

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Федеральное государственное бюджетное учреждение
СИБИРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ФГБУ «СибНИГМИ»)

УДК. 551.562.3: 658.51.512

Инв №



УТВЕРЖДАЮ

Директор института

д-р физ.-мат. наук

В. Н. Крупчатников

2013 г.

ОТЧЁТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Создание информационных технологий на базе СУБД-, ГИС- WEB- технологий
для подготовки климатических справочных материалов
и публикаций и климатологического обслуживания

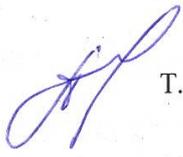
РЕГИОНАЛЬНЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ СПРАВОЧНИК
ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ
ПО СУБЪЕКТАМ РФ:
ТОМСКАЯ, НОВОСИБИРСКАЯ, КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТИ,
АЛТАЙСКИЙ КРАЙ И РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ
(заключительный)
Тема 1.3.4.3

Зам. директора по научной работе
канд. геогр. наук

О. В. Климов

Новосибирск 2013

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отв. исполнитель зав. лабораторией климатических исследований, канд. геогр. наук		И. О. Лучицкая	Введение. Раздел «Климатические условия...»: температура воздуха, ветер, комплексы. Составление отчёта.
Ст. научный сотрудник, канд. геогр. наук		Н. И. Белая	ТЗ для расчёта таблиц справочника и их экспертиза. «Климатические условия...»: осадки, снежный покров, дальность видимости, скользкость дорожных покрытий, снегоперенос, снегопринос.
Научный сотрудник, канд. технических наук		С. А. Арбузов	Информационная технология, интерфейс электронного справочника
Ведущий программист		Н. А. Романцев	Программное обеспечение расчётов таблиц на базе системы CliWare
Инженер		М. И. Босина	Контрольные расчёты. «Климатические условия...»: атмосферные явления (туманы, грозы, пыльные бури).
Нормоконтролёр		Т. П. Панькова	

РЕФЕРАТ

Отчёт 73 стр., 44 рис., 8 табл., 33 источника, 3 приложения

КЛИМАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ И АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ЭЛЕКТРОННЫЙ СПРАВОЧНИК

Региональный климатический справочник специализированных характеристик для обеспечения транспортной отрасли экономики освещает территорию Томской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края и Республики Алтай, входящую в зону ответственности Западно-Сибирского УГМС Росгидромета.

Климатическая база в справочнике сгруппирована в двух вариантах: по направлениям деятельности железнодорожного и автомобильного транспорта: проектирование дорог и магистралей, эксплуатация транспортных средств, перевозка грузов и в виде тематического указателя - по элементам климата.

Справочник подготовлен в электронной форме по данным за период 1985-2009 гг. и содержит набор характеристик: повторяемость, продолжительность пороговых (критических) значений и комплексов, многолетние экстремумы, расчётные вероятностные оценки элементов климата - температура воздуха, осадки, ветер, снежный покров, атмосферные явления, метеорологическая дальность видимости.

Рассмотрены виды зимней скользкости дорожных покрытий - гололедица, снежный накат, рыхлый снег, в том числе в сочетании с неблагоприятными факторами (сильный ветер, ухудшенная видимость). Для решения проблем борьбы со снегозаносами потребителю предлагаются оценки объёмов переносимого снега на рассматриваемой территории и снегоприноса к участкам Федеральных дорог.

Дана характеристика климатических условий юго-востока Западной Сибири и тенденций изменения в приложении к проблемам развития сухопутного транспорта на территории региона.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Структура Регионального климатического электронного справочника для обслуживания транспортной отрасли экономики	7
1.1 Исходные данные и метеорологическая освещённость региона.....	7
1.2 Программное обеспечение обработки данных	8
1.3 Схема представления климатической базы	9
2 Климатическая база справочника и программные средства	10
2.1 Описание интерфейса	10
2.2 Выбор территориального субъекта и описания станций	11
2.3 Доступ к таблицам климатической базы	11
2.4 Открытие документа «Климатические условия региона»	13
2.5 Содержание Справок	13
3 Климатические условия юго-востока Западной Сибири и их влияние на развитие транспортной отрасли	14
3.1 Температурный режим и его изменения	14
3.2 Атмосферные осадки	29
3.3 Снежный покров	31
3.4 Режимные характеристики ветра	34
3.5 Атмосферные явления	43
3.6 Метеорологическая дальность видимости	48
3.7 Скользкость дорожных покрытий	50
3.8 Объём снегопереноса	54
Заключение	57
Список литературы	58
Приложение 1 Перечень таблиц (тематический указатель) по элементам климата и характеристикам состояния дорожного покрытия	60
Приложение 2 Перечень таблиц по направлениям и службам транспортной отрасли экономики	62
Приложение 3 Пояснения к таблицам	67

ВВЕДЕНИЕ

Согласно долгосрочной программе развития экономики Российской Федерации и стратегии на ближайшие десятилетия инновационный путь предусматривает модернизацию транспортной отрасли, и в первую очередь, её инфраструктуры [1]. Наиболее приоритетными в новом тысячелетии являются задачи, связанные с перспективой развития грузоперевозок в международных транспортных коридорах, для отдельных субъектов актуальным остаётся строительство дорог для обеспечения межмуниципального сообщения и между населёнными пунктами. Территория юго-востока Западной Сибири отличается сравнительно низкой транспортной освоенностью. В особенности это касается Томской области, имеющей большую концентрацию природных ресурсов, которая занимает 70 и 72 места соответственно по густоте автомобильных и железных дорог среди регионов России, в то время как по объёму перевозимых грузов находится на 32 месте.

Несмотря на благоприятные тенденции в работе транспорта, современное состояние системы не отвечает потребностям и перспективам развития экономики: старение и износ основных фондов по отдельным видам деятельности негативно сказывается на качестве обслуживания населения и хозяйствующих субъектов, оказывает отрицательное влияние на окружающую среду. На транспорте не на должном уровне применение современной автоматизированной системы логистики, способствующей более эффективному планированию, контролю, управлению движением и снижению транспортных расходов, защите жизни и здоровья населения на транспорте. Сухопутный транспорт - железнодорожный и автомобильный обеспечивает основной объём перевозок, как по стране, так и за её пределы.

Известно, что Сибирь, благодаря географическому положению, является естественным транспортным сухопутным мостом между странами Западной Европы, Северной Америки и государствами Восточной Азии.

Транссибирская магистраль - важнейшая железная дорога России пересекает, в частности, территорию Новосибирской и Кемеровской областей. В сложных природно-климатических условиях Томской области осуществляется строительство Северной широтной магистрали (Томск – Ханты-Мансийск), призванной связать автодорогой регион с северной частью европейской зоны России.

Планируемая Северо-Сибирская железнодорожная магистраль (СевСиб), которая продолжит БАМ, пройдёт вблизи или непосредственно через крупнейшие месторождения нефти и газа в Томской области, Колпашевский железнорудный бассейн и далее на Нижневартовск. Являясь частью Северо-Российской Евразийской магистрали, затем будет направлена к портам Баренцева и Белого морей.

В перспективе сотрудничества с КНР актуальной задачей является, к примеру, строительство прямой автодороги в Китай через перевал Канас в Горном Алтае, хотя противники строительства современной автомагистрали предостерегают о негативных последствиях для экологии уникального плоскогорья Укок.

Важным фактором обеспечения эффективности и безопасности сухопутного транспорта является климатологическое обслуживание отрасли, направленное как на снижение последствий от опасных и неблагоприятных условий погоды, которые наносят материальный и социальный ущерб, так и на оптимизацию затрат на дорожные работы в благоприятные периоды.

В рамках Научно-прикладного справочника по климату СССР, изданного в 80-е годы и включающего базовую климатическую информацию (1-6 части), впервые была создана 7-я часть «Специализированные климатические характеристики для строительного проектирования». Аналогично, аспекты специфической и многоплановой деятельности транспортной отрасли нуждаются в достаточно большом объеме конкретно ориентированной справочной информации по климату, представленной в современной и удобной для пользователя форме.

1. СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО СПРАВОЧНИКА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ

Наиболее полно система климатологического обеспечения различных направлений и служб деятельности автомобильного и железнодорожного транспорта разработана специалистами Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова на основе многолетнего взаимодействия с потребителями и представлена в работе «Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики» [2].

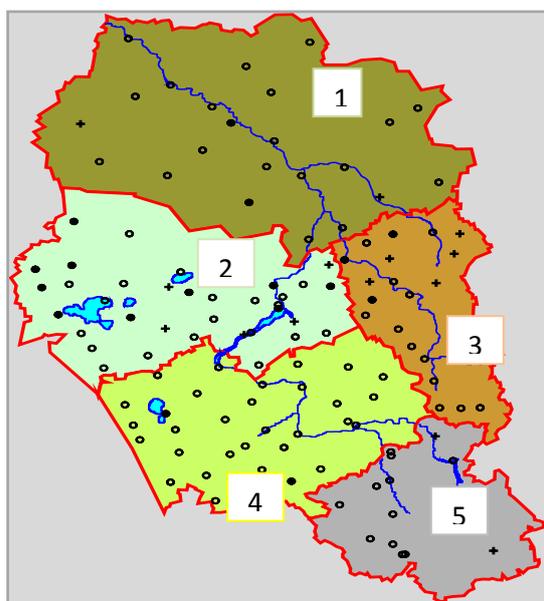
Региональный климатический справочник специализированных характеристик, предназначенный для обслуживания транспортной отрасли на территории 5 субъектов РФ (Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край и Республика Алтай), подготовлен в электронной форме. Он содержит значительную часть рекомендуемой информации, которая отражает метеорологические условия у земли (на уровне 2 м). Режим почвогрунтов в данной работе не рассматривался.

В справочниках по климату прежних поколений зона деятельности Западно-Сибирского УГМС индексируется как выпуск 20. В электронной версии «Климат России» [3] территории присвоен этот же номер. Регион представляет юго-восток Западной Сибири.

1. 1 Исходные данные и метеорологическая освещённость региона

Информационная система Регионального климатического справочника использует содержимое базы данных системы CliWare. Новая версия системы установлена в лаборатории климатических исследований в 2012 году. Выборка данных произведена из архива «ТМС» за период 1985-2009 гг. по 123 станциям региона. Оценки трендов некоторых параметров выполнены по рядам, продлённым до 2012 года.

Характеристика освещённости метеостанциями представлена в таблице 1.



Площадь региона 852,3 тыс. км², составляет 5% площади РФ. На территории действуют 124 метеорологических станций (рисунок 1).

Таблица 1 - Минимально необходимое количество пунктов наблюдений (N^{\min}) с учётом неоднородности рельефа и хозяйственного освоения территории [4].

Субъект	Количество станций	N^{\min}
1	23	32
2	35	37
3	21	21
4	32	43
5	13	20

Рисунок 1 - Сеть метеорологических станций Западно-Сибирского УГМС.

1 - Томская область; 2 - Новосибирская область; 3 - Кемеровская область; 4 - Алтайский край; 5 - Республика Алтай.

В Томской области, Алтайском крае и Республике Алтай очевиден дефицит пунктов наблюдения, остальные субъекты «укомплектованы».

1.2 Программное обеспечение обработки данных

Разработанное программное обеспечение состоит из отдельных модулей, ориентированных на расчеты статистических характеристик. Модули написаны на языке высокого уровня Дельфи в бесплатной среде разработки Lazarus. Программное обеспечение разрабатывалось под линейку ОС Windows. Структура модулей представлена на рисунке 2.

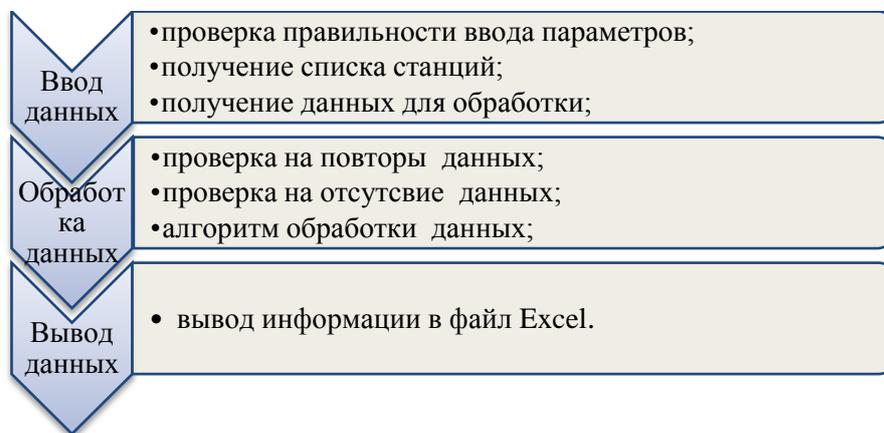


Рисунок 2 – Структурная схема программных модулей.

Ввод параметров осуществляется в текстовое поле программы. Список обрабатываемых станций содержится в текстовых файлах. Для удобства использования выбор территориального субъекта сделан в виде переключателя. Метеорологические данные для обработки берутся из информационной системы CliWare, работающей с базой данных PostgreSQL 8.4. Доступ к серверу осуществляется через программный интерфейс ODBC, для этого были установлены дополнительные драйверы.

Обработка данных подразумевает сам алгоритм вычисления статистических характеристик. Так как в базе метеорологических данных возможны повторяющиеся и отсутствующие данные, добавлена проверка повторов и пропусков данных.

Вывод данных осуществляется в файл Excel, используя технологию OLE. Принята кодировка Win1251. Для удобства редактирования вида результирующей таблицы используются шаблоны Excel. Пример пользовательского интерфейса приведен на рисунке 3.

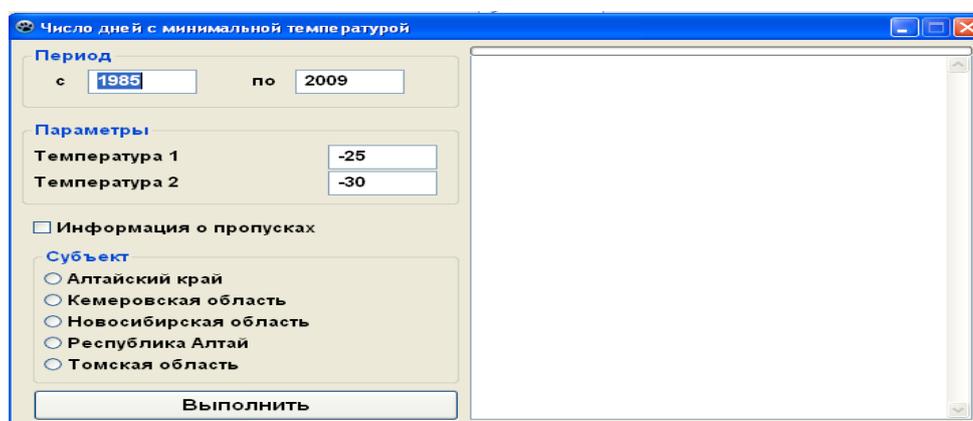


Рисунок 3 – Пользовательский интерфейс.

Большинство программных модулей позволяют изменять параметры (например, период анализа, в том числе для целей регулярного обновления базы климатических характеристик справочника; пороговые значения температуры, скорости ветра и т.п.).

1.3 Схема представления климатической базы

Климатологическое обеспечение автодорожной и железнодорожной отраслей осуществляется по нескольким направлениям и представлено в [2] как схема «дерева решений», в основе которого лежит проектирование инфраструктуры. Каждое направление разветвляется на звенья и службы в соответствии с особенностями деятельности:

- **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ И МАГИСТРАЛЕЙ**
 - проектирование автодорог;
 - локомотивная служба;
- ***КОНСТРУИРОВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ***
 - *климатическое районирование для технических целей, по среднему из абсолютных минимумов,*
 - *конструирование автомобилей в различном климатическом исполнении;*
- **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**
 - эксплуатация автодорог,
 - служба пути,
- **ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ**
 - служба контейнерных перевозок,
 - вагонная и пассажирская служба,
 - объекты электрификации и энергетического хозяйства,
 - служба сигнализации и связи,
 - служба движения.

Необходимо отметить, что в настоящей работе второе направление (отмечено курсивом), связанное с климатическим районированием для технических целей и задач конструирования автомобилей в северном исполнении, не рассматривалось. В условиях наблюдаемых изменений климата эта проблема для Сибирского региона требует дополнительного изучения.

Для каждой службы данного направления представлен набор специализированных климатических характеристик и сочетаний погодно-климатических условий. Поскольку одна и та же таблица повторяется в различных службах, дополнительно представлен «тематический указатель» по метеорологическим параметрам и специальным характеристикам:

- Температура воздуха.
- Атмосферные осадки.
- Снежный покров.
- Ветер.
- Атмосферные явления.
- Метеорологическая дальность видимости.
- Скользкость дорожных покрытий.
- Комплексные характеристики.
- Снегоперенос.

Таким образом, пользователю предлагается 2 варианта ознакомления с содержанием справочника. Климатическая база включает 30 таблиц с данными повторяемости, продолжительности пороговых значений, многолетних экстремумов, а также расчётных вероятностных оценок. Перечень таблиц по элементам климата и характеристике состояния дорожного покрытия представлен в Приложении 1, эти же таблицы, сгруппированные по направлениям и службам – в Приложении 2, Пояснения к таблицам – в Приложении 3.

2. КЛИМАТИЧЕСКАЯ БАЗА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

2.1 Описание интерфейса

Программа Регионального климатического справочника (рисунок 4) обеспечивает интерфейс между пользователем и климатической базой (таблицами).



Рисунок 4 – Титульный лист Справочника.

После визуализации титульного листа выводится главное окно с обзорной картой региона. На панели расположены кнопки соответствующего назначения (рисунок 5)

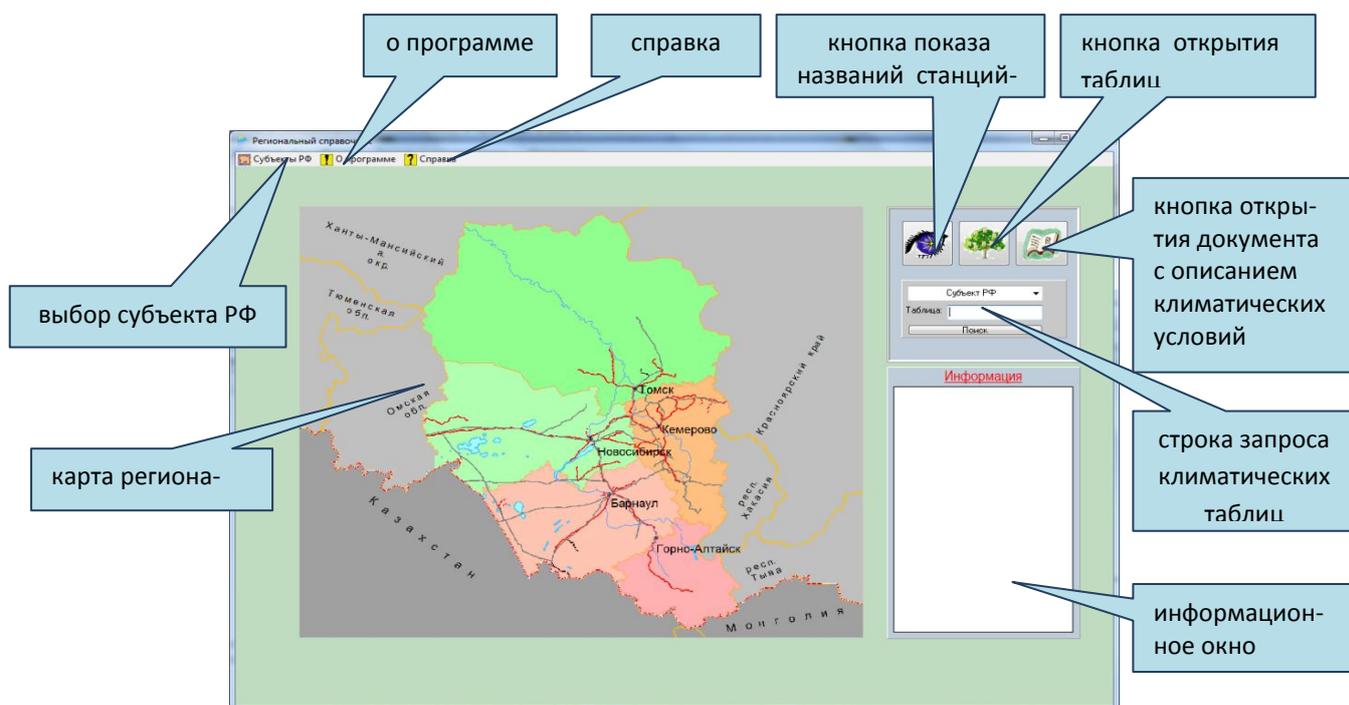


Рисунок 5 – Главное окно и кнопки управления

2.2 Выбор территориального субъекта и описания станций.

Выбор субъекта можно произвести двумя способами – наведя на него указателем мыши на карте региона или с помощью кнопки «Выбор субъекта РФ», отображающей их названия. Открывается карта субъекта с указанием расположения станций без названий, чтобы не загромождать обзор карты. Схематично обозначены железнодорожная сеть и автомобильные дороги различных рангов, при этом в информационное окно выводится легенда. Для Томской области дополнительно показано направление проектируемой Северо-Сибирской ж.-д. и строящейся Северной широтной автомагистрали (рисунок 6).

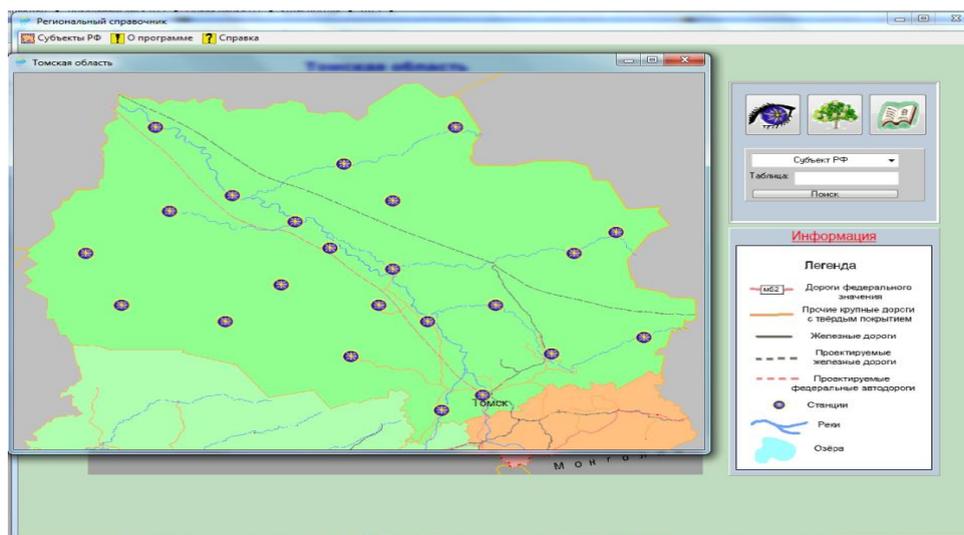


Рисунок 6 – Вспомогательное окно с картой Томской области

Кнопка показа названий станций выполняет заданную функцию после возвращения в данный субъект. Теперь по каждой станции в информационном окне можно получить сведения: координаты станции (широта и долгота в градусах с десятичными), высота над уровнем моря (в метрах), физико-географическое положение, местные условия, характеристика почвы, а также история метеорологических наблюдений (год основания, переносы станции и др.).

