменений. Другими словами, риски для автомобильной отрасли в условиях меняющегося климата оцениваются как одинаковые для всей Томской области. В будущем изменение границ классов маловероятно.

В годовом ходе целесообразно деление на 2 периода. Если делить на большее количество периодов, результаты сложно интерпретировать. Первый выделяющийся период – период зимних месяцев (декабрь – февраль) – отличается максимальным количеством дней с температурой воздуха ниже или равной -25°C , второй период –

весенних месяцев (апрель – март), что вполне согласуется с годовым ходом температуры воздуха.

Заключение. Физические процессы, протекающие в природной среде, оказывают большое влияние на все виды человеческой деятельности. Производственная же деятельность дорожных организаций находится непосредственно под воздействием непрерывно совершающихся в атмосфере физических процессов и явлений. Атмосферные явления в виде осадков, зимней скользкости, метелей, ветра оказывают существенное воздействие на состояние дорожного покрытия, условия движения по дорогам, скорость движения транспортных потоков и вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Они усложняют работу дорожно-эксплуатационной службы, отражаясь на экономической эффективности дорожно-транспортного комплекса.

Экономический аспект проблеме изменения климатических условий придает феномен ограниченности климатических характеристик во времени. Так, в случае конечности какого-либо свойства можно ставить

вопрос о его цене и о цене, которую надо заплатить за сохранение (восстановление) пострадавшего в результате климатических изменений сегмента экономики, в нашем случае – автомобильных климатических ресурсов. АКР Томской области, как и другие природные ресурсы, открывают возможности для капиталовложений и стимулируют развитие технологий, оптимально соответствующих новым климатическим условиям.

Учитывая изменение климата в случае реализации сценария А2 (сценарий, который указывает на регио-

нальную направленность экономического развития, самообеспечение регионов, рост общей численности населения), можно ожидать, что повторяемость условий, способствующих образованию скользкости на дорогах, к середине XXI столетия возрастет [4].

Трудности зимней эксплуатации автомобильных дорог в будущем будут в большой степени обусловлены прогнозируемым увеличением повторяемости опасных метеорологических условий, исследованных в данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Научно-прикладной справочник по климату СССР. С. 3: Многолетние данные* / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. Западно-Сибирское территориальное управление по гидрометеорологии. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. Ч. 1–6, вып. 20. 717 с.
2. *Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В.* Переход температуры воздуха через 0 и 5°C на юге Западной Сибири: режим, статистические характеристики и сопутствующие циркуляционные условия // *Вестник Томского государственного университета*. 2009. № 325. С. 191–195.
3. *Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу* / В.М. Катцов, Н.В. Кобышева, В.П. Мелешко и др. ; под ред. В.М. Катцова, Б.Н. Порфирьева ; Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). М. : Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с.
4. *Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами* / под ред. Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
5. *Барашкова Н.К.* Характеристика циркуляционных сезонов и их средних температур в Томске // *Оптика атмосферы и океана*. 2003. Т. 16, № 07. С. 598–601.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 17 апреля 2012 г.