2.3 Доступ к таблицам климатической базы

Разработаны 2 варианта открытия таблиц специализированных характеристик справочника. Первый - осуществляется при помощи дерева каталогов (кнопка показа таблиц), где они сгруппированы по субъектам, направлениям деятельности и по службам (рисунок 7). Производится выбор любой таблицы с номером, где первая позиция означает направление деятельности, вторая – номер службы и третья – порядковый номер.

Второй способ доступа к таблицам инициируется строкой запроса таблицы в формате тематического указателя, т.е. по элементам климата (Приложение 1) в следующей последовательности (рисунок 8). Вначале выбирается субъект, затем нажатием в пустое поле строки запроса для просмотра вызываются заголовки 30 таблиц со сквозной нумерацией. В окно «Таблица» заносится номер, команда «Поиск» открывает таблицу. После очищения строки запроса можно повторить процедуру заказа других таблиц.

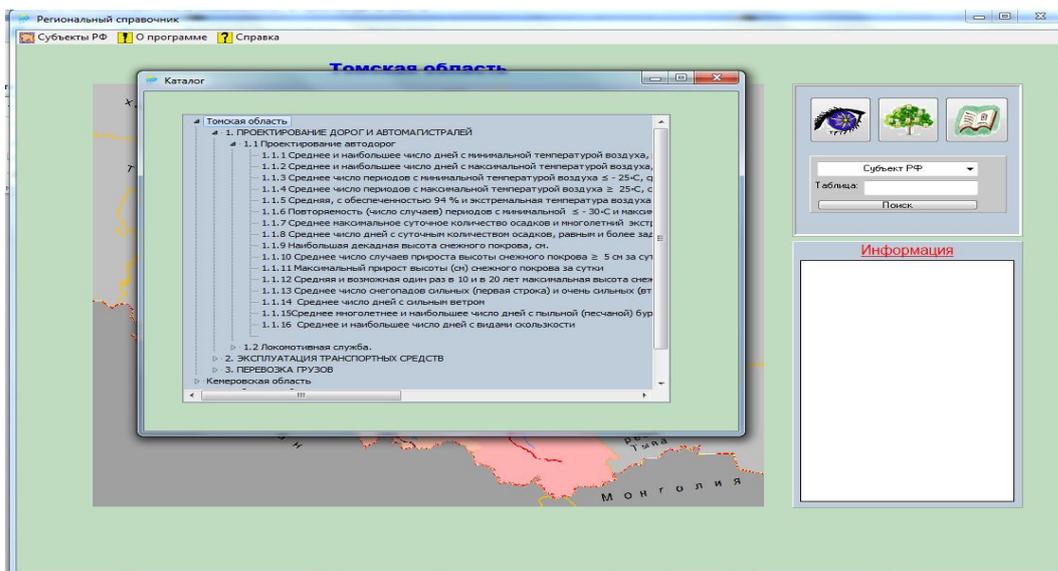


Рисунок 7 – Окно каталога климатических таблиц.



Рисунок 8 – Использование строки запроса

Таблицы существуют в формате XLS и созданы в программном обеспечении MSeXcel, доступ к таблицам из справочника осуществляется по технологии OLE (рисунок 9). Таблицы, сформированные в Excel, хранятся в папках по соответствующим регионам и имеют свой идентификатор. Открытие таблиц осуществляется в справочнике, при этом сохраняется часть функциональных возможностей Excel (поиск, сортировка, стили и т.д.). Редактирование таблиц возможно только в среде Excel. Изменения таблиц в справочнике не приводит к изменению исходных файлов и при последующем открытии программы не сохраняются. Это позволяет выполнять любые операции над данными в справочнике без опасения их потерять.

Температура, °С	Число дней	Месяц							X - IV
		X	XI	XII	I	II	III	IV	
Александровское									
≤ -25	Среднее	-	5,4	13,2	14,6	10,1	4,4	0,4	48,1
	Наибольшее	-	16	24	28	20	18	4	68
	Год		1998	2000	2006	1994	1991	2006	2000-2001
≤ -30	Среднее	-	2,2	7,5	9,8	6,0	1,5	-	27,0
	Наибольшее	-	8	18	27	15	11	-	45
	Год		1998	1986	2006	1994	1999	2007	1986-1987

Рисунок 9 – Пример представления таблицы (Томская область).

2.4 Открытие документа «Климатические условия региона»

Кнопка «открытие документа» на панели главного окна представляет раздел «Климатические условия юго-востока Западной Сибири и их влияние на развитие транспортной отрасли экономики», состоящий из 9 глав, приведенный в разделе 3.

Описание пространственно-временного распределения специализированных характеристик, приведённых в Справочнике, с некоторыми оценками их тенденций на исследуемом отрезке времени можно рассматривать в качестве ориентировочной аналитической поддержки при принятии решений в деятельности секторов транспортной отрасли экономики.

2.5 Содержание Справок

Кнопка «О программе» отображает реквизиты исполнителей - ФГБУ «СибНИГМИ». «Справка» создана в формате PDF и открывается в специализированном программном обеспечении, (AdobeReader, STDUWiever, FoxitReader и др.) установленном на компьютере пользователя.

Содержание Справки:

Предисловие

1. Использование справочника

1.1 Описание интерфейса

1.2 Выбор территориального субъекта

1.3 Описание станций

1.4 Доступ к климатическим таблицам

1.5 Строка запроса

2. Пояснения к таблицам

2.1 Температура воздуха

2.2 Атмосферные осадки и т.д. согласно Перечню таблиц (Приложение 1)

Пункте 1 Использование справочника содержится информация разделов 2.1-2.4 настоящего отчёта.

3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Основным фактором, определяющим климат территории ответственности Западно-Сибирского УГМС, включающего 5 субъектов РФ: Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край и Республика Алтай является географическое положение со значительной разницей широт северной и южной её частей, что сильно изменяет количество тепла, получаемого от солнца различными зонами. Вследствие удаления территории от морей и океанов, климат здесь формируется под воздействием физических свойств суши, которая летом быстро и сильно нагревается, а зимой так же интенсивно теряет свою теплоту. Благодаря этим процессам почти всё пространство юго-востока Западной Сибири характеризуется континентальным климатом. Период глобального потепления, начавшийся в третьей четверти прошлого столетия [5], обусловил особое внимание к оценкам климатических ресурсов, классификация которых для решения прикладных задач сведена в работе [6].

3.1 Температурный режим и его изменения

Общее представление о тепловых ресурсах региона для задач транспортной отрасли экономики даёт средняя температура воздуха, её изменение в течение года и оценка среднегодовой величины. В условиях изменения климата средняя температура может принимать несколько иные значения, поэтому потребителю полезно знать различия показателей в сравнении с данными справочника прежнего поколения (Научно-прикладной справочник по климату СССР, созданный на базе информации за 1936-1980 гг.) [7]. Представляют интерес также модельные оценки изменения температуры воздуха на средне- (2011-30 гг.) и дальнесрочную (2046-65 гг.) перспективу [8].

Последние исследования тренда температуры свидетельствуют, что глобальное потепление на рубеже нового столетия сменилось тенденциями к похолоданию [9]. Так, в г. Новосибирске сглаженная по скользящим 11-летиям среднегодовая температура за период потепления (с 1976 года) повысилась на 2°C , и, начиная с 2000-го года стала очевидна её стабилизация за счёт утащения холодных зим 2000-2001, 2005-2006 и 2009-2010 гг. (рисунок 10).

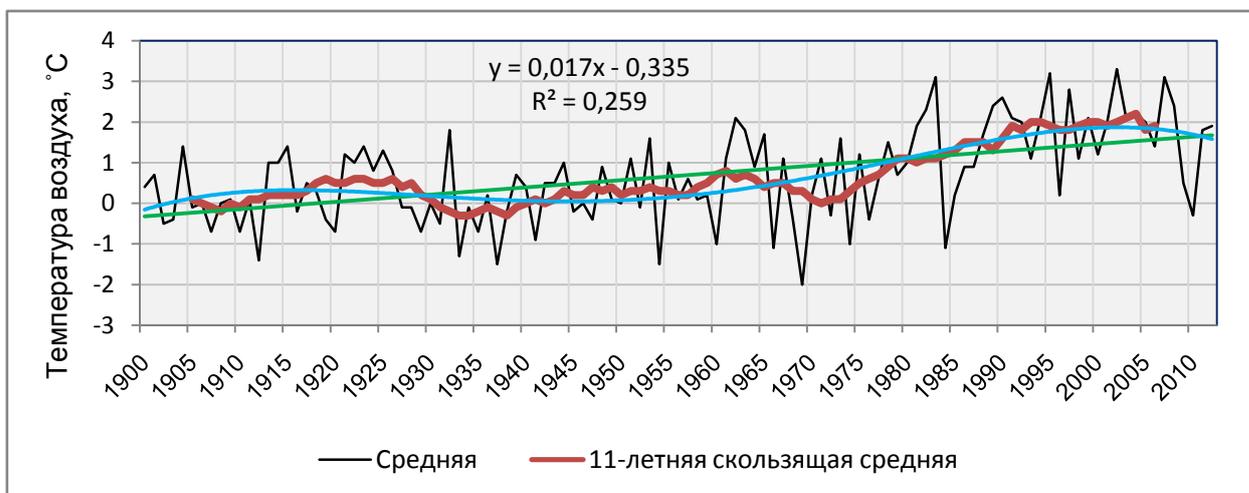


Рисунок 10 – Изменения среднегодовой температуры воздуха в городе Новосибирске. Зелёная линия – линейный тренд, голубая линия – полином 4-й степени.

В целом, за период с начала прошлого столетия по 2012 год согласно оценкам линейного тренда среднегодовая температура повысилась на 2,0°C.

В годовом разрезе достаточно интенсивно «тепеют» месяцы март и апрель, несколько слабее – май и октябрь (таблица 2). Отмеченные цветом значения критерия Стьюдента t указывают на существенность положительного тренда температуры на 5%-ном (серый), 1%-ном (зелёный) и 0,1% -ном (розовый) уровнях значимости. Отметим, что на севере Западной Сибири, в Ямало-Ненецком автономном округе также происходит заметное повышение температуры воздуха в марте, на 1,1°C /10 лет [10].

Таблица 2 - Скорость изменения температуры воздуха (а), параметр R^2 , критерий оценки значимости (t)

Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
а, °C/10лет	0,24	0,18	0,37	0,30	0,18	0,06	0,05	0,00	0,00	0,17	0,24	0,26	0,17
R^2 , %	3,1	2,2	12,9	12,7	7,6	1,5	1,3	0,0	0,0	7,1	4,2	3,6	25,9
t	1,86	1,56	4,15	4,00	3,00	1,29	1,19	0,00	0,00	2,87	2,18	2,20	6,28

Примечание. Параметр R^2 – доля дисперсии температуры, обусловленная трендом.

Особенностью распределения средней годовой температуры воздуха является её общее уменьшение с севера на юг, что связано в основном с широтными изменениями теплового баланса (рисунок 11). На термический режим оказывают влияние местные условия: мезо- и микрорельеф, растительность, непосредственная близость водоёма, застройка территории и др. Благодаря воздействию этих факторов температура может существенно меняться на небольших расстояниях. Особенно велико влияние местных условий в горных районах.

Томская область. На равнинной и холмистой местности юго-востока Западной Сибири самыми холодными являются северные и северо-восточные районы Томской области, где среднегодовая температура составляет -1,3 ÷ -1,7°C.

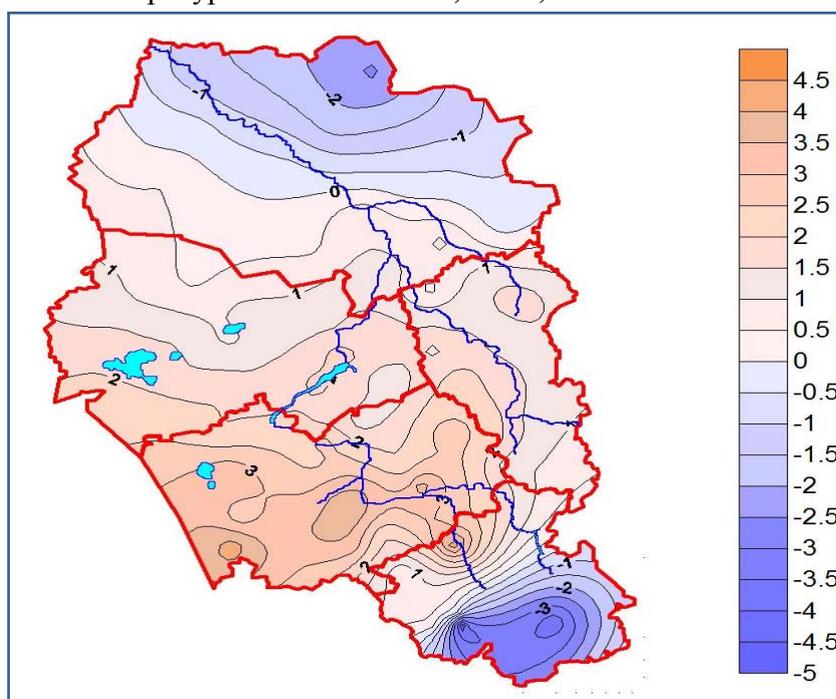


Рисунок 11 - Среднегодовая температура воздуха, °C.

«Полюс холода» в пределах данного субъекта РФ зафиксирован труднодоступной метеорологической станцией Ванжиль-Кынак, расположенной на крайнем севере, в заболоченной местности, окружённой хвойным лесом; здесь среднегодовая температура воздуха достигает $-2,6^{\circ}\text{C}$. Нулевая изотерма делит область практически пополам. Следует отметить, что по данным [7] за 1936-1980 гг. на территории Томской области повсеместно температура воздуха отрицательная и колеблется в интервале $-3,0 \div -0,5^{\circ}\text{C}$.

Новосибирская область. Среднегодовая температуры воздуха на территории изменяется от 1°C на севере до 2°C в южных районах. Наиболее холодными оказываются заболоченные ареалы области, где температура составляет $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$ (Северное, Убинское). В городской застройке Новосибирска (Учебная) отмечается самый высокий уровень среднегодовой температуры ($2,6^{\circ}\text{C}$), что закономерно отражает влияние городского острова тепла в условиях жизнедеятельности мегаполиса.

Кемеровская область. Территория характеризуется сложным рельефом предгорий Алтая. В замкнутых долинах Горной Шории среднегодовая температура $0,3^{\circ}\text{C}$, в остальных районах $1-1,7^{\circ}\text{C}$. Островами тепла являются промышленные центры Кузбасса (Белово, Новокузнецк), здесь температура $2,3^{\circ}\text{C}$.

Алтайский край – наиболее «тёплый» регион юго-востока Западной Сибири, где фон среднегодовой температуры составляет $2,5-4,3^{\circ}\text{C}$, на севере - примерно на градус ниже (Заринск, Тальменка, Хабары).

Республика Алтай. В горах Алтая контрасты температурного режима особенно выражены и достигают 10°C : в Чуйской котловине среднегодовая температура воздуха близка к -4°C (Кош-Агач), на вершинах и северных склонах хребтов - достигает -5°C (Кара-Тюрек, 2600м над уровнем моря). Вместе с тем, в районах, испытывающих влияние фёнов, среднегодовая температура повышается до $4,5^{\circ}\text{C}$ (Яйлю, Чемал).

В январе - центральном зимнем месяце средняя температура изменяется от $-18 \div -21^{\circ}\text{C}$ в Томской области до $-13 \div -16^{\circ}\text{C}$ на территории Алтайского края, в центральной части региона $-16 \div -18^{\circ}\text{C}$ (рисунок 12).

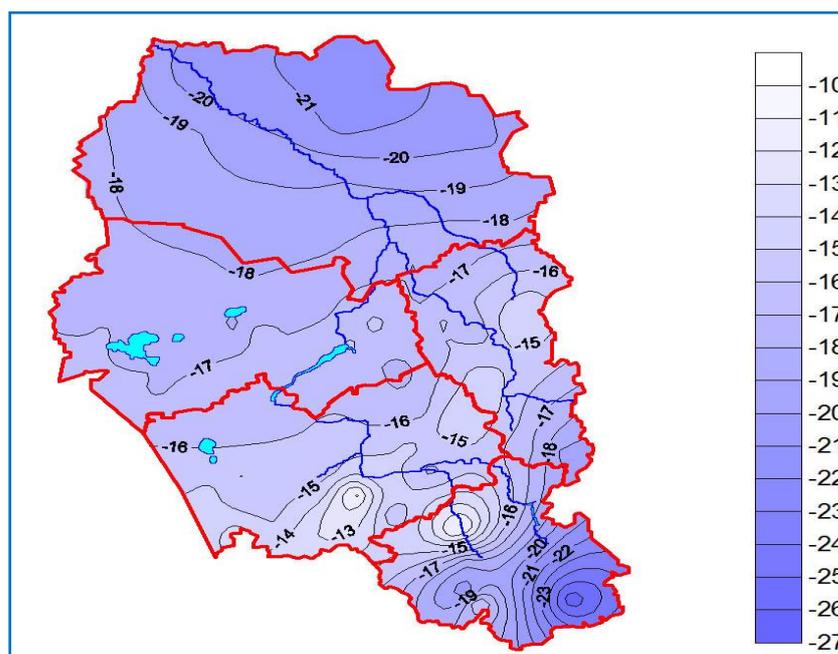


Рисунок 12 – Средняя месячная температура воздуха в январе.

Горные котловины Алтая отличаются наиболее низкими температурами вследствие интенсивного стока холодного воздуха (Кош-Агач, $-26,8^{\circ}\text{C}$). «Европейские» зимы со средней температурой января $-8 \div -11^{\circ}\text{C}$ присущи районам, подверженным фёнам (Яйлю, Чемал).

Июль - самый тёплый месяц года характеризуется меньшим варьированием по территории средней месячной температуры, последняя возрастает с севера на юг от 18 до 20°C (рисунок 13). Наиболее высокие температуры отмечаются в юго-западных степных районах Алтайского края, но не выше 22°C .

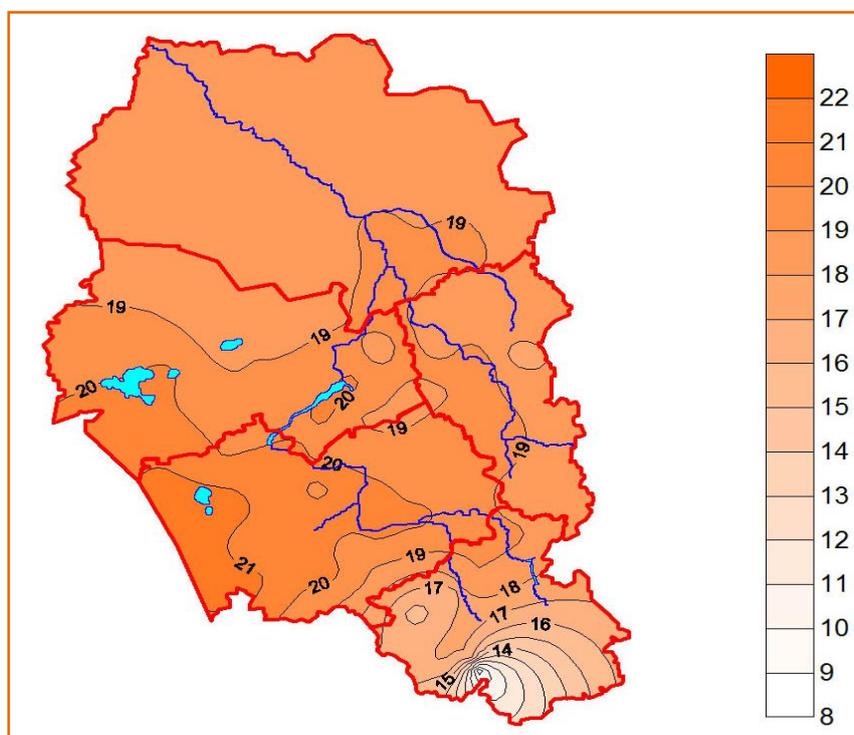


Рисунок 13 – Средняя месячная температура воздуха в июле, $^{\circ}\text{C}$.

Вершина горы Кара-Тюрек отражает аномальные условия температурного режима июля в высокогорных неэкранированных формах рельефа, здесь в среднем $8-10^{\circ}\text{C}$.

В заключение следует отметить, что термические ресурсы юго-востока Западной Сибири по данным за период 1985-2009 гг. возросли в сравнении с показателями предшествующего периода, ограниченного 1980 годом (таблица 3).

Таблица 3 – Отклонения ($\Delta T, ^{\circ}\text{C}$) характеристик температурного режима за период 1985-2009 гг. от данных Научно-прикладного справочника СССР (1936-1980 гг.)

Субъект	Год			Январь			Июль		
	$\Delta T_{\text{ср.}}$	$\Delta T_{\text{макс}}$	$\Delta T_{\text{мин}}$	$\Delta T_{\text{ср.}}$	$\Delta T_{\text{макс}}$	$\Delta T_{\text{мин}}$	$\Delta T_{\text{ср.}}$	$\Delta T_{\text{макс}}$	$\Delta T_{\text{мин}}$
Томская область	1,3	1,7	1,0	1,4	2,2	0,7	0,8	1,1	0,4
Новосибирская область	1,6	1,9	1,2	2,6	3,0	2,0	0,7	1,0	0,2
Кемеровская область	1,4	1,7	1,2	2,2	2,7	1,6	0,6	0,9	0,3
Алтайский край	1,5	1,7	1,0	2,5	3,1	2,0	0,6	1,0	0,3
Республика Алтай	1,3	2,1	0,8	2,2	3,7	0,5	0,9	1,1	0,8

Годовая температура воздуха выросла в среднем на 1,3 – 1,6°C, средняя температура января – на 2,2 - 2,6°C, июля - порядка 0,5-0,7°C. Наиболее интенсивно потепление протекало зимой в южных районах территории.

Согласно прогнозным оценкам для Западной Сибири по результатам моделирования на основе антропогенно обусловленного глобального потепления за счёт усиления парникового эффекта – сценария «А2» IPCC ожидается дальнейшее смягчение термического режима [8]. Однако новые тенденции похолодания климата, очевидно, потребуют корректировки данного модельного прогноза [9].

Что касается воздействий меняющихся климатических условий на отрасли экономики, то транспортный сектор, по мнению многих экспертов, подвержен в меньшей степени [8]. Корректировка может произойти в секторе планирования локальных транспортных систем и схем логистики, практически неизменными останутся объёмы и структура перевозок. Для исследуемой территории возможны проблемы в сфере обслуживания сезонных автодорог на севере Томской области. При сокращении зимнего периода потребуется усиление интенсивности работы служб перевозок. Вместе с тем, реализация строительства в рамках проекта «Дороги XXI века» Северо-Сибирской железнодорожной магистрали (Сев Сиб) и Северной широтной автодороги направлена на снятие этих проблем и обеспечение круглогодичной сухопутной связи крупного нефтегазоносного района Сибири с другими регионами.

Низкие температуры воздуха. Прежде всего, следует отметить, что понятие «низкие температуры» является неоднозначным, и выбор их критических значений определяется специалистами, как правило, с учётом температурных условий конкретного географического района и с точки зрения неблагоприятного воздействия этого явления на различные сферы жизнедеятельности. В середине 60-х годов прошлого столетия на территории ответственности Западно-Сибирского УГМС опасным явлением погоды считалось понижение минимальной за сутки температуры воздуха до -30°C. Впоследствии критерии корректировались в части изменения не только порога, но и учёта продолжительности действия низких температур.

Вместе с тем, опасные значения низких температур для деятельности разных отраслей варьируют в сторону и более либеральных уровней в зависимости от свойств эксплуатируемых объектов и других факторов. Так, в зимний период температура воздуха -25°C и ниже является одним из показателей отрицательных транспортно-климатических ресурсов для всех звеньев деятельности автомобильного и железнодорожного транспорта: проектирование дорог и магистралей, эксплуатация транспортных средств и перевозка грузов. Воздействие сильных морозов в сочетании с весенним оттаиванием усугубляет разрушение автодорожного полотна вследствие пучения. Поэтому в холодных регионах проектирование предусматривает конструкции соответствующей дорожной одежды. При сильных морозах повышается вероятность аварий на дорогах не только из-за поломки автомобилей, но и ввиду ухудшения видимости зачастую до нуля, перерасход топлива – также негативный фактор. В системе железнодорожного транспорта при температуре ниже -25°C создаются условия, вызывающие нарушение рельсовых креплений и выходу их из строя, длительные морозы опасны размораживанием отопления вагонов [2]. Разработка мер по адаптации к низким температурам с целью минимизации рисков ущерба – основная задача отрасли.

Число дней с температурой воздуха -25°C и ниже. Одной из основных характеристик режима низких температур является среднее многолетнее число дней с температурой, равной ниже заданных значений. Распределение на территории юго-востока Западной Сибири повторяемости температуры воздуха, равной и ниже -25 °C представлено на рисунке 14.

На преобладающей территории Томской области отмечается в среднем 40-50 дней с минимальной температурой ниже -25°C , в крайних северо-восточных районах – около 60 дней. На юге субъекта, в долинах рек Оби и Томи повторяемость морозов такой силы уменьшается до 30 дней. В самую холодную зиму 2009-2010 гг. низкие температуры, охватившие всю территорию, длились 2,5- 3 месяца.

В Новосибирской области наибольшая повторяемость температуры воздуха ниже -25°C имеет место в крайней северной части и составляет около 40 дней за холодный период, на остальной территории сильные морозы устанавливаются с частотой 25-30 дней. Котловинность центральной части территории обуславливает стекание и дополнительное выхолаживание воздуха и, как следствие, формирование области несколько повышенной повторяемости низких температур – в Убинском и Усть-Тарке соответственно 35-39 дней. Влияние высоты местности и формы рельефа на режим низких температур отражают метеостанции Маслянино, $H=200$ м (замкнутая долина, слияние рек) и Посевная, $H=280$ м (вершина холма), расположенные на расстоянии 53 км друг от друга. Число дней с температурой воздуха ниже -25°C составляет соответственно 41 и 17 дней. В городской застройке Новосибирска отмечается до 20 дней с такими морозами. Рекордно холодной зимой 2009-2010 гг. на всей территории НСО зафиксировано 60-70 дней с сильными морозами.

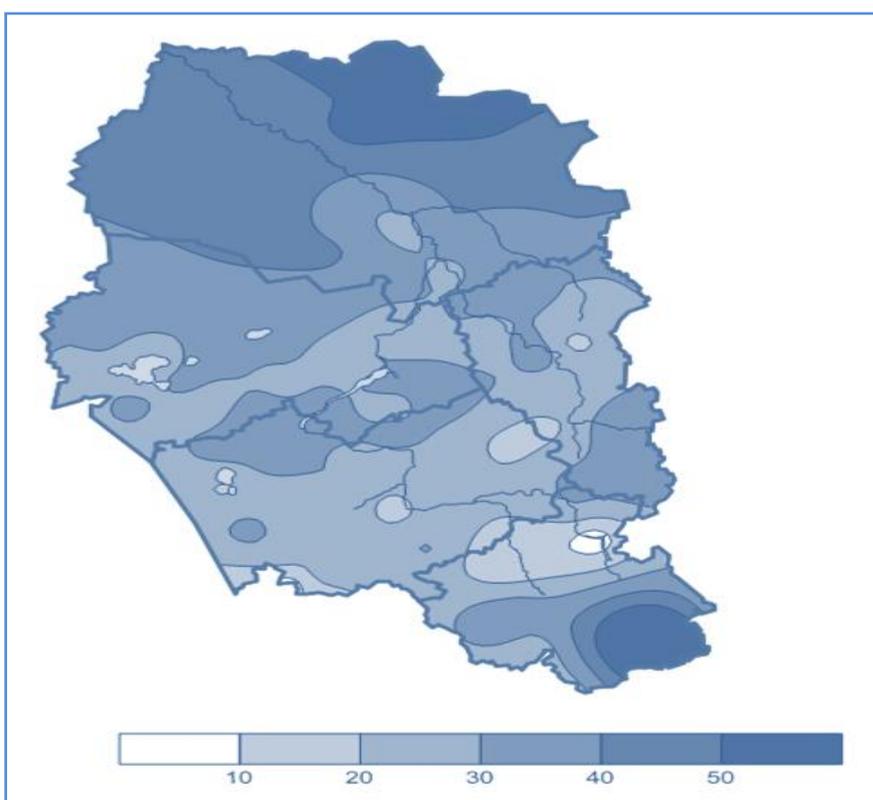


Рисунок 14 – Число дней с минимальной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$.

Среднее число дней с температурой воздуха ниже -25°C в Кемеровской области принимает наибольшие значения (30-40 дней за холодный период), на севере территории и в замкнутых долинах Горной Шории. Вдвое реже низкие температуры отмечаются на возвышенных участках рельефа и наветренных склонах Кузнецкого Алатау. Индустриальный центр Кузбасса Новокузнецк, где отмечается в средней 16 дней в году с $T \leq -25^{\circ}\text{C}$, следует

расценивать как «остров тепла». Зима 2009-2010 года и здесь установила рекорды, охватив сильными морозами всю территорию, исключая котловины в южных районах; холод стоял в общей сложности свыше двух месяцев.

В Алтайском крае аномально морозная погода -25°C и ниже отмечается с частотой в пределах 20-30 дней и максимумом порядка 50-55 дней, который повсеместно пришёлся на упомянутую зиму, завершившую десятилетие нового века.

Значительны контрасты в режиме низких температур в горах Алтая. Чуйскую высокогорную котловину, где в среднем отмечается 82 дня с температурой ниже -25°C , а в 2009-2010 гг. морозы удерживались 4 месяца, по праву можно считать «полюсом холода» на территории рассматриваемого региона. Вместе с тем, на побережье Телецкого озера (Яйлю) вследствие фёновой деятельности в среднем наблюдается два дня в году с $T \leq -25^{\circ}\text{C}$, что соизмеримо с повторяемостью таких температур на территории Украины [11].

Число дней с температурой воздуха -30°C и ниже сокращается в сравнении с $T \leq -25^{\circ}\text{C}$ практически в 2-2,5 раза, а незначительное варьирование различий определяется особенностями местоположения. В условиях застоя холодного воздуха, что характерно для таёжной зоны территории и отрицательных форм рельефа, расхождения наименьшие - в 1,5 раза (Ванжиль-Кынак, Кош-Агач), на продуваемых участках рельефа эффект противоположный.

Продолжительность периодов с низкими температурами воздуха. На территории исследуемого региона в среднем отмечается 10-15 периодов с температурой равной и ниже 25°C за холодный сезон), в крупных городах их число уменьшается до 6-10 (Новосибирск, Новокузнецк, Томск) (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристики продолжительности периодов с температурой воздуха, равной и ниже -25°C

Станция	Число периодов	τ ср.	Продолжительность, τ (дни)				τ макс	Годы
			1-5	6-10	11-15	>15		
Томская область								
Александровское	14,6	3,4	82,9	12,0	3,7	1,5	32	2005-2006
Томск	9,8	2,9	88,1	7,7	3,4	0,8	30	2005-2006
Новосибирская область								
Северное	13,3	2,7	89,4	8,8	0,9	0,9	30	2005-2006
Карасук	9,5	2,6	90,3	8,4	1,3	-	-	1997-1998
Кемеровская область								
Мариинск	11,0	2,7	89,3	9,1	0,4	1,2	29	2005-2006
Новокузнецк	6,2	2,8	90,5	8,1	1,4	-	12	1987-1988
Таштагол	13,9	2,5	91,9	6,6	1,2	0,3	18	2004-2005
Алтайский край								
Заринск	9,0	2,7	89,7	8,4	1,9	-	14	2005-2006
Рубцовск	10,3	2,6	92,3	6,5	0,8	0,4	18	2004-2005
Республика Алтай								
Турочак	10,5	2,6	91,7	7,5	0,8	-	11	1998-1999
Яйлю	1,0	1,6	100	-	-	-	4	2004-2005
Кош-Агач	12,0	7,1	63,9	16,0	8,0	12,1	57	2007-2008

Средняя продолжительность периодов 3 дня, практически в 90 % случаев более 5 дней морозы не сохраняются (Яйлю). Максимальный период длительностью 30 дней, отмечен, в ос-

новном, аномально холодной зимой 2005-2006 гг. в северной части территории; для южной половины региона самой холодной была предшествующая зима, однако морозы стояли около 20 дней. Разительные контрасты наблюдаются в горном рельефе Алтая: в Чуйской высокогорной котловине средняя продолжительность периода вдвое больше чем на равнине, а максимум, составил 57 дней. Как видно, первое десятилетие нынешнего века на юго-востоке Западной Сибири ознаменовано чередой экстремально холодных зим. Вместе с тем, тёплые фёновые ветры создают неустойчивость районов к любым волнам холода.

Комплекс низкой температуры и сильного ветра. Особой агрессивностью отличаются погодные условия при сочетании морозов с сильным ветром. В условиях низких температур наиболее опасными являются встречные ветры, которые замедляют движение вагонов, что вызывает замерзание смазочных масел в буксах [2].

В Томской области комплекс температуры воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$ и скорости ветра $\geq 15\text{ м/с}$ наблюдается не ежегодно (рисунок 15). Малой вероятностью такого сочетания или полным отсутствием характеризуются защищенные от ветра ареалы предгорий и гор Алтая, городская застройка (Учебная – Новосибирск) и районы распространения фёнов (Яйлю).

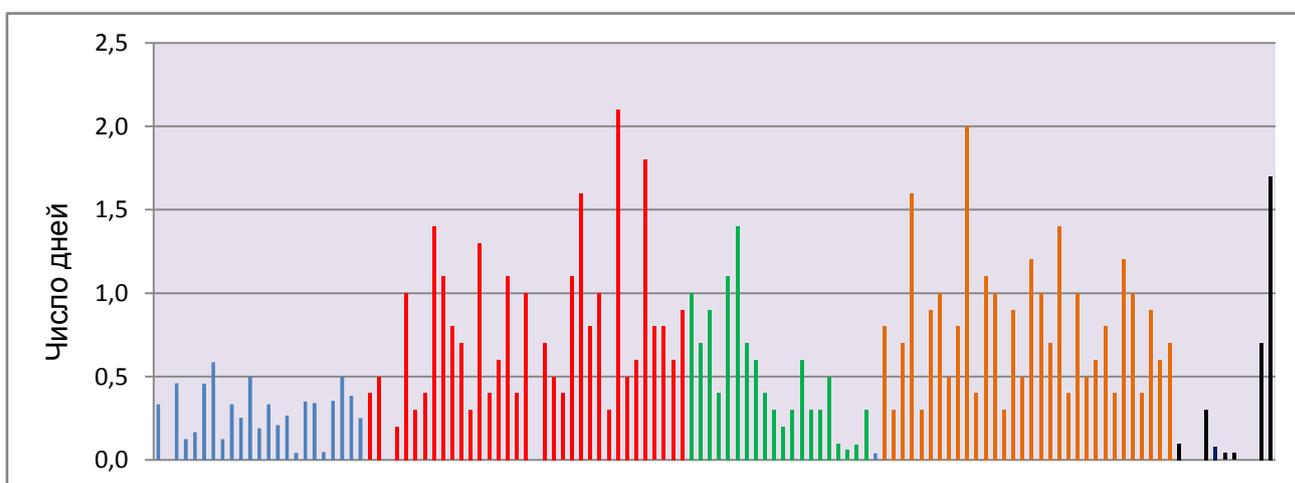


Рисунок 15 – Число дней с сочетанием минимальной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$ и суточного экстремума скорости ветра $\geq 15\text{ м/с}$

— Томская область — Новосибирская область — Кемеровская область
 — Алтайский край — Республика Алтай

В лесостепной и степной зонах Новосибирской области и Алтайского края сильный мороз с большими скоростями ветра отмечается в среднем 1,0-1,5 дней, на отдельных участках 2 дня. В Кара-Тюреке рекордно часто – 4,6 дней в году (на рисунке не отражено).

Многолетние изменения режима низких температур воздуха. О региональных изменениях экстремальных проявлений термического режима зимнего периода можно судить по оценкам сравнения данных работы [13], где рассматривается режим низких температур за период 1936-1972 гг., с характеристиками климатической базы настоящего справочника (таблица 5). Повторяемость низких температур воздуха на территории юго-востока Западной Сибири убывала, разность числа дней в году за данные периоды уменьшилась в пределах 20 - 50%. Зима 1968-1969 гг. – самая холодная в XX столетии, когда температура воздуха ниже -30°C на всей территории отмечалась от 50-108 дней, остаётся недостижимой по отношению к аномально холодной зиме 2009-2010 гг., о чём свидетельствуют варьирование по территории экстремумов в заметно меньшем диапазоне - 30-85 дней.

Таблица 5 – Сравнительная оценка среднего и наибольшего числа дней с температурой воздуха $\leq -30^{\circ}\text{C}$ за различные периоды

Станция	1936-1972 гг.[13]	1985-2012 гг.	Разность	%	Зима 1968-69гг.	Зима 2009-10гг.	Разность
Томская область							
Каргасок	31,9	25,8	6,1	19	81	60	21
Усть-Озерное	38,1	27,0	11,1	30	83	60	23
Новосибирская область							
Барабинск	23,0	11,7	11,3	49	67	30	37
Карасук	19,3	9,9	9,4	49	65	33	32
Кемеровская область							
Центр. Рудник	9,0	6,1	2,9	32	50	30	20
Крапивино	30,7	20,3	10,4	38	63	25	13
Алтайский край²							
Хабары	26,3	17,4	8,9	34	73	44	29
Камень-на-Оби	22,4	17,0	5,8	24	68	50	18
Республика Алтай							
Кош-Агач	78,4	49,0	29,4	38	108*	85	23
Усть-Кокса	30,5	18,0	12,5	41	55	37	18

Примечание: в Кош-Агаче максимальное число дней с $T \leq -30^{\circ}\text{C}$ относится к зиме 1944-45 гг.

За холодные периоды с 1985-1986 гг. по 2010-2011 гг. тренды повторяемости низких температур, обусловленные чередой холодных зим, отмечают определённый рост, однако статистическими тестами существенность тенденции подтверждается лишь в зоне наибольшего влияния сибирского антициклона – в Алтайском крае (рисунок 16).

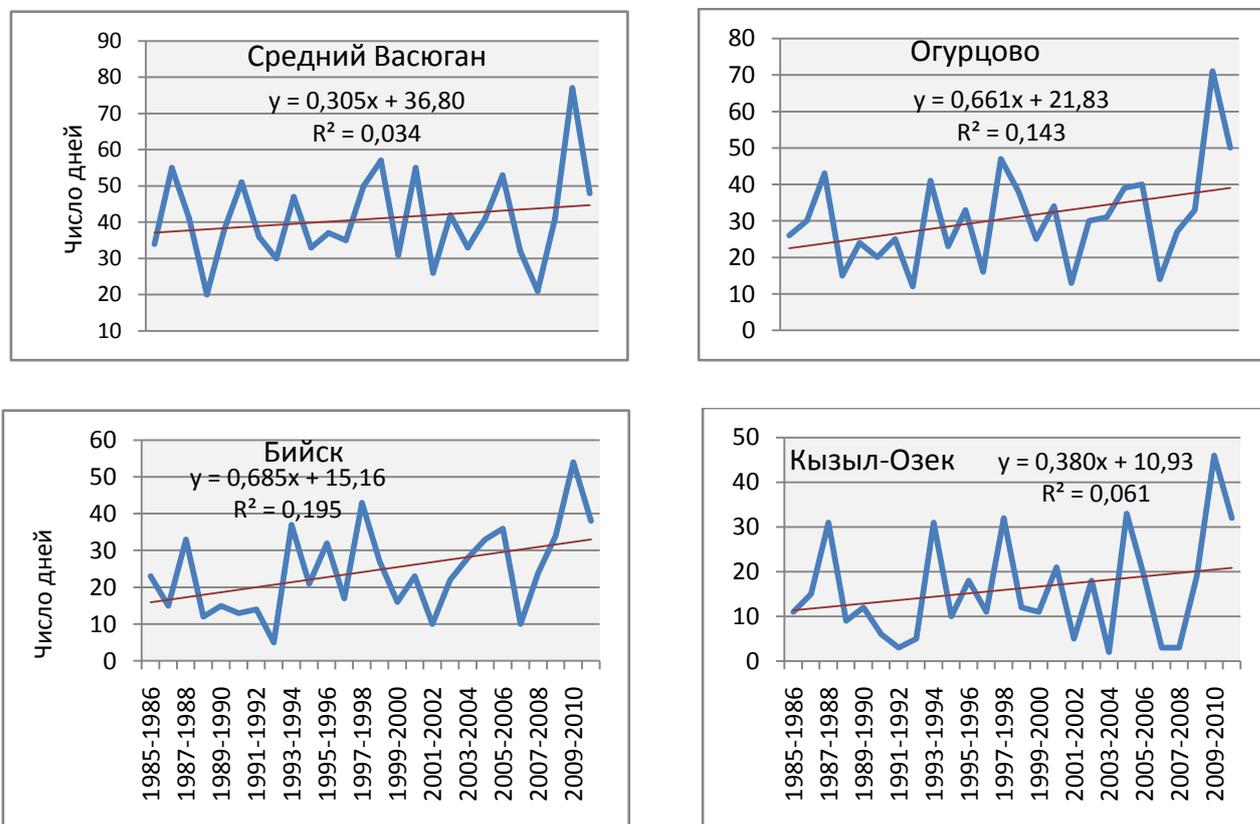


Рисунок 16 – Изменение числа дней с температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$. Год.

В заключение отметим, что данные о повторяемости температуры воздуха, равной и ниже -25°C и ниже -30°C в наибольшей степени востребованы пользователями климатической информации, ориентированной на обслуживание транспортного сектора (в 8 службах).

Экстремально холодные зимы. В последние годы на фоне наблюдавшегося длительно-го потепления во многих регионах определенным «потрясением» для населения и экономики, в том числе транспорта, послужили экстремально холодные зимы. В исследуемом регионе, как было указано выше, уже начало века было ознаменовано аномально-морозной зимой (2000-2001гг.), затем последовал жесткий январь 2006 года и, наконец, зима 2009-2010 годов. В настоящее время такие погодно-климатические условия характеризуют 2 опасных явления – «сильный продолжительный мороз» и введенная с 2008 года РД. 52.88.699-2008 [12] характеристика – «аномально-холодная погода». Критерий первого ОЯ – минимальная температура -40°C и ниже в течение 3 суток и более, второго – -35°C длительностью 5 дней и более. На рисунке 17 представлена частота случаев с подобными явлениями.

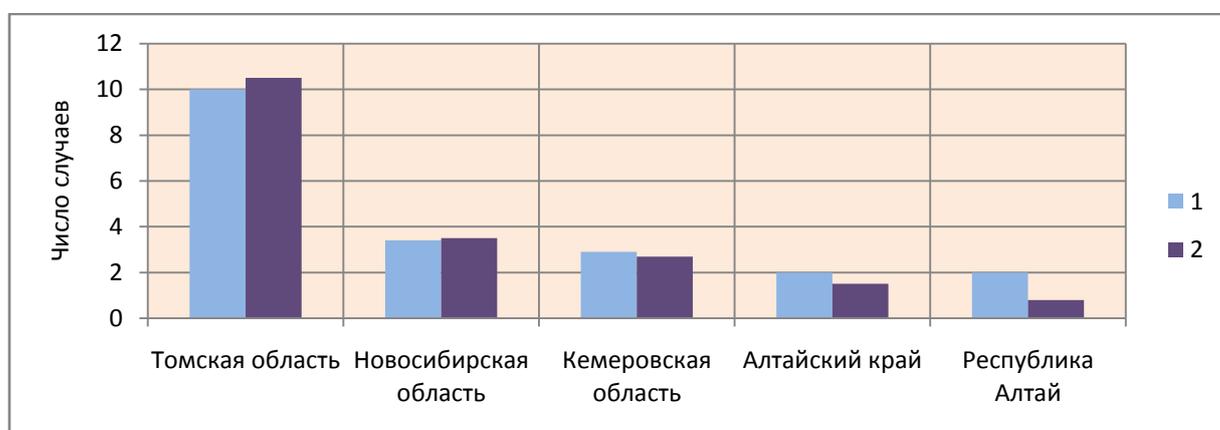


Рисунок 17 - Число случаев с ОЯ: сильный продолжительный мороз (1) и аномально-холодная погода (2). Год.

В Томской области различия частоты обоих ОЯ невелики и составляют 6%. На юге территории (Алтайский край, Республика Горный Алтай) пятидневные периоды с температурой ниже -35°C преобладают, хотя повторяемость их невелика - 1-2 случаев в году. В средней части региона режим обоих явлений практически равнозначен.

Как видно (рисунок 18), зима 2009-2010 гг., вызвавшая огромный резонанс в жизнедеятельности региона, не была рекордно аномальной, более жесткие морозные условия отмечены в 21 столетии зимой 2000-2001 и 2005-2006 годов.

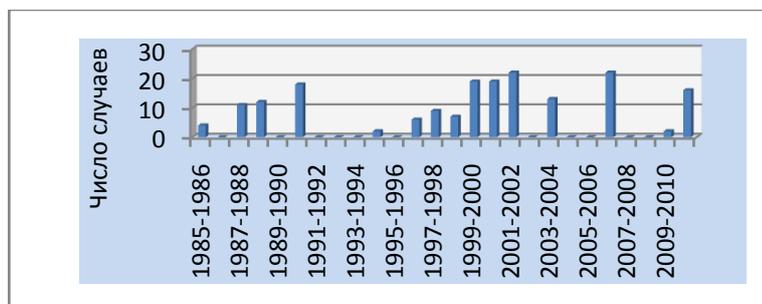


Рисунок 18 – Число случаев ОЯ «сильный продолжительный мороз» по годам. Томская область.

Высокие температуры воздуха. Волны тепла в летнее время выражаются жаркой, знойной погодой, опасному воздействию которой подвергается как человек, так и объекты жизнедеятельности. В сфере железнодорожного транспорта в сильную жару создается риск деформации рельсов, чреватый аварией. В этой ситуации принято осуществлять контроль состояния железнодорожных путей, однако по причине аномальной жары продолжают отмечаться случаи не предотвращённых последствий в России и за рубежом. Совершенно очевидна проблема пассажирских перевозок на транспорте, связанная не только с ухудшением самочувствия людей, но случаями смертности. Сильная жара 2010 года в Европе обнажила проблемы готовности к природно-климатическим вызовам и необходимости принятия комплекса дополнительных адаптационных мер. В Западной Сибири, напротив, лето 2010 года было холодным [14], однако в 2012 году регион был подвергнут испытаниям сильной жарой. Рекорды высокой максимальной температуры установлены не были, вместе с тем в Новосибирске, например, июль стал первым в ранжированном ряду самых тёплых месяцев за 112 – летний период наблюдений, средняя температура составила 22,5°C при средней 19,1°C.

Повторяемость температуры воздуха 25°C. и выше. В северных районах Томской области отмечается 25-28 дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше 25°C, на остальной территории в среднем на 10-12 дней чаще (рисунок 19). Наибольшее число дней с высокими температурами составляет порядка 1,5-2 месяца в году. Рекордно жаркая погода летом 1998 года охватила около 50% территории субъекта, в 2003 году высокие температуры на четверти территории также вошли в разряд рекорда.

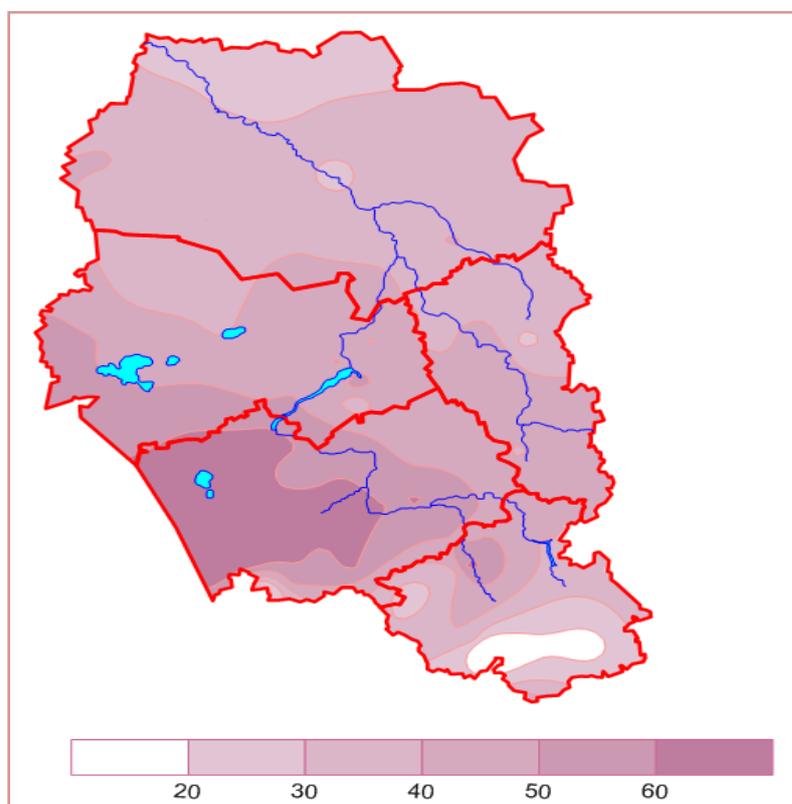


Рисунок 19 – Число дней с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$. Год.

В Новосибирской области зональное распределение повторяемости высоких температур нарушает увеличение высоты местности, ослабляющее жару по мере приближения к предгорьям Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау. В северной лесной зоне от 30 до 40 дней, когда максимум достигает 25°C и выше, в юго-западной степной увеличивается до 50-60 дней. Максимум дней с высокими температурами составляет 60-85 дней и в основном отмечался в 1998 году.

Кемеровская область «обеспечена» высокими температурами в пределах 30-50 дней, на возвышенных продуваемых участках – менее 30 дней. Самым жарким было десятилетие девяностых годов, максимум 60-70 дней с $T \geq 25^\circ\text{C}$ отмечен в 1994, 1998 и 1999 годах.

Очаг наибольшей частоты жаркой погоды (25°C и выше) располагается в западной половине Алтайского края (в среднем более 60 дней в году). Соответственно и экстремальные значения максимумов – 90, а на крайнем юге 100 дней. В ряду рекордного числа дней появилось лето 2008 года.

Закономерные различия в режиме высоких температур предгорий и гор Республики Алтай сводятся к следующему. В долинах верхней части Алтая температура 25°C и выше отмечается в среднем от 30 до 50 дней. По мере продвижения вглубь и увеличение высот гор повторяемость сильной жары уменьшается до 20-30 дней за лето. В высокогорных районах температура выше 25°C (равно как и выше 30°C) зафиксирована лишь в 2004 году.

Число дней с температурой воздуха 30°C и выше, по сравнению с $T \geq 25^\circ\text{C}$ на севере территории, в котловинах и замкнутых долинах сокращается достаточно интенсивно, в 7-9 раз. По мере продвижения на юг тридцатиградусная жара становится более устойчивой, различия уменьшаются до 3-4 раз.

Продолжительность периодов с высокими температурами. Неблагоприятные последствия, связанные с воздействием высоких температур воздуха, ужесточаются длительностью их сохранения. Параметры продолжительности периодов с $T \geq 25^\circ\text{C}$ приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики продолжительности периодов с температурой воздуха, равной и выше 25°C

Станция	Число периодов	τ ср.	Продолжительность, τ (дни)				τ макс	Годы
			1-5	6-10	11-15	>15		
Томская область								
Александровское	8,7	3,4	83,0	11,5	4,1	1,4	20	1994
Бакчар	11,2	3,7	83,5	10,0	5,0	1,5	22	1994
Новосибирская область								
Огурцово	11,4	4,2	77,4	14,7	4,5	3,4	28	1998
Чистоозёрное	12,3	4,4	78,9	12,7	4,2	4,2	34	1998
Кемеровская область								
Центральный Рудник	9,4	2,9	89,3	8,9	1,3	0,4	17	1996
Кемерово	11,8	4,0	80,0	13,9	3,1	3,0	26	1994
Алтайский край								
Барнаул	14,0	4,3	77,1	14,0	5,2	3,7	37	1996
Кулунда	15,5	5,2	72,9	14,2	6,7	6,2	52	1998
Республика Алтай								
Усть-Кокса	11,0	3,7	77,4	19,6	2,2	0,8	23	1998

Ак-Кем	0,2	1,5	100	-	-	-	2	2004
--------	-----	-----	-----	---	---	---	---	------

Количество периодов по территории варьирует от 8-10 в Томской области до 14-16 – на юге. Средняя продолжительность температуры 25°C и выше жары составляет 3-5 дней, однако максимальная длительность, к примеру, в Новосибирской области, превысила месяц, а в степях Алтая – составила около двух месяцев. Естественно, в высокогорье крайне редко наблюдается 25-градусная жара и длится не более двух дней.

Высокие температуры не проявляют заметных тенденций (рисунок 20). Визуально и по статистическим параметрам оценки линейного тренда частота жаркой погоды несколько убывает, однако динамика эта незначима.



Рисунок 20 – Изменение числа дней с температурой воздуха 25°C и выше. Год.

Некоторые особенности температурного режима в весенний и осенний сезоны. Весной переход к положительной температуре воздуха оживляет целый ряд сфер жизнедеятельности, и в транспортном секторе знаменует начало проведения плановых строительных и ремонтных работ на железной дороге и автомобильных трассах. Осенью благоприятные условия для дорожного хозяйства регламентируются переходом к отрицательной среднесуточной температуре. Для определения периода производства основных дорожных работ (железобетонных, асфальтовых покрытий) весной и осенью принят устойчивый переход средней суточной температуры через 5°C [2].

На территории Томской области в апреле 3-6 таких дней, в мае тёплая погода длится уже 18-23 дня (рисунок 21). Практически зеркально распределяется число дней с температурой воздуха выше 5°C в осенние месяцы сентябрь – октябрь, однако в условиях болотистой местности севера территории их на 2-3 дня больше, нежели в апреле-мае. Наблюдённые максимумы подобных температурных условий достигают 40-50 дней в обоих сезонах. Аномально тёплые весенние месяцы зафиксированы в конце прошлого столетия - 1995, 1997 гг. и дважды в новом веке – 2005 и 2009 гг., что свидетельствует о потеплении весеннего сезона.

В Новосибирской области частота температуры $\geq 5^\circ\text{C}$ возрастает до 7-11 дней в апреле, а майская погода создаёт комфортные условия свыше 3-х недель. Вблизи водоёма (Обская ГМО) в осенний сезон, благодаря накопленному летнему теплу, число дней с подобной температурой продлевается осенью до 27 дней в сентябре и до двух недель - в октябре.

Северная половина Кемеровской области отличается несколько пониженной частотой средней суточной температуры выше 5°C, и в мае составляет около 20 дней. Наиболее обеспечен теплом промышленный центр Кузбасса Новокузнецк, где уже в апреле такая температура сохраняется в среднем в течение декады.

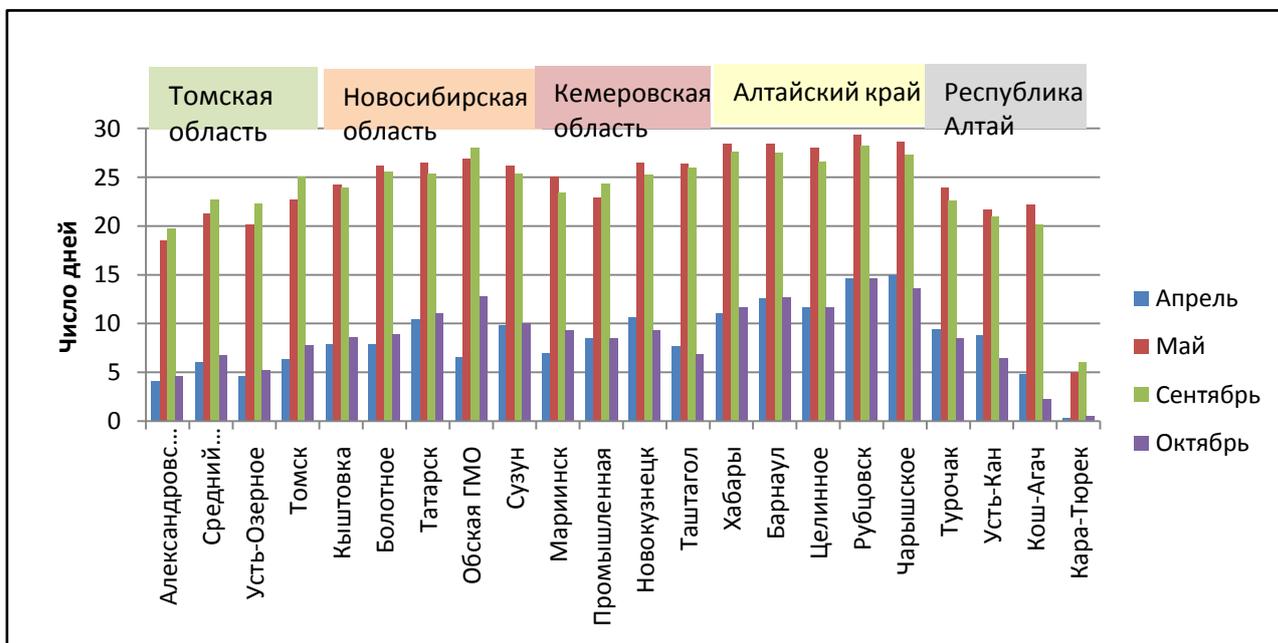


Рисунок 21 – Число дней со средней суточной температурой воздуха 5°C и выше в переходные сезоны года.

В Алтайском крае в апреле повсеместно отмечается 12-15 дней с температурой воздуха $\geq 5^\circ\text{C}$, а в мае - почти весь месяц. Как видно, степные районы Алтайского края раньше прогреваются весной и позже охлаждаются осенью.

Контрастные проявления в режиме повторяемости температуры $\geq 5^\circ\text{C}$, отмечаются в горах Алтая. В мае и сентябре повсеместно тёплая погода стоит не менее трёх недель, на высокогорных вершинах и хребтах (ст. Кара-Тюрек им. Гесса) сокращается до недели, а в крайние месяцы сезонов отмечаются не ежегодно. В Чуйской котловине (Кош-Агач) в октябре благодаря стоку холодного воздуха температура $\geq 5^\circ\text{C}$ и выше отмечается в среднем не более 2-х дней.

Климатические сдвиги сезонов года. Изменение температурного режима обусловило заметный сдвиг границ сезонов, за исключение лета (таблица 7). По данным с начала инструментальных наблюдений по 1975 год в Новосибирске (ст. Огурцово), представленным в [15], и за период 1985-2010 гг. в среднем весна начинается на 12 дней раньше, ещё в «недрах» марта. Окончание весны и начало лета практически совпадают в обоих периодах, равно как и конец летнего сезона, подтверждая отсутствие тренда температуры воздуха за 111-летний период наблюдений (таблица 2).

Осень в последние два десятилетия годы оканчивается позже на декаду и приходится на 12 ноября. Отмеченные смещения в переходные сезоны привели к сокращению продолжительности зимы на 23 дня.

Таблица 7 – Даты начала и окончания сезонов года и их продолжительность за период 1900-1975 гг. [15] (первая строка) и 1985-2012 гг. (вторая строка)
Ст. Огурцово

Период наблюдений	Начало	Окончание	Продолжительность сезона, дни
Весна (- 5°С ↗ ... 15°С ↗)			
1	03.04	02.06	61
2	23.03	01.06	71
Лето (15°С ↗ ... 10°С ↘)			
1	03.06	15.09	105
2	02.06	17.09	108
Осень (10°С ↘ ... -5°С ↘)			
1	16.09	02.11	47
2	18.09	12.11	56
Зима (-5°С ↘ ... -5°С ↗)			
1	03.11	02.04	153
2	13.11	22.03	130

Практическое приложение: аналогичные оценки для северных районов по изменению длительности сезонов года находятся в сфере организационных транспортных проблем по усилению интенсивности работы автозимников и ледовых переправ в режиме более короткого зимнего периода.

3.2 Атмосферные осадки

Одной из важнейших климатических характеристик являются атмосферные осадки. Они характеризуются фазовым состоянием (твёрдые, жидкие), количеством, числом дней. Нет

сферы экономико-хозяйственной жизни человека, на которые осадки прямо или косвенно не оказывали бы влияния. Интенсивные и продолжительные осадки затрудняют проведение строительных работ, ухудшают состояние автодорог и аэродромов, вызывают формирование дождевых паводков на реках, наводнений и селей в горах, приводят к разрушению гидротехнических сооружений. Катастрофические или экстремальные осадки, характеризующиеся значительной пространственно-временной изменчивостью и кластерной структурой их полей, являются важнейшим объектом изучения современной метеорологии [16].

Распределение осадков зависит в основном от общих циркуляционных факторов, а также от особенностей подстилающей поверхности. Большое влияние на распределение осадков оказывает высота места, форма рельефа, наличие лесных массивов, водоёмов и речных долин. Влияние рельефа, лесной и водной поверхностей связано с подъёмом и опусканием воздушных масс над элементами рельефа и изменением турбулентности воздушного потока в зависимости от шероховатости подстилающей поверхности. Как правило, максимум осадков приходится на наветренные склоны или вершины возвышенностей.

Для решения некоторых практических задач и мероприятий необходимы данные о числе дней с осадками различной величины. Так, одной из характеристик, положенных в основу расчета автотранспортных и железнодорожных климатических ресурсов является число дней с осадками ≥ 50 мм, выпавших за 12 ч и менее, ≥ 30 мм и более, выпавших за 1 ч и менее. В частности, при проектировании системы автомобильных дорог, для определения периода производства основных дорожных работ (железобетонных, каменных, асфальтовых покрытий и др.) используются сведения о числе дней с количеством осадков, равным и более 5 мм за сутки, для обеспечения сохранности дорог учитывается суточный максимум осадков.

Число дней с осадками ≥ 5 мм. Число дней с осадками 5 мм и более уменьшается в направлении с севера региона на юг с 27-33 дней в лесной зоне Томской области (Александровское, Томск) до 17-18 - в степных районах Алтайского края (Хабары, Рубцовск). Местоположение станций в значительной мере определяет режим осадков. Так, например, в Чарышском, расположенном на наветренной стороне Башцелакского хребта, осадки с суточным количеством 5 мм и более могут отмечаться 42 дня (рисунок 22).

На равнинной территории Новосибирской области число дней с аналогичным количеством осадков немногим более 20, на наветренных склонах отрогов Салаирского кряжа (Болотное) оно возрастает до 30. В Кемеровской области среднее число дней с суточным количеством осадков 5 мм и более варьирует в пределах 20-30 дней, на отдельных станциях возрастает до 40-50. Число дней с данным суточным количеством осадков на станции Центральный Рудник является рекордом для всей рассматриваемой территории и составляет 69 дней в году.

Наибольшей изменчивостью числа дней по территории характеризуется Республика Алтай. Здесь оно может составлять всего 6 дней (Кош-Агач) или увеличиваться до 42 (Турочак). Отмеченную неравномерность в распределении осадков следует учитывать при интерполяции данных на территорию, не освещённую наблюдениями. Число дней с суточным количеством осадков равным и более 10 мм меняется по территории незначительно и составляет в основном 6-10 и только в Республике Алтай возрастает до 14-18 и даже до 28 (Яйлю).

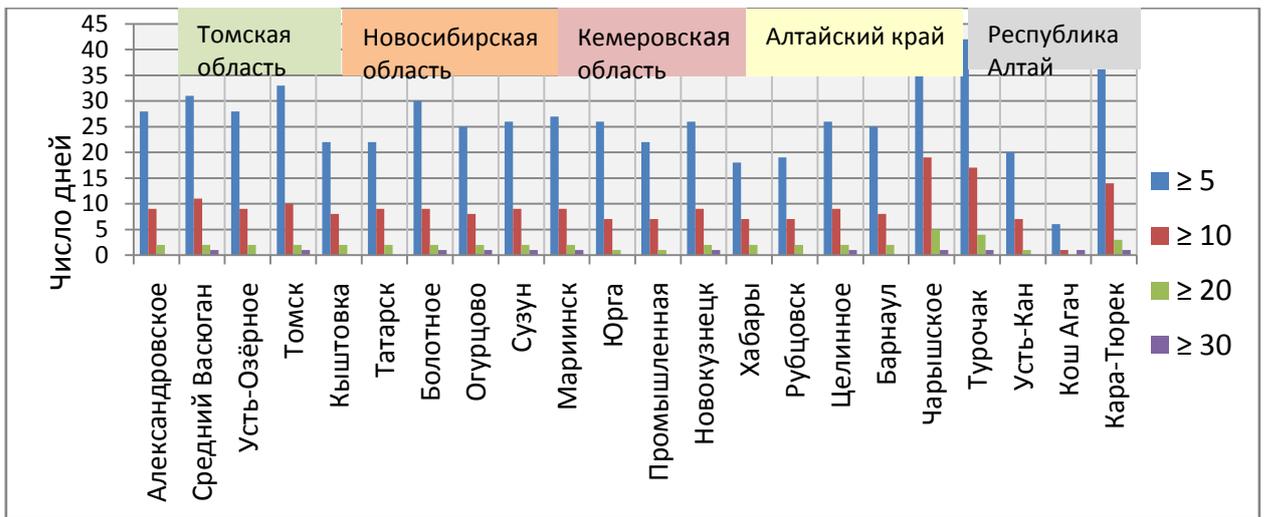


Рисунок 22 – Число дней с суточным количеством осадков, равным и выше указанных пределов, мм.

Ещё менее изменчиво число дней с суточным количеством ≥ 20 мм. Практически повсеместно оно не превышает 2-х, очень редко 3-х дней, и лишь в предгорных и горных районах Алтая может увеличиваться до 4-7 дней. Осадки с суточным количеством ≥ 30 мм наблюдаются не каждый год и лишь на отдельных станциях. Основная масса значительных осадков во всех природных зонах юго-востока Западной Сибири приходится на тёплый период года, однако наибольшее число дней отмечается в летние месяцы.

Максимальное суточное количество осадков. Специфика образования и выпадения осадков, а также влияние местных факторов обуславливают большую пятнистость в распределении суточных максимумов по территории (рисунок 23).

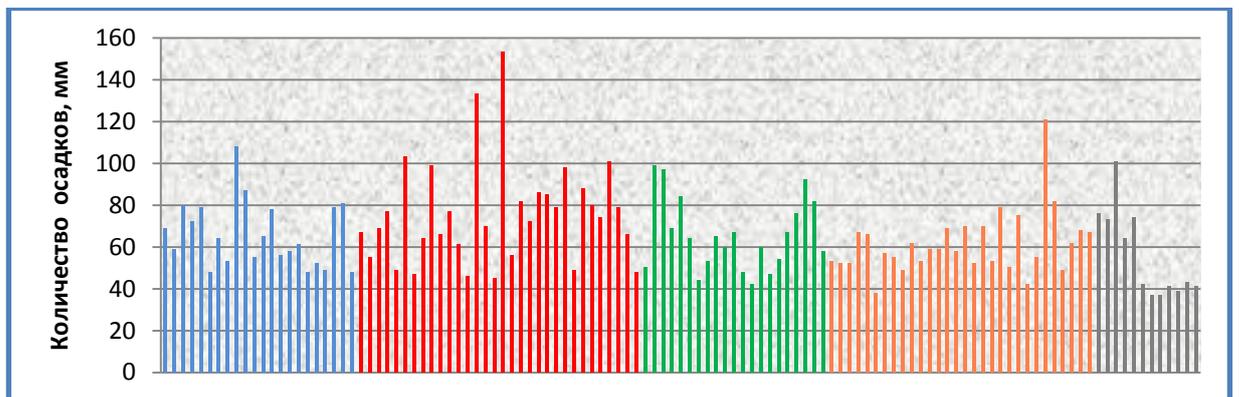


Рисунок 23 – Максимальное суточное количество осадков.

— Томская область — Новосибирская область, — Кемеровская область
— Алтайский край — Республика Алтай

Наибольший суточный максимум осадков (153 мм) отмечен 3 июля 2004 года на станции Коченёво. Более 100 мм осадков выпало в Томской области (Степановка, 108 мм), в Новосибирской области (Обская ГМО, 133 мм, Болотное, 101 мм), в Алтайском крае (Солонешное, 121мм) и Республике Алтай (Яйлю, 101 мм). Можно заметить, что суточный максимум осадков равный 40 мм, отмечается практически на всех станциях региона и на каждой второй станции – 50 мм.

3.3 Снежный покров

Снежный покров как сезонное накопление снега, оказывает существенное влияние на различные виды хозяйственной деятельности. Благодаря малой теплопроводности снег предохраняет почву от выхолаживания и резких температурных колебаний в зимнее время. От дат появления и схода снежного покрова, его высоты и плотности зависит работа транспорта. Максимальная высота и возможная один раз в 10 и 20 лет учитывается при проектировании высоты и ширины снегозаносимой насыпи.

Высота снежного покрова. Появление снежного покрова на рассматриваемой территории отмечается с третьей декады сентября, наиболее ранние сроки отмечены в середине второй декады сентября, поздние - во второй декаде декабря. Сроки образования устойчивого снежного покрова из года в год также сильно колеблются в зависимости от характера погоды, определяемой особенностями циркуляции предзимнего периода. Промежуток времени между первым появлением снега и сроком образования устойчивого снежного покрова составляет примерно 1-1,5 месяца; разница в сроках разрушения и схода укладывается в такой же период [17].

В начале зимы высота снежного покрова небольшая, в ноябре не превышает 15-20 см (рисунок 24).

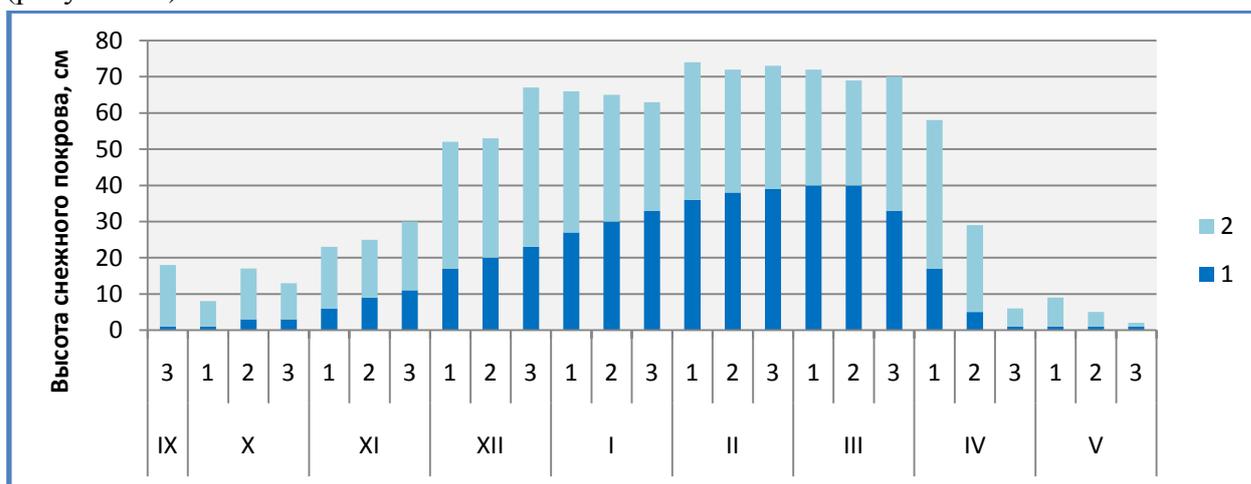


Рисунок 24 – Внутригодовая динамика накопления снежного покрова. Огурцово.

1 – средняя декадная высота снежного покрова, 2 – наибольшая из декадных высот.

Интенсивное накопление снега и увеличение высоты снежного покрова происходит в декабре. В течение января-февраля полностью устанавливается зимний режим погоды. Нарастание высоты снежного покрова продолжается, но снега выпадает меньше, и высота увеличивается незначительно. Наибольшей высоты снежный покров достигает в первой-второй декаде марта на территории Новосибирской и Кемеровской областей. На декаду позже сдвигаются сроки в Томской области и на декаду раньше – в Алтайском крае. Весной благодаря увеличению высоты солнца над горизонтом и интенсивному притоку солнечной радиации, продолжительности светлой части суток и уменьшению облачности разрушение снежного покрова происходит более энергично, чем накопление и примерно в течение полутора месяцев территория освобождается от снега. Наиболее мощный снежный покров характерен для территории Томской области, здесь более чем в 90 % станций его высота составляет 50-80 см (рисунок 25).

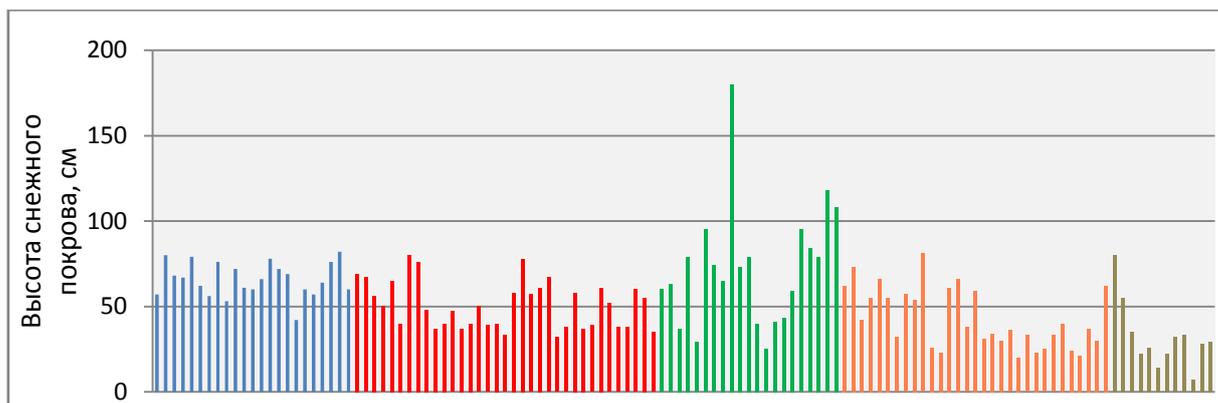


Рисунок 25 – Средняя высота снежного покрова

— Томская область, — Новосибирская область, — Кемеровская область
 — Алтайский край, — Республика Алтай

На территории Кемеровской области в силу её орографических особенностей отмечается наибольшая изменчивость в распределении средней высоты снежного покрова: от 23 до 120 и даже до 180 см (Центральный Рудник).

В Новосибирской области и Алтайском крае также отмечается неравномерное покрытие площадей снегом. Здесь примерно на половине территории средняя высота на четверть (Новосибирская область) и на половину (Алтайский край), меньше, чем на севере региона, хотя средние значения на отдельных станциях сравнимы между собой.

Распределение максимальной высоты снежного покрова по территории региона представлено на рисунке 26.

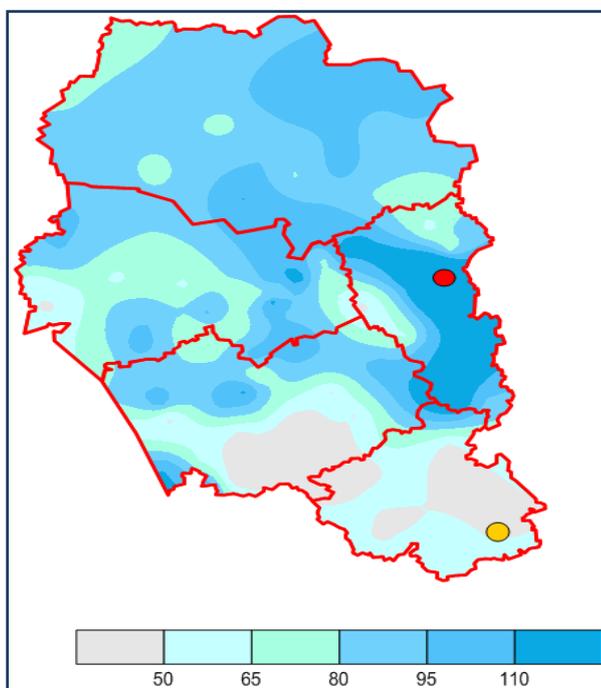


Рисунок 26 - Максимальная высота снежного покрова, см.

● Кош-Агач – 17 см; ● Центральный Рудник – 210 см.

На большей части Томской области максимальная высота снега достигает 80-95 см. Отдельные очаги с высотой снега до 110 см наблюдаются на северо-западе (Ванжиль-Кынак, Берёзовка) и юге (Томск, Бакчар, Кожевниково) территории. Наибольшая высота снежного покрова отмечается в Кемеровской области и составляет более 110 см. Она широкой полосой протянулась с северо-запада области, занимая всю её восточную и южную части (Тайга, Юрга, Барзас, Крапивинский, Кузедеево, Таштагол). На территории Новосибирской области в северной лесной зоне максимальная высота залегания снега достигает 95 см. Эта площадь примыкает к Томской области и составляет по высоте снега единый район. Менее всего снега накапливается в центральной и особенно юго-западной части области (50-80 см). На территории Алтайского края максимальная высота снега уменьшается с севера на юг, где она не превышает 50 см. На территории Горного Алтая высота снега подвержена значительным колебаниям в силу значительной изрезанности рельефа и залесённости местности. Например, в Турочаке, окружённом со всех сторон горами, покрытыми хвойным и лиственным лесом, высота снега достигает 106 см. В Кош-Агаче, расположенном на горном плато на высоте более 1700 км, высота снега составляет всего 17 см.

В январе 2013 года по инициативе Правительства Новосибирской области в городе Новосибирске состоялся Всемирный Форум Снега. На Международном конгрессе «Экология северных территорий» подняты на новый уровень вопросы сохранения природного потенциала снежных регионов, изучения климата, параметров снежного покрова. В деловой и выставочной программе «Снег и транспорт» обсуждались проблемы стратегии транспортной отрасли, развития системы логистики и управления. Показан опыт использования современных технологий снегоочистки, утилизации снега, мероприятий по борьбе с морозным пучением грунтов. Не были обойдены вниманием вопросы изменения режима снежного покрова в связи с потеплением, в особенности в северных широтах. Все эти меры направлены на адаптацию транспортной отрасли к экстремальным погодно-климатическим условиям с целью снижения непроизводительных затрат, а также извлечения выгод с учётом благоприятных факторов изменения климата [18].

3. 4 Режимные характеристики ветра

Территория Западной Сибири, расположенная в умеренных и частично в высоких широтах северо-западной части Азии, испытывает на себе все флуктуации общей циркуляции атмосферы. Ограниченность Западно-Сибирской равнины с юго-востока и востока горными системами Алтая, Среднесибирского плоскогорья и открытость её к Северному Ледовитому океану на севере и обширным пространствам Казахстана – Средней Азии на юге способствуют свободному проникновению сюда арктических и тропических масс воздуха. Невысокие массивы Уральского хребта также не являются серьёзным препятствием для вторжения на районы Западной Сибири воздушных масс атлантического происхождения. Штормовые ветры на юго-востоке Западной Сибири в основном возникают при прохождении глубоких циклонов и связанных с ними фронтальных разделов, зимой преобладают ветры юго-западного и западного направлений [19]. Судя по картам экстремальности скоростей ветра на территории России [20], именно южные районы Западной Сибири (Алтайский край) относятся к отмеченным ареалам. По данным [21] очаг повторяемости ветров опасной силы (25 м/с и более) на равнинной территории РФ находится также в пределах Алтайского края.

Сильный ветер (25 м/с и более). Ветер такой силы считается опасным явлением погоды. Общее представление о закономерностях распределения наибольшего числа дней в году с $V \geq 25$ м/с даёт рисунок 27 [22].

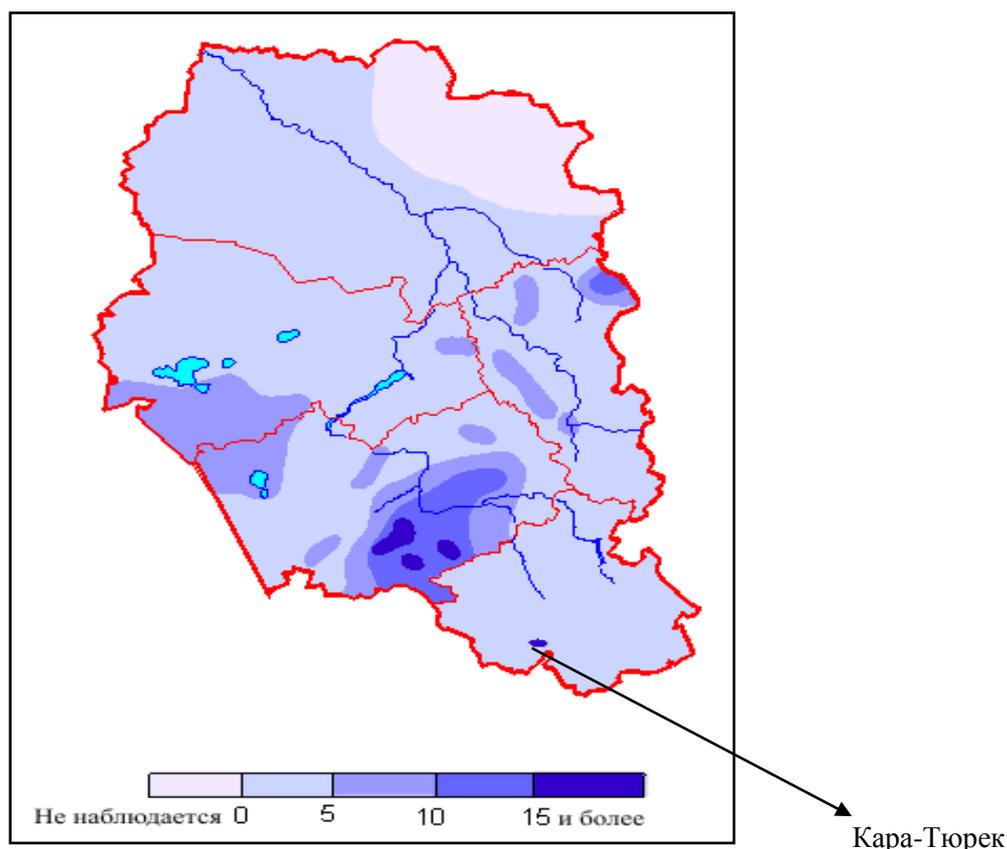


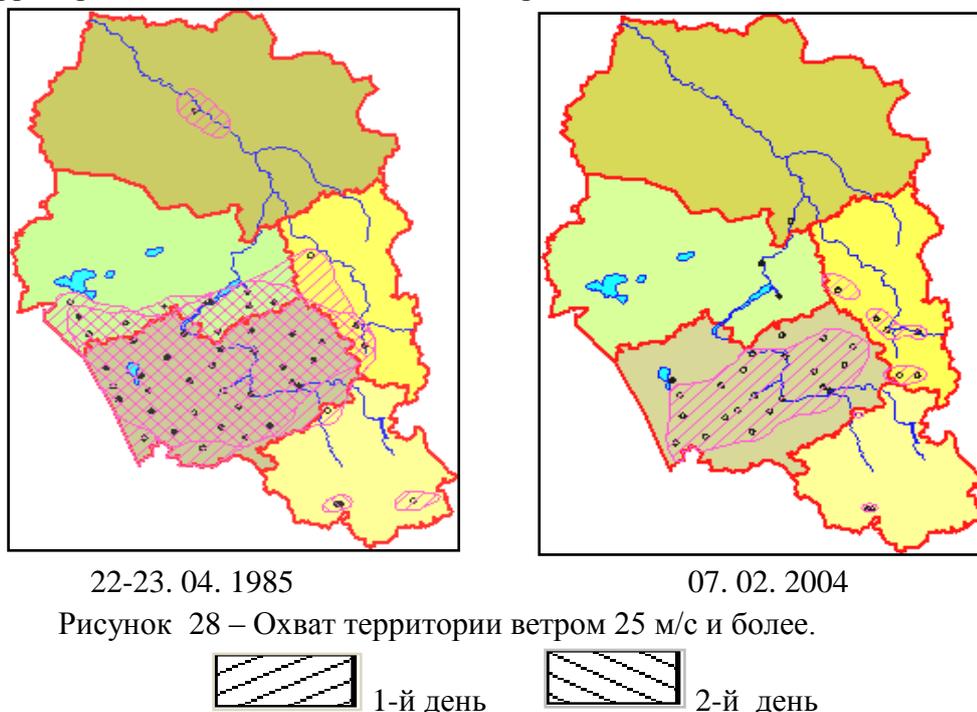
Рисунок 27 – Наибольшее число дней в году с максимумом за сутки скорости ветра ≥ 25 м/с.

Распределение числа дней с сильным ветром отражает характерные особенности физико-географического положения юго-востока Западной Сибири. Наибольшее число дней

с $V \geq 25$ м/с отмечается в Кулундинской и Барабинской степях, отличающихся от других районов исследуемой территории наименьшей залесённостью. Здесь наблюдается 10-15 дней с опасным ветром, а в продуваемых долинах на несколько дней чаще. Аномальным был 1985 год, ветры 25 м/с и выше господствовали 18-20 дней, причём отмечались в 5-7 месяцах (Ребриха, Солонешное, Чарыщское). На преобладающей части юго-востока Западной Сибири повторяемость сильного ветра не превышает 5 дней в году.

Заметно меньше дней с сильным ветром в таёжной северной части территории. Ослабление его происходит под влиянием значительной шероховатости подстилающей поверхности, которую создаёт растительность, в течение года их число обычно не превышает 2-5. В северо-восточной части территории, покрытой вековой тайгой ветры такой силы вообще не бывают (Ванжиль-Кынак, Березовка). В высокогорных долинах рек, окружённых хребтами, сильные ветра наблюдаются редко, максимум 2-4 дня в году. В то же время, на открытых вершинах и склонах гор для усиления ветра имеются более благоприятные условия. Примером может служить Кара-Тюрек, где ветер более 25 м/с почти ежегодно регистрируется 30-45 дней, а в 2004 году достиг рекордного значения - 58 дней.

На рисунке 28 иллюстрируются случаи значительного одновременного охвата сильным ветром территории юго-востока Западной Сибири.



Специфика формирования ареалов состоит в том, что все они в основном имеют форму «языков», направленных с юго-запада на северо-восток, захватывая чаще Алтайский край, с разной вероятностью Новосибирскую и Кемеровскую области, и заметно реже Томскую область. В Горном Алтае к ветровым вторжениям чувствительны высокогорные не экранированные формы рельефа (ст. Кара-Тюрек им. Гесса).

Ураганы (скорость ветра 30 м/с и более). Особенности природно-климатических условий территории юго-востока Западной Сибири обуславливают различия подверженности территории ураганам ветрам. На рисунке 29 показано распределение числа ураганов в году, возможного 1 раз в 100 лет.

Район 0 - за исследуемый период ураганы не наблюдались: лесная зона (преобладающая часть Томской области и север Новосибирской области); подветренные склоны Кузнецкого Алатау; глубокие котловины и не продуваемые долины Горного Алтая.

Район I – отдельные ареалы в Томской области, равнинная территория лесостепной и степной зон Новосибирской области и Алтайского края.

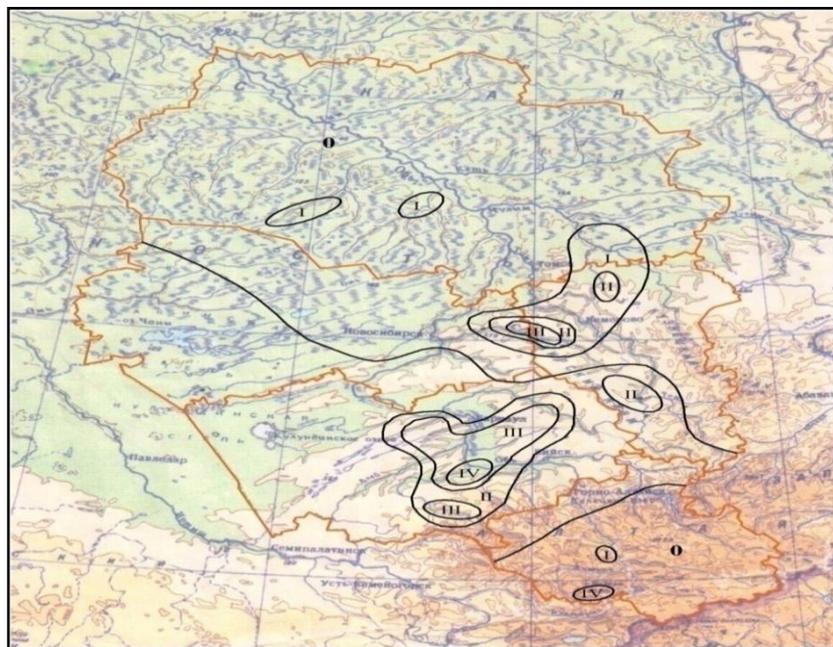


Рисунок 29 – Максимальное число ураганов в году, возможное раз в 100 лет.
 0 – ураганы не наблюдаются; I – 1-2; II – 3-4; III – 5-6; IV – > 6 случаев в году.

Районы II и III - наветренные склоны Кузнецкого Алатау и предгорья Алтая.

Район IV – «создаёт» станция Усть-Чарышская Пристань, расположенная в предгорных районах Алтая на берегу р. Оби (здесь возможно 9 ураганов в году).

Многолетние изменения ветрового режима. Отражая тенденции уменьшения повторяемости скоростей ветра практически на всей территории России [5], в юго-восточном регионе Западной Сибири отмечается нисходящий тренд средней годовой скорости ветра (рисунок 30) и повторяемости больших скоростей (рисунок 31).

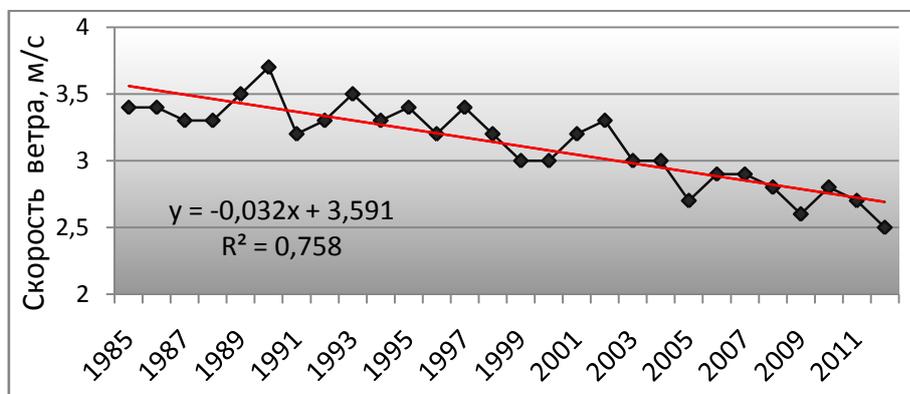


Рисунок 30 – Многолетняя динамика средней скорости ветра.
 Новосибирская область.

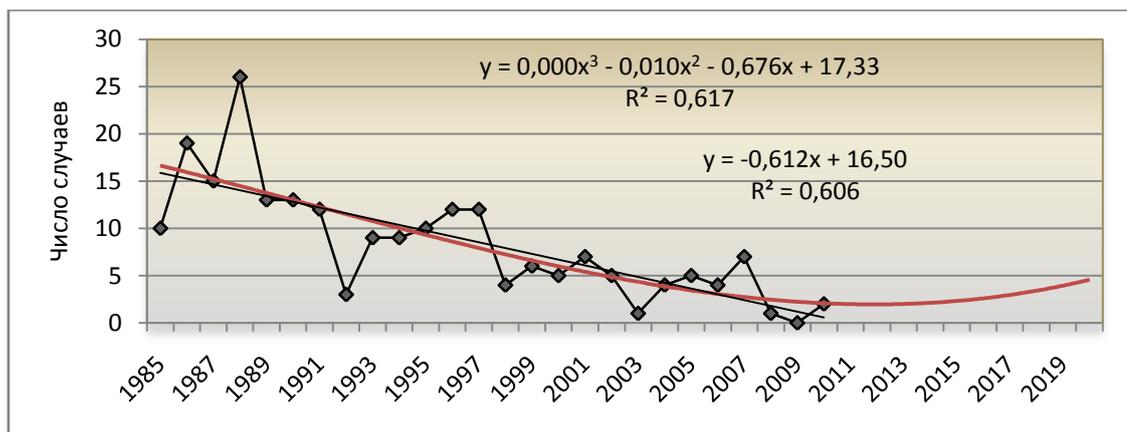


Рисунок 31 – Временной ход числа ураганов (30 м/с и более) на территории юго-востока Западной Сибири (с прогнозом до 2020 года)

В числе основных причин является ослабление градиентов давления, а также рост защищённости наблюдательных пунктов растительностью и инфраструктурой обжитых территорий [5, 19].

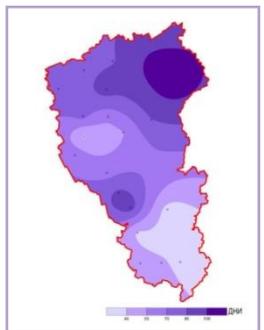
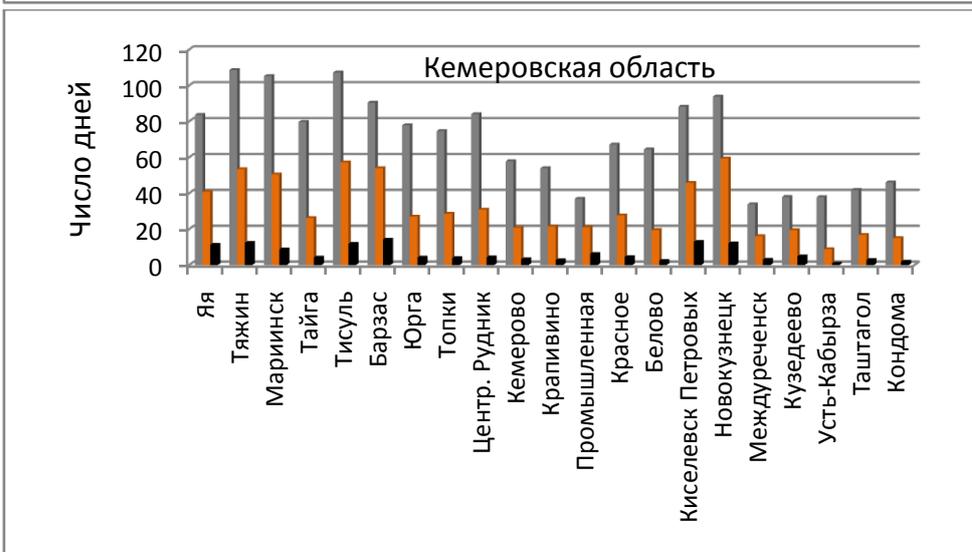
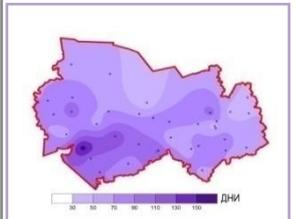
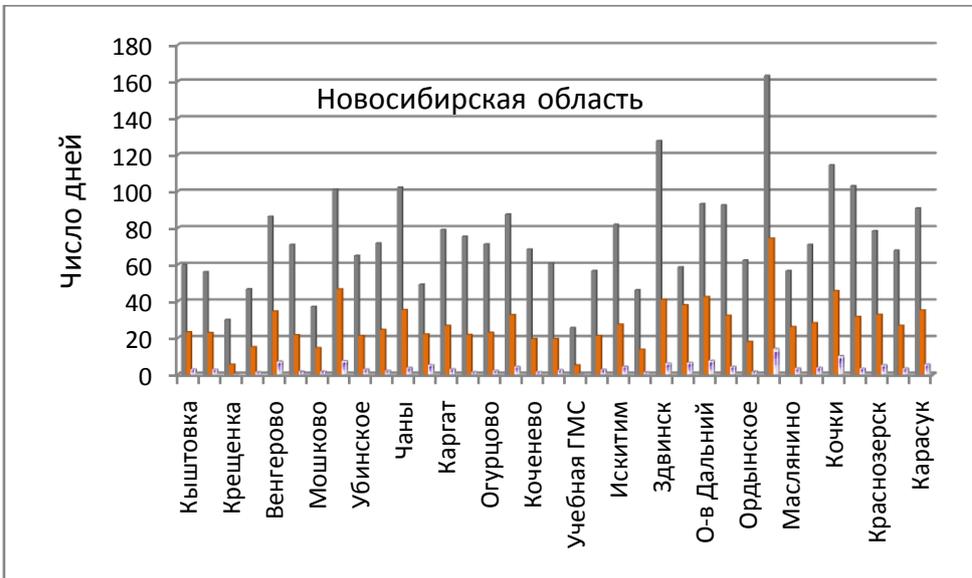
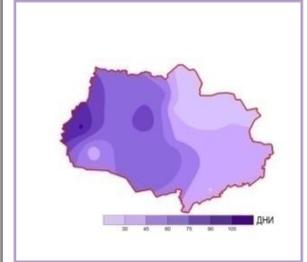
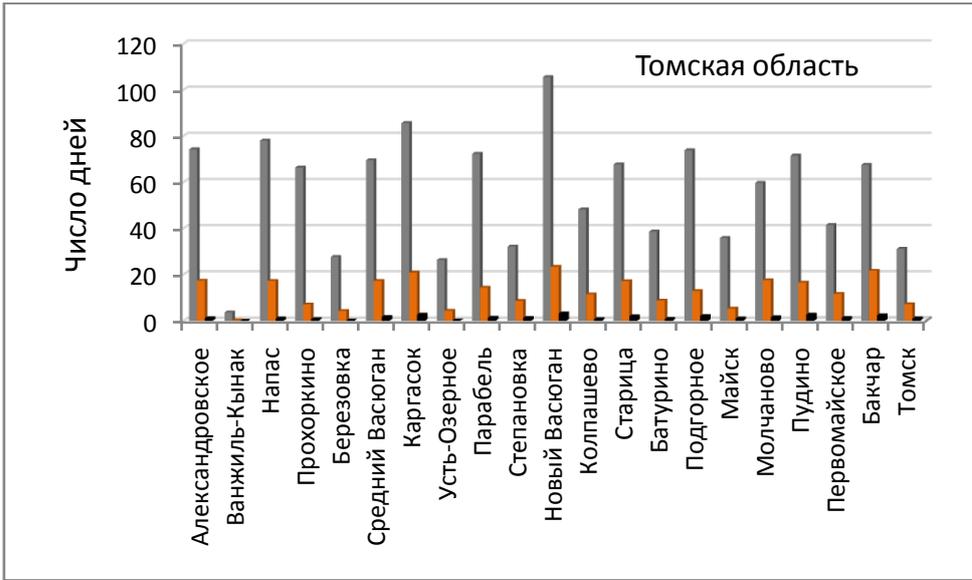
Специализированные характеристики ветра для прикладных задач транспортной отрасли.

Ветер является природным ресурсом и источником возобновляемой энергии, имеющим большие перспективы развития ветроэнергетики в регионах на территории России. Для будущего транспортной отрасли представляют интерес примеры создания автомобиля, источником которого является скорость ветра.

С другой стороны, ветровые условия для широкого круга прикладных задач являются лимитирующими с точки зрения влияния их на объекты хозяйственной деятельности. К примеру, тип и конструкции строительных сооружений во многом определяются интенсивностью ветрового потока, т.е. скоростью ветра. В системе железнодорожного транспорта проектные тяговые расчёты, определяющие базовые параметры: размеры состава, скорость движения поездов, расход топлива, основаны на ветровых оценках. Автомобильный транспорт также уязвим к воздействию ветровых нагрузок с возможными последствиями аварий вследствие сдвига автомобиля, изменения траектории или опрокидывания [2]. В качестве адаптационной меры может служить упреждение аварийной ситуации и реакция водителя с целью снижения боковой составляющей ветровой нагрузки. Рекомендуется избегать поездок при прогнозе неблагоприятной ветровой обстановки. Сильный ветер это отрицательный биоклиматический фактор в работе транспорте, как и в любой сфере жизнедеятельности.

В практической деятельности направлений и служб сухопутного транспорта востребованным оказывается набор критических пределов скорости ветра и их повторяемости. Самый нижний предел – в службе контейнерных перевозок – это прекращение работы на кране при ветре 12 м/с и выше. Верхний критический порог скорости ветра 20 м/с применительно к службе сигнализации и связи диктуется вероятностью падения телеграфных и телефонных столбов. В других транспортных сферах хозяйствования наиболее часто фигурирует критерий скорости ветра $V \geq 15$ м/с с порывами. В числе последствий: отклонение траектории автомобиля вследствие боковой составляющей скорости ветра, в энергетическом секторе железнодорожного транспорта - боковое смещение контактной сети.

Рисунок 32 даёт картину повторяемости сильных ветров различной силы по территории субъектов.



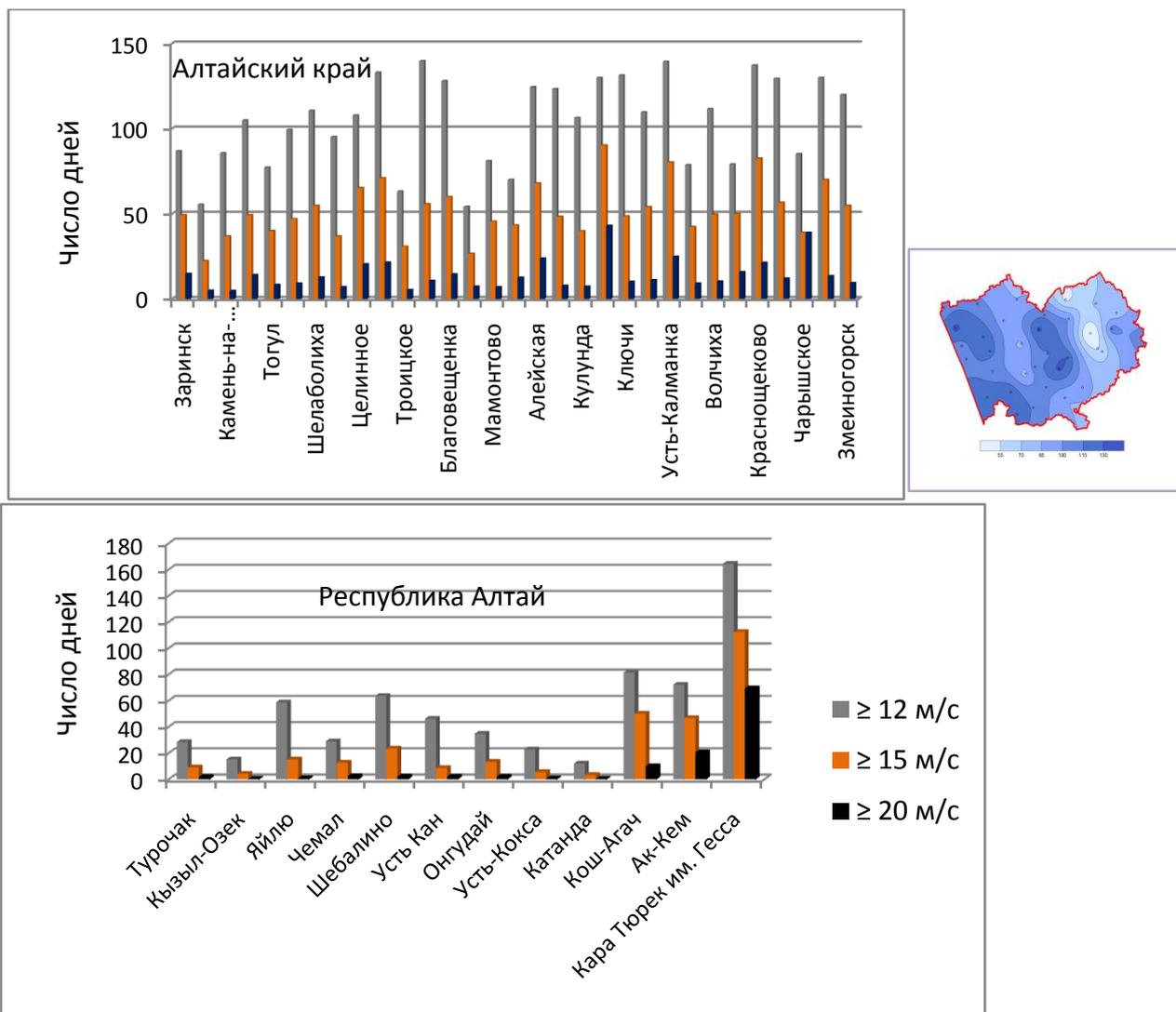


Рисунок 32 – Среднее многолетнее число дней с сильными скоростями ветра.

Примечание: на врезках представлены карты числа дней с $V \geq 12$ м/с.

В Томской области ветер 12 м/с и более отмечается 60-80 дней (в отдельных местах до 100 дней) в году на высоких участках берега р. Оби (Александровское, Каргасок) и в долинах, ориентированных по направлению преобладающему юго-западному и южному ветрам (Новый Васюган, Пудино, Бакчар). Таёжные районы такие ветры посещают вдвое реже – в пределах 30-40 дней. В городе Томске благодаря застройке повторяемость $V \geq 12$ м/с меньше, чем на окружающей территории, и составляет в среднем 30 дней. Отметим, что и по данному критерию скорости ветра ст. Ванжиль-Кынак является практически «островом» безветрия для всей территории юго-востока Западной Сибири.

Число дней с ветром 15 м/с и более существенно сокращается (на 70-80%), варьируя в диапазоне 5-15 дней. Ветер 20 м/с на преобладающей территории отмечается 1-3 дня, а в таёжной местности бывает примерно раз в 5-10 лет. Закономерным образом лесостепная и степная зоны Новосибирской области испытывают воздействие ветра 12 м/с и более на значительной площади от 60 до 100 дней, а на самой «высокой» станции Новосибирской области Посевная ($H = 280$ м) отмечается максимум 160 дней в году.

Районы севера области и предгорий Салаирского кряжа снижают частоту ветра 12 м/с и более до 30-40 дней (Крещенка, Мошково, Болотное). Большие контрасты в режиме сильных ветров можно отметить по данным станций города Новосибирска. На базовой станции Огурцово, расположенной на открытой местности в 30 км от центра города отмечается 70 дней с $V \geq 12$ м/с, на Обском водохранилище (ст. Остров Дальний) - 93 дня, а в городской застройке мегаполиса (Учебная) - 25 дней.

Повторяемость ветра ≥ 15 м/с отмечается примерно на 50-60% реже вышерассмотренных условий и варьирует в рамках 20 - 40 дней, в черте города Новосибирска – около 5 дней. Скорость ветра 20 м/с и более соответственно местным условиям меняется от 2 до 7 дней. На самых подверженных ветрам участках -10-15 дней. Ветры более 20 м/с «беспокоят» жителей Новосибирска примерно раз в 3 года.

Особенности орографии Кемеровской области определяют примерно зональный характер распределения ветра ≥ 12 м/с: в северных районах, открытых ветрам отмечается - 80-110 дней, в замкнутых долинах Горной Шории – 30-40 дней. Центральная часть области фиксирует повышенный режим скорости ветра ст. Киселевск-Петровых, расположенная на обширном террасообразном увале, и Новокузнецк (долина юго-западной ориентации), где ветер 12 м/с и более господствует до 3 месяцев в году.

Алтайский край, охватывающий степную зону, известен как регион с наиболее высокой частотой возникновения сильных ветров на равнинной территории России [20, 21]. Если в Европейской части РФ отмечается порядка 0,3 -1,2 случаев в году с $V \geq 25$ м/с, то в Алтайском крае - 10,9. Здесь за случай принимается фиксация сильного ветра на одной станции или на нескольких станциях одновременно.

На значительной части края отмечается 100-120 дней, и в отдельных местах - до 140 дней с ветром 12 м/с и более. Лесные массивы убавляют частоту ветров примерно вдвое (Троицкое). Территория подвергается ветрам силой 20 м/с и более в среднем 10-20 дней за год. Очаг высоких скоростей ветра находится в районе расположения ст. Усть-Чарышская пристань. Стечение ряда благоприятных условий местоположения для усиления ветра делают этот район эпицентром больших скоростей: слияние рек, расположение на берегу р. Оби, ориентированный с ЮЗ на СВ участок долины р. Чарыш, степная местность. Доля ветров 15 м/с в общем массиве данных составляет порядка 50- 70%. Повторяемость ветра более 20 м/с колеблется в основном от 10 до 20 дней в году.

В Республике Алтай практически вся сеть станций расположена в горных долинах, отсюда сравнительно небольшая частота ветра 12 м/с и более. Однако на горе Кара-Тюрек, отражающей режим ветра вблизи верхней границы тропосферы, практически каждый второй день скорость ветра более 12 м/с, из них 2/3 дней с $V \geq 15$ м/с. Ветры 20 м/с и более отмечаются 70 дней.

Годовой ход сильных ветров. Более чёткая зависимость числа дней с сильным ветром от интенсивности атмосферной циркуляции проявляется в годовом ходе (рисунок 33). На преобладающей территории юго-востока Западной Сибири максимальные значения наблюдаются, как правило, в периоды наибольшей повторяемости циклонов, а именно весной и в первой половине зимы. Минимум, наоборот, отмечается летом и во второй половине зимы (Огурцово). Сохраняя общие черты, некоторые особенности годового хода сильных ветров присущи местности в непосредственной близости к Обскому водохранилищу (Остров Дальний). Здесь максимум приходится на октябрь, когда усиливаются градиенты температуры между водной поверхностью и сушей.

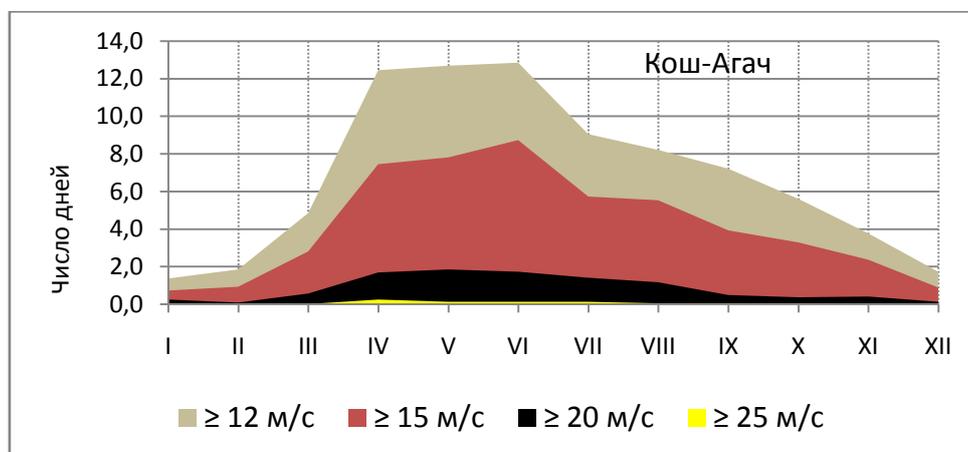
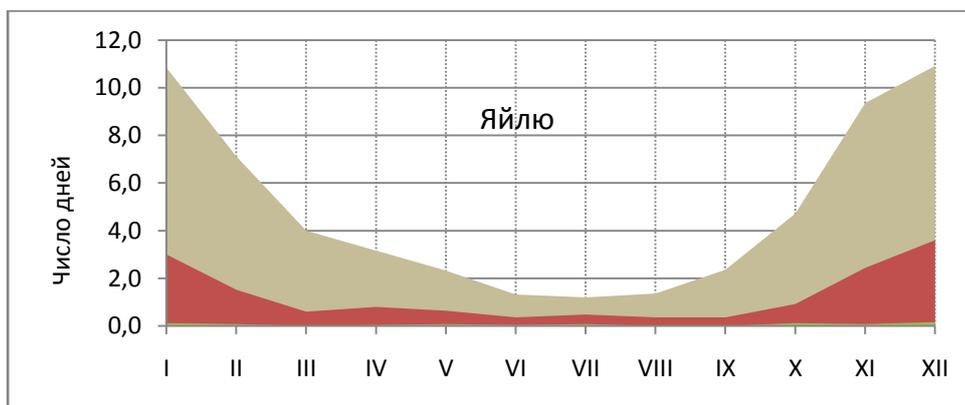
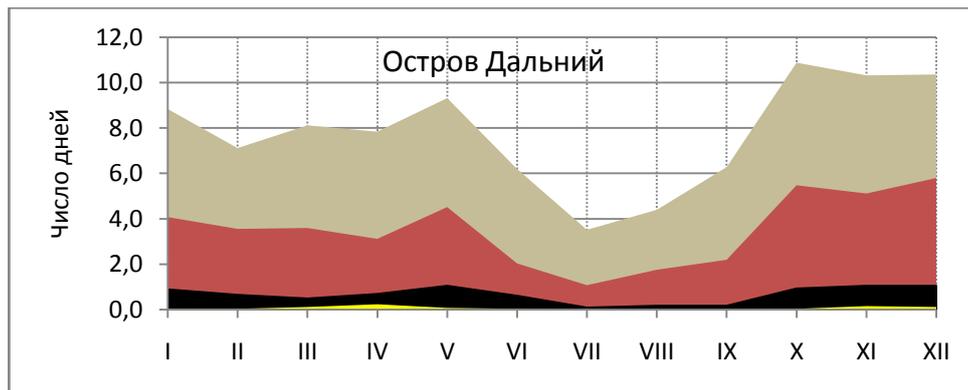
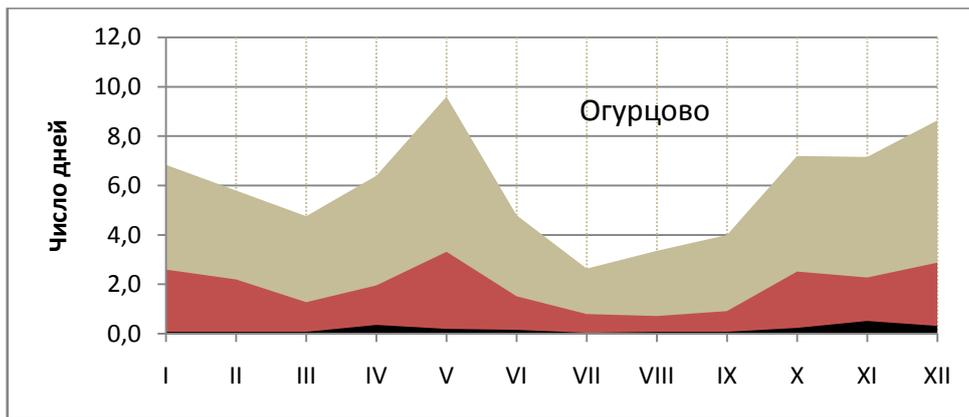


Рисунок 33 – Годовой ход сильных скоростей ветра.

В горах Алтая участки, доступные для проникновения фёнов в холодное время года, обуславливают преобладающее число дней с сильными ветрами в этот сезон (Яйлю). Влияние отрицательных форм рельефа (долин, котловин) проявляется в ослаблении ветра преимущественно зимой и развитии местных ветров в весенне-летний периоды. В Чуйской котловине (Кош-Агач) сильные ветры (12 м/с и более) не превышают двух дней в каждом из центральных зимних месяцев. Летом в условиях горно-долинной циркуляции такие ветры отмечаются с апреля по июнь практически каждый второй день. Опасные сильные ветры 25 м/с и более возникают с марта по сентябрь с частотой один раз в 10-20 лет, в апреле чаще – один раз в 5 лет.

Практическое приложение: особенности внутригодовой динамики климатических характеристик больших скоростей ветра в различных районах исследуемого региона может быть рекомендовано для корректировки воздушно-ветрового сопротивления (ВВС) при нормировании поездной работы. В настоящее время параметр ВВС принимается постоянным без учёта годового хода скорости ветра [2].

3.5. Атмосферные явления

Грозы. Название атмосферного явления свидетельствует об универсальности его опасного воздействия на объекты жизнедеятельности, и транспорт не является исключением. Влияние географических факторов климата и циркуляционных процессов в атмосфере на грозовую активность в Западной Сибири достаточно детально изучено В. П. Горбатенко [23]. На основе разработанных методик построения нормативных региональных карт грозовой деятельности созданы карты грозопоражаемости территорий при проектировании молниезащитных мероприятий, которые позволяют уменьшить аварийность хозяйственных объектов и могут быть использованы при проектировании защиты систем связи. Выполняются исследования термодинамических параметров атмосферы при грозах для целей прогнозирования опасного явления погоды [24]. Режим гроз на юго-востоке Западной Сибири по имеющимся к тому времени данным по 1975 г. описан в монографии [13]. Вместе с тем, в условиях изменения и изменчивости климата мониторинг опасных явлений становится традиционной климатологической практикой.

Картина распределения среднего и наибольшего числа дней с грозой по территории довольно пестрая, но в общих чертах прослеживается увеличение с севера на юг и к северным и северо-западным предгорьям Алтая. Вторая область повышенной грозовой активности располагается к северу и северо-востоку полосой вдоль Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау (Кемеровская область). На преобладающей территории региона в среднем за год отмечается не менее 15-20 дней с грозой (рисунок 34). Грозы редки в северо-восточной таёжной местности (Ванжилы-Кынак, 9 дней), и высокогорных районах Алтая (Кош-Агач, 9 дней, Ак-Кем, 5 дней).

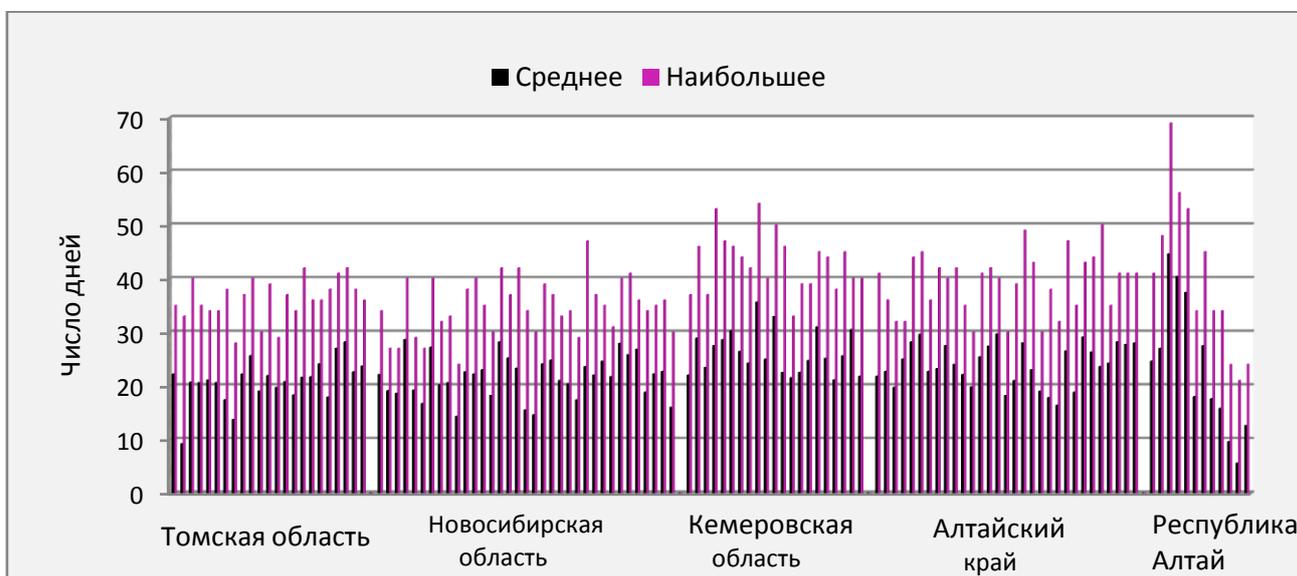


Рисунок 34 – Среднее и наибольшее число дней с грозой.

В Томской области наибольшее число дней с грозой изменяется от 28 дней (Усть-Озерное) до 42 дней в Бакчаре и Майске. В подавляющем большинстве наибольшее число дней с грозами варьирует в пределах 33-39 дней. На территории Новосибирской области диапазон изменения наибольшего числа дней шире – от 24 в Барабинске до 47 на Новоси-

бирском водохранилище (Остров Дальний), но наибольшая повторяемость числа дней здесь приходится на градацию 31-39 дней.

Повышенной грозовой активностью отличается Кемеровская область, здесь наибольшее число дней с грозой свыше 50 дней. Диапазон изменения экстремума по территории от 33 (Красное) до 54 дней (Центральный Рудник). Режим гроз в Алтайском крае характеризуется параметрами, близкими рассмотренным выше - варьирует от 30 дней (Славгород, Бийск, Усть-Чарышская пристань) до 50 дней (Краснощеково).

Существенное влияние на режим грозовой деятельности оказывает рельеф местности и экспозиция склонов. В горных районах на склонах, обращенных к влагонесущим потокам, грозы – явление довольно частое. В меридионально ориентированных межгорных долинах и во внутригорных котловинах, напротив, грозовая деятельность уменьшается. Так, в Усть-Канской котловине наибольшее число дней с грозой составляет 34 дня, тогда как в окружающих станциях гроз заметно больше (Онгудай 45, Шебалино 53, Чарышское 41). В Чуйской степи, отличающейся сухостью климата, грозы наблюдаются в 2 раза реже (Кош-Агач 24 дня), чем на северных отрогах Алтая.

На юге Горного Алтая наибольшее число дней с грозой составляет 21-24 дня (Ак-Кем, Кош-Агач, Кара-Тюрек). К северу число гроз возрастает и достигает своего максимума в 69 дней (Яйлю) на берегу Телецкого озера. Это абсолютный максимум для всего юго-востока Западной Сибири. На северо-западе Горного Алтая число гроз также значительно – Кызыл-Озек (48 дней), Шебалино (53 дня) и Чемал (56 дней). На характер территориального распределения гроз оказывают влияние пустыни Средней Азии и сухие степи Казахстана, откуда происходит перенос воздушных масс преобладающими юго-западными потоками. Этим можно объяснить общее увеличение частоты гроз с юго-запада на северо-восток.

Следует отметить так называемые «грозовые» годы. В целом для территории юго-востока Западной Сибири самым экстремальным стал 2009 год, когда грозы были отмечены во всех областях на 29 станциях, что составляет 25% охваченных пунктов наблюдения. Следом идет 2005 год - грозы отмечены на 19 станциях. Далее можно отметить 2001 и 1994 годы, число станций, регистрировавших наибольшее число гроз, практически одинаково, но с различиями в распределении по территории. И наконец, 1990 год можно считать «грозовым» лишь для Томской области.

Сильный ветер во время грозы является дополнительным фактором риска неблагоприятных последствий в работе транспорта. Процентное отношение таких случаев к грозам «обычным» иллюстрирует рисунок 35.

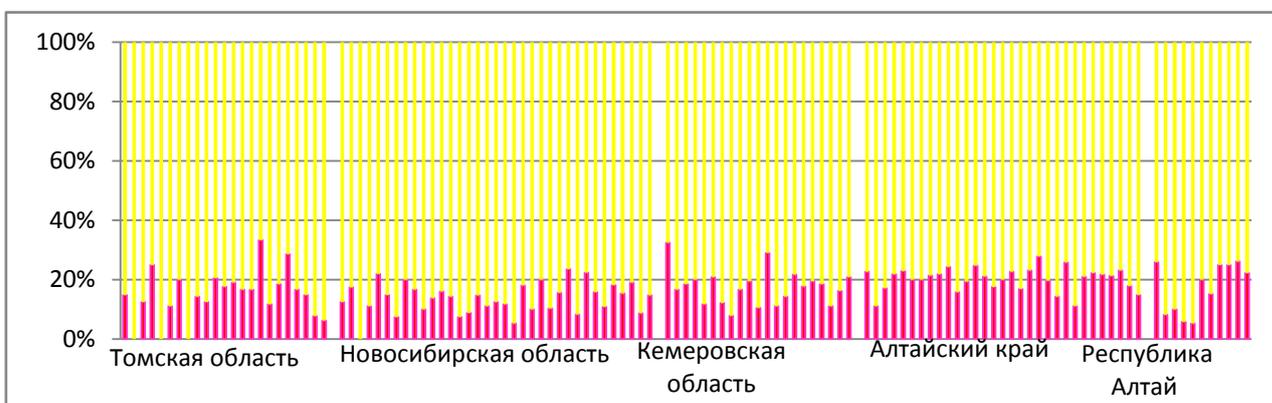


Рисунок 35 – Доля случаев грозы в сочетании со скоростью ветра 15 м/с и более.

Наиболее изменчиво соотношение в Томской области, где ветровой режим сильно зависит от шероховатости, создаваемой растительностью. Благоприятным «оазисом» отсутствия таких условий является Ванжиль-Кынак и Берёзовка, расположенные в глухой тайге. По остальной территории доля ветра с грозой варьирует в пределах 10 случаев, т.е. каждая десятая гроза сопровождается ветром, превышающим 15 м/с, в Алтайском крае опасное сочетание возникает при каждой пятой грозе.

Туман. Явление представляет собой скопление в воздухе мельчайших, невидимых глазом капелек воды или кристаллов, иногда тех и других вместе в таком количестве, при котором горизонтальная видимость становится меньше 1 км. Туманы являются опасными, если видимость в них на длительное время ухудшается настолько, что практически исключает какие-либо виды работ на открытом воздухе и нарушается движение транспорта.

Обращает на себя внимание заметно большее число дней с туманом в тёплое время года, особенно на территории Томской и Кемеровской областей – примерно в 2-3 раза (рисунок 36). Территория Томской области вообще характеризуется наименьшей повторяемостью туманов (5-10 дней в году). В Новосибирской области и частично северных и северо-восточных районах Алтайского края число дней с туманом в тёплое и холодное полугодие примерно равнозначно (по 7-10 дней). На юге и юго-востоке Алтайского края наблюдается уменьшение числа дней с туманом в летний период, что обусловлено избыточной теплообеспеченностью в сочетании с весьма слабым увлажнением [13].

Влияние местных условий проявляется как в увеличении числа дней, так и в их уменьшении. Например, в Маслянино, расположенном в котловине, среднее число дней с туманом возрастает до 47. Наиболее ярко это проявляется на территории Горной Шории (Кондома – 78 дней, Усть-Кабырза – 69 дней) и западных предгорьях Салаирского кряжа - (35-40 дней).

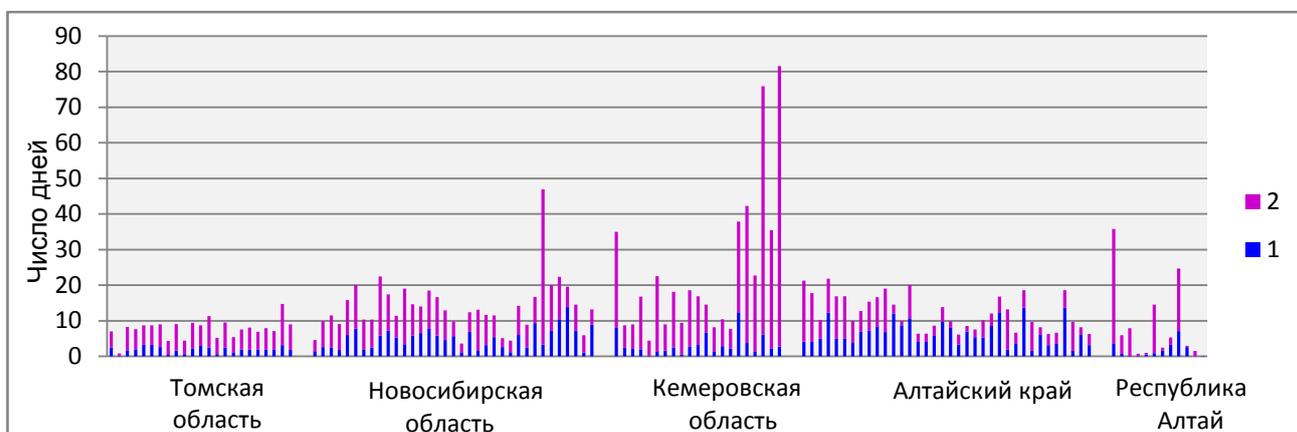


Рисунок 36 – Среднее число дней с туманом

1- туманы холодного периода (XI-III), 2 – туманы тёплого периода (IV-X)

Средняя продолжительность туманов в день с туманом составляет 2-4, реже 5 часов. Туманы длительностью 1-3 ч повторяются с вероятностью 70-75 % в Томской и Новосибирской областях, в Кемеровской области и Алтайском крае – в 60- 65 %, здесь более часты туманы длительностью 4 -12 ч. Очень редко туманы могут продолжаться 20 и более часов - Тегульдэт, Купино, Усть-Кабырза (20 ч.), Карасук, Баган, Бийск (22-23 ч.), Юрга, Славгород (24 ч.).

Пыльная буря – перенос большого количества густой пыли, песка, земли сильным ветром при засушливой погоде. При бурях относительная влажность воздуха понижается до 50% и менее, а видимость уменьшается иногда до 50-100 м. Исследовав суммарное число пыльных бурь и пыльных позёмков по всем станциям каждого из Управлений Гидрометеорологической службы, Апасова Е. Г. [25] приходит к выводу, что по числу указанных явлений юго-восток Западной Сибири (20-е управление УГМС) занимает 3 место в России. Однако территория Томской, Кемеровской областей, Республики Алтай, а также северные районы Новосибирской области, т. е. большая часть региона, в наименьшей степени подвержена воздействию пыльных бурь, где они наблюдаются не каждый год (рисунок 37). Наиболее благоприятные условия для возникновения пыльных бурь создаются в центральной и западной части Алтайского края. Во-первых, здесь велика повторяемость сильных ветров и бездождных периодов и, во-вторых, в Кулундинской степи преобладают легкие тёмно-каштановые почвы, легко сдуваемые ветром [13]. В результате воздействия указанных причин среднее число дней с пыльной бурей в этих районах возрастает до 7-9 за год. В отдельные годы особенно на территории Алтайского края и юго-западе Новосибирской области максимальное число дней с явлением может в 2-3 раза превосходить среднее значение.

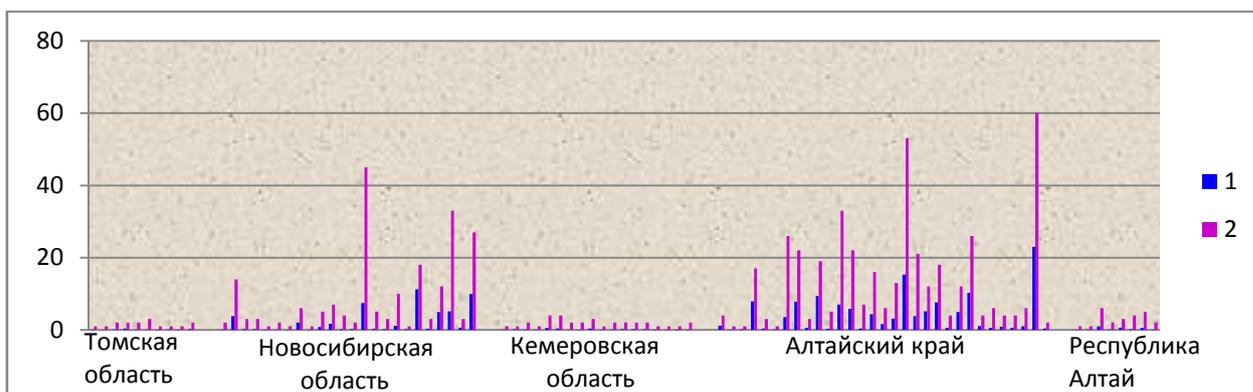


Рисунок 37 – Среднее (1) и максимальное (2) число дней с пыльной бурей

Годовой ход числа дней с пыльной бурей в Томской, Кемеровской области и Республике Алтай выражен недостаточно чётко, так как явление здесь может наблюдаться не каждый месяц.

На территории Новосибирской области пыльные бури отмечается с апреля по октябрь, иногда и по ноябрь (Карасук, Кочки), в Алтайском крае пыльные бури возникают и в декабре при отсутствии снежного покрова или малой его высоте (Родино, Ребриха, Поспелиха). Пик повторяемости бурь приходится на май (рисунок 38). Обычно на вторую половину весны приходится один из максимумов скорости ветра, а также распаханная и прогретая к этому времени почва создают наиболее благоприятные условия для возникновения в это время года ветровой эрозии.

Пыльным бурям, как и другим элементам климата, характерна изменчивость не только по территории, но и во времени. Дробышев А. Д., исследуя изменение числа дней с пыльными бурями на станциях Западно-Сибирского УГМС за период 1936-1974 гг, сделал вывод об их уменьшении к началу 80-х годов прошлого столетия [13].

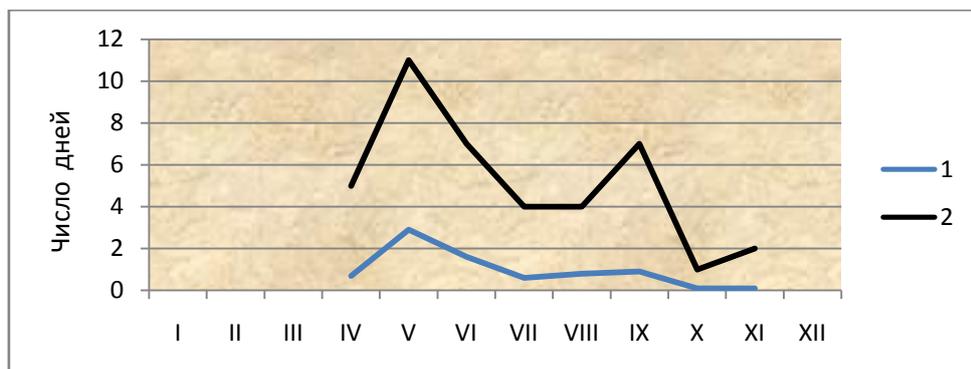


Рисунок 38 - Годовой ход среднего (1) и максимального (2) числа дней с пыльной бурей, Баево

Сравнительный анализ данных, представленных в указанной работе, и за период лет, используемый при подготовке данного Справочника (1985-2009 гг.) свидетельствует о том, что пыльные бури всё реже и реже появляются на рассматриваемой территории (таблица 8).

Таблица 8 - Среднее число дней с пыльной бурей за период 1936-1974 гг. (первая строка) и период 1985-2009 гг. (вторая строка).

Томская область		Новосибирская область		Кемеровская область		Алтайский край		Республика Алтай	
Бакчар	0,2 0	Здвинск	5,7 0,2	Крапивино	0,5 0,1	Тальменка	0,4 0,04	Онгудай	2,0 0,7
Старица	0,9 0	Барабинск	2,0 0	Кемерово	2,4 0,1	Рубцовск	21,9 0,6	Усть-Кокса	1,0 0,2

Выводы об уменьшении числа пыльных бурь на территории юго-востока Западной Сибири согласуются с заключением Апасовой Е.Г. [25] о хорошо выраженном нисходящем тренде, достоверность которого определена на уровне значимости 0,03 %.

3.6 Метеорологическая дальность видимости

Дальность видимости - расстояние, на котором исчезают последние признаки наблюдаемого объекта. Дальность видимости зависит от контраста с фоном и от порога контрастной чувствительности глаза, а при неизменности этих условий от прозрачности атмосферы (условий погоды). Впервые в Научно-прикладной справочник «Климат России» включена характеристика метеорологической дальности видимости как самостоятельного параметра состояния атмосферы, измеряемого на метеорологических станциях и имеющего достаточно надёжную историческую базу данных [3].

К погодным явлениям, ухудшающим метеорологическую дальность видимости (МДВ), относятся туманы, снег, дождь, метель, пыльная буря, мгла. Параметры видимости оказывают влияние на вероятность дорожно-транспортных происшествий, на среднюю скорость транспортного потока и пропускную способность дороги. Снижение скорости автомобиля при ухудшенной видимости зависит от интенсивности атмосферных явлений и категории автомобиля. Скорость легковых автомобилей в тумане снижается: с 72 км/ч (при видимости 1000 м) до 47 км/ч (при видимости 100 м), в снегопаде - с 65 до 47 км/ч.

Исследования зависимости скорости транспортного потока от дальности видимости показали, что пик повторяемости снижения скорости движения приходится на видимость 500 м [26]. При уменьшении дальности видимости с 500 до 300 м скорость движения должна быть снижена на 15 %, в случае уменьшения с 300 до 100 м – на 45 %.

При МДВ, равной 50 м, безопасная скорость движения составляет 20 км/ч.

В течение года дальность видимости зависит от продолжительности светлой части суток, поэтому месяцы, у которых совпадали сроки наблюдений, были объединены в группы: ноябрь-январь, февраль-март, май-июль, сентябрь-октябрь (рисунок 39).

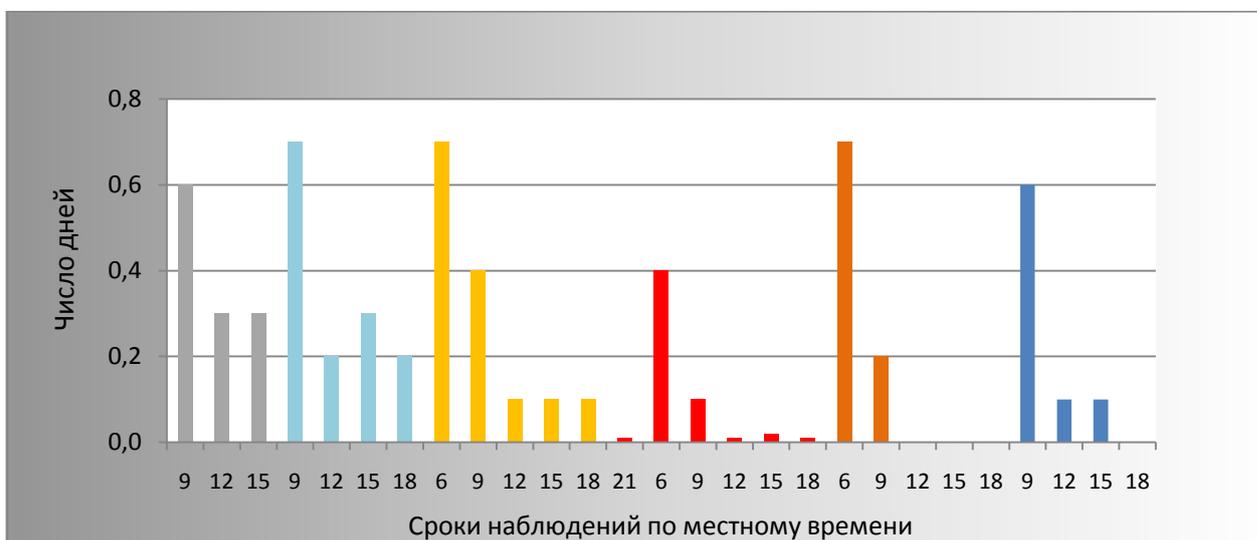


Рисунок 39 - Внутригодовое распределение среднего числа случаев метеорологической дальности видимости 500 м и менее. Коченёво.

■ ноябрь-январь, ■ февраль-март, ■ апрель,
 ■ май-июль, ■ август, ■ сентябрь-октябрь

Обращает на себя внимание достаточно малое число случаев с видимостью 500 м и менее. Наиболее часто неблагоприятные условия видимости создаются в утренние часы: в тёплое время года в 6 часов, в холодное – в 9 ч.

С сентября по апрель 1-3 раза за 10 лет видимость указанной градации может наблюдаться также в дневные и даже вечерние часы, что может быть обусловлено как образованием туманов, так и метелей. Летом ухудшенные условия видимости сохраняются в основном в интервале 6-9 ч утра, что объясняется появлением туманов в эти часы. Очень редко (1-4 случая за 100 лет) видимость может составлять 50 и менее метров.

3. 7 Скользкость дорожных покрытий

Наибольшее влияние на работу автомобильного транспорта оказывают погодные условия в зимний период. Все виды снежно-ледяных отложений на покрытиях автомобильных дорог, которые снижают коэффициент сцепления с колёсами транспортных средств, относятся к зимней скользкости. Для оперативной организации работ по зимнему содержанию автомобильных дорог используются специализированные краткосрочные прогнозы погоды, штормовые предупреждения, текущая метеорологическая информация, а для долгосрочного планирования и расчета затрат на содержание дорог - режимная и специализированная климатологическая информация.

Образование зимней скользкости зависит прежде всего от температуры дорожного покрытия, на которую оказывает влияние большое количество параметров как метеорологических, так и дорожных, в связи с этим она будет различаться для разных участков дороги.

При детальном учете погодных и дорожных условий все многообразие видов скользкости дорожных покрытий Самодурова Т. В. [27] делит на 6 групп:

- гололедица;
- иней, изморозь, «черный лед»;
- твердый, зернистый и ледяной налет;
- гололёд и зернистая изморозь;
- снежный накат, оледенелый и тающий снег;
- рыхлый снег.

Гололедица. Образуется в результате замерзания воды или растворов, имеющих на покрытии дороги, при понижении температуры поверхности дороги ниже 0°C. Чаще всего гололедица на автомобильных дорогах образуется при температуре воздуха -2...-6°C.

Иней (твердая роса) представляет собой белый кристаллический налет. Он образуется на сухой поверхности дороги, имеющей отрицательную температуру, за счет сублимации водяного пара. Необходимым условием для начала сублимации является большая разница между температурой поверхности дороги и температурой воздуха. Обычно это происходит при резком похолодании или при значительном радиационном выхолаживании приземного слоя воздуха. Для дорожных служб иней наиболее опасен весной и осенью, когда вечером наблюдаются положительные температуры, а к утру – заморозки.

«Черный» лед» (твердый ледяной налет) является разновидностью изморози. Он представляет собой прозрачный ледяной налет, образующийся при смене погоды, когда наступает резкое ослабление мороза или оттепель. Теплый воздух, соприкасаясь с дорожным покрытием, имеющим значительно более низкую отрицательную температуру, охлаждается и при высокой относительной влажности начинается процесс сублимации.

Гололед. В зависимости от плотности гололедные отложения представляют собой прозрачное или матовое отложение льда, образующееся при замерзании на поверхности дороги капель переохлажденного дождя или мороси. Гололедообразование начинается чаще всего при температуре воздуха от 0 до -6°C, реже при более низких температурах (до -10...-12°C). При резких потеплениях гололед может наблюдаться и при небольших положительных температурах (от 0 до +0,5°C).

Зернистая изморозь отличается от гололеда меньшей плотностью и большей шероховатостью. Образование ее связано с замерзанием на сухой поверхности дороги осаждающихся мелких капель тумана без их предварительного растекания. Образование зернистой изморози

чаще всего наблюдается при температурах воздуха $-1 \dots -10^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах ($-12 \dots -16^{\circ}\text{C}$) зернистая изморозь обычно наблюдается вместе с кристаллической.

Снежный накат. Образование снежного наката происходит при положительной температуре воздуха (от $0,3$ до $2,0^{\circ}\text{C}$). На дорогах мокрый снег спрессовывается под колесами машин и, если вслед за этим наступает даже небольшое понижение температуры (от 0 до -1°C), снег замерзает, образуя сплошную ледяную корку. При дальнейшем понижении температуры ледяное образование может удерживаться в течение длительного времени. Уплотнение снежных отложений может происходить и при более низких температурах (-6 до -10°C), но только при высокой влажности воздуха (более 90%) и (или) при сильном ветре.

Оледенелый снег. Образуется в результате замерзания талой воды в слое снега во время резких похолоданий после оттепелей. По величине отложения оледенелый мокрый снег часто превосходит гололед, поэтому является очень опасным видом обледенения.

Рыхлый снег. Отложение рыхлого снега обычно наблюдается при температурах ниже -10°C и в интервале температур от -6° до -10°C , но при влажности менее 90% .

Кристаллическая изморозь представляет собой пушистый, белый, снегообразный осадок из кристаллов льда нежной тонкой структуры. Наблюдается зимой в тихую, малооблачную погоду при высокой влажности воздуха и низких температурах воздуха (-10 до -30°C).

Данная классификация была использована для характеристики состояния дорожного покрытия на трассах «Дон» (Москва – Ростов-на-Дону), «Крым» (Москва-Белгород) и «Холмогоры» (Москва-Вологда) с целью разработки общей стратегии содержания автомобильных дорог в зимний период и определения порядка действий и норм внесения противогололёдных материалов в конкретных ситуациях [28]. В СибНИГМИ оценка состояния дорожного покрытия проведена для участков Федеральной автомобильной дороги М 51 (Новосибирск-Татарск), М 52 (Новосибирск-Посевная) и М 53 (Новосибирск-Болотное) [29].

Для безопасной и бесперебойной работы дорожного сектора наиболее важны повторяемость различного состояния покрытия дороги, но в первую очередь комплексы состояния дороги в сочетании со скоростью ветра и ухудшенной видимостью.

Рисунок 40 даёт представление о распределении среднего числа дней со всеми видами скользкости, в том числе с сочетанием со скоростью ветра, равной и более 10 м/с.

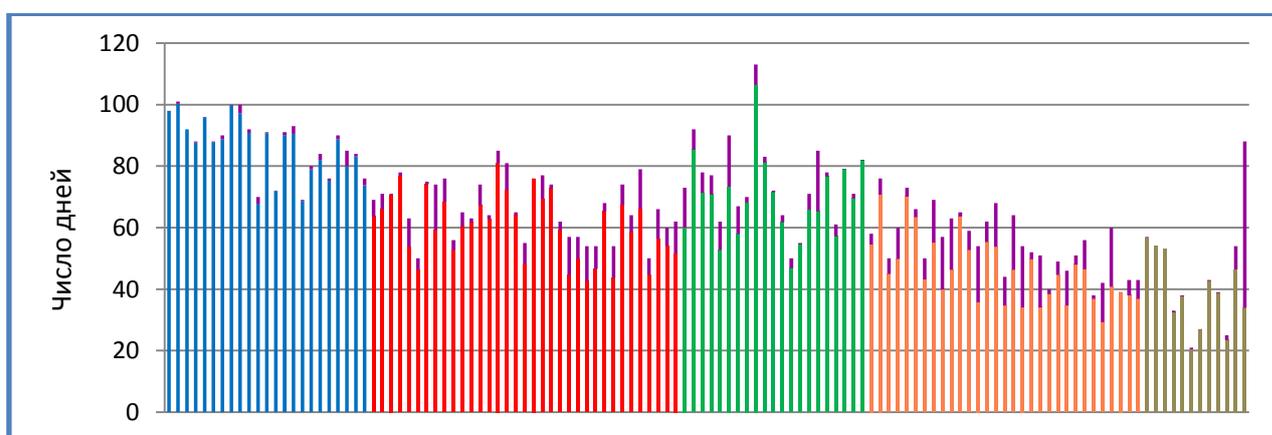


Рисунок 40 - Среднее число дней со скользкостью дорожного покрытия.

- Томская область, — Новосибирская область, — Кемеровская область
- Алтайский край, — Республика Алтай.
- Число дней со скользкостью при скорости ветра ≥ 10 м/с

Наибольшее число дней со скользкостью характерно для лесной зоны Томской области, где оно достигает 90-100 дней (Усть-Озёрное, Каргасок). Здесь период залегания снежного покрова почти на месяц больше, чем в других районах. Вдоль строящейся Северной широтной магистрали Томск – Парабель - Средний Васюган - Нижневартовск число дней изменяется от 80 в районе Кожевниково до 101 в Александровском. По мере продвижения к южным районам региона число дней уменьшается до 55-60 на юго-западе Новосибирской области и в степной зоне Алтайского края в основном за счёт уменьшения числа дней с рыхлым снегом.

В пересечённой местности северо-восточной периферии Новосибирской области (сюда заходят отроги Салаирского кряжа) и Кемеровской области (отроги Кузнецкого Алатау) происходит увеличение числа дней до 70-80. На трассе Новосибирск–Чулым-Барабинск-Татарск (Федеральная дорога М 51) число дней со скользкостью составляет 60-65, на трассе Новосибирск – Тальменка, Горно-Алтайск, Кош-Агач - (Федеральная дорога М 52) – около 60 -70 дней (рисунок 3). Федеральная дорога М 53 (Новосибирск – Болотное – Кемерово - Мариинск -Тяжин) в центральной и восточной части Кемеровской области характеризуется условиями скользкости, близкими к Томской области, число дней здесь достигает 80-90.

Чаще всего неблагоприятные условия для работы транспорта создают такие виды скользкости, как рыхлый снег и снежный накат.

Скользкость и сильный ветер. Существенное влияние на режим автотранспорта оказывает ветер, создавая ветровую нагрузку на автомобиль. При скорости движения автомобиля 80 км/час, порывах или скорости ветра 15 м/с и времени реакции водителя 1,5 с отклонение траектории составляет 0,4 м, а при времени реакции 2 с отклонение достигает 2 м, что представляет большую опасность на дорогах. На обледенелых покрытиях ветер является дополнительным фактором риска, критическая скорости ветра в условиях скользкости составляет 10-15 м/с [2].

В Томской области и в северных районах Новосибирской погодные условия, характеризующиеся сочетанием скользкости и скорости ветра, равной и более 10 м/с, имеют малую вероятность – около одного дня в году (рисунок 33). Причиной является практически повсеместное отсутствие больших скоростей ветра из-за влияния шероховатости подстилающей поверхности, которую создаёт лесная растительность. В Барабинской и Кулундинской степях, отличающихся от других районов наименьшей залесённостью, число дней комплексного воздействия скользкости дорожного покрытия и скорости ветра возрастает до 10-20 случаев за год. На станциях Горного Алтая, расположенных в основном в закрытых горных долинах или окружённых лесными массивами, скорость ветра 10 м/с и более практически не наблюдается. Лишь в Кара-Тюреке, который находится на высоте 2600 м, из 90 случаев скользкости около 60 из них сопровождается сильным ветром.

Скользкость и дальность видимости. Наряду с рассмотренными выше неблагоприятными условиями для работы автомобильного транспорта опасным является также сочетание скользкости на дорожном покрытии с плохой видимостью. Метеорологическая дальность видимости (МДВ) оказывает влияние не только на вероятность ДТП, но и на среднюю скорость транспортного потока и пропускную способность дороги. К явлениям, ухудшающим видимость до опасных пределов и создающих ДТП, относятся туман, дождь, снег, пыльные бури, мгла, метель. Поскольку скользкость на дорогах образуется в холодный период времени, основными явлениями, способствующими ухудшению видимости, могут быть метели, туманы, снегопады.

На рисунке 41 представлено распределение числа дней со скользкостью на дорогах, в том числе в сочетании с видимостью 500 м и менее. Менее часто неблагоприятный комплекс условий погоды создаётся на территории Томской области. Здесь метели и туманы присутствуют каждый от одного до трёх дней в течение холодного периода. Некоторое увеличение числа дней отмечается в Новосибирской и Кемеровской области и более заметное на территории Алтайского края. Если проследить распределение туманов и метелей, можно отметить, что в среднем в Новосибирской и Кемеровской области число метелей почти в 3, а в Алтайском крае в 4 раза больше, чем в Томской области. При этом на отдельных станциях метели могут отмечаться 25-30 дней (Татарск, Тяжин, Волчиха).

В Горном Алтае режим метелей зависит от степени защищённости пункта, рельефа и высоты над уровнем моря. Например, в Онгудае и Чемале метели отмечаются не каждый год, в то же время в Ак-Кеме, расположенном на северном склоне Катунского хребта на высоте 2049 м и Кара-Тюреке на высоте 2600 м число дней с метелью составляет соответственно 16 и 29.

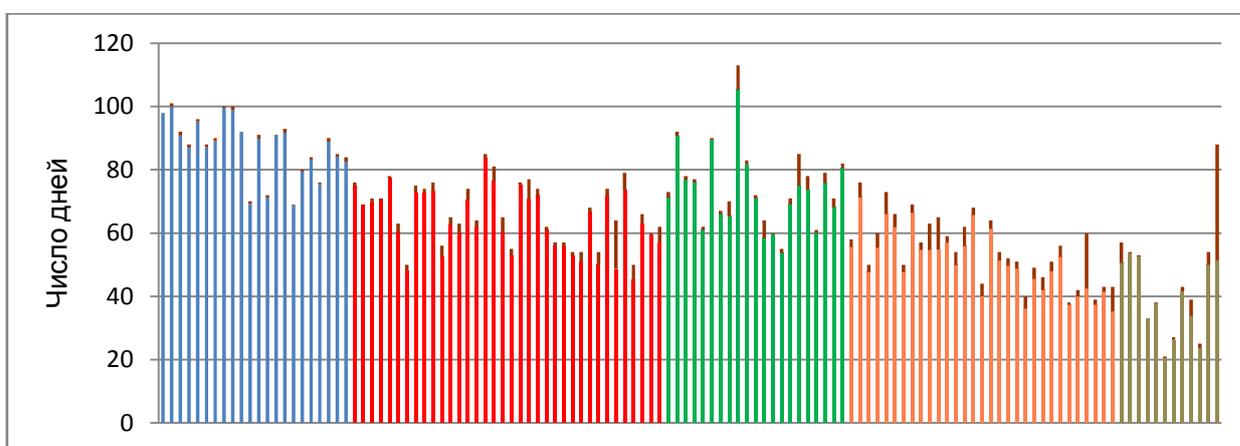


Рисунок 41 - Среднее число дней со скользкостью дорожного покрытия.

— Томская область, — Новосибирская область, — Кемеровская область
 — Алтайский край, — Республика Алтай.
 — Число дней со скользкостью при видимости ≤ 500 м.

Число дней с туманом, как и с метелью, распределено по территории региона неравномерно. Таких дней в Новосибирской области - в среднем 4-8, Кемеровской – 1-3, Алтайском крае - 5-10. В Республике Алтай туманы – явление достаточно редкое. Таким образом, уменьшение числа дней с метелью и туманом на территории Томской области может быть причиной малой повторяемости комплекса скользкость с ухудшенной видимостью.

Практическое приложение. Специализированные характеристики скользкости на дорогах в природно-климатических условиях юго-востока Западной Сибири, в том числе в наиболее уязвимых урбанизированных территориях, могут найти практическое приложение к задачам усовершенствования содержания дорог в зимних условиях. На Международном конгрессе «Экология северных территорий» в рамках Форума Форуме снега прозвучала заинтересованная дискуссия относительно повышения эффективности методов борьбы со снегозаномами и гололёдом в городах и на магистралях Сибирского региона.

3.8 Объём снеготранспорта

Для безопасной и бесперебойной эксплуатации автомобильных и железных дорог и организации движения на дорогах необходима защита наземных путей сообщения от снегозаносов. Очевидно, что снежные заносы являются результатом воздействия метелей, то есть переноса снега ветром в горизонтальном направлении во время снегопадов или поднятием снега с поверхности снежного покрова.

Большой вклад в развитие направления ветро- и снегозащиты железных дорог внёс основатель сибирской научной школы гляциологии А. К. Дюнин, 100-летию со дня рождения которого была посвящена научно-практическая конференция «Современные методы проектирования транспортных магистралей как элементов природно-технической системы». Конференция, прошедшая 21 ноября 2013 года, организована Сибирским Государственным университетом путей сообщения в г. Новосибирске. А. К. Дюнин разработал теоретические основы механики процессов снеготранспорта, горных метелей, снежных лавин. Результаты его исследований нашли отражение в новых конструкциях снегозадерживающих устройств и снегозащитных лесных полос, получивших применение на железных и автомобильных дорогах и в нормативных документах [30].

Климатологические аспекты снеготранспорта состоят в следующем [31, 32]. Интенсивность переноса зависит от скорости ветра, частоты её повторения и продолжительности метелей. Обычно объём переносимого снега рассчитывается за период, при котором высота снега не менее 10 см и скорость ветра при метелях 6 м/с и более. В практике проектирования используются данные об объёме снеготранспорта различной обеспеченности - возможные раз в 10, 15 или 20 лет – в зависимости от того, для какого объекта строительства требуется разработать меры по защите от снегозаносов и в зависимости от типа снегозащитных мероприятий (лесные полосы, заборы, переносные щиты). На рисунке 42 представлен объём переносимого снега на станциях, расположенных вблизи Федеральных автомобильных дорог - М 51, М 52, М 53 и строящейся Северной широтной магистрали в Томской области.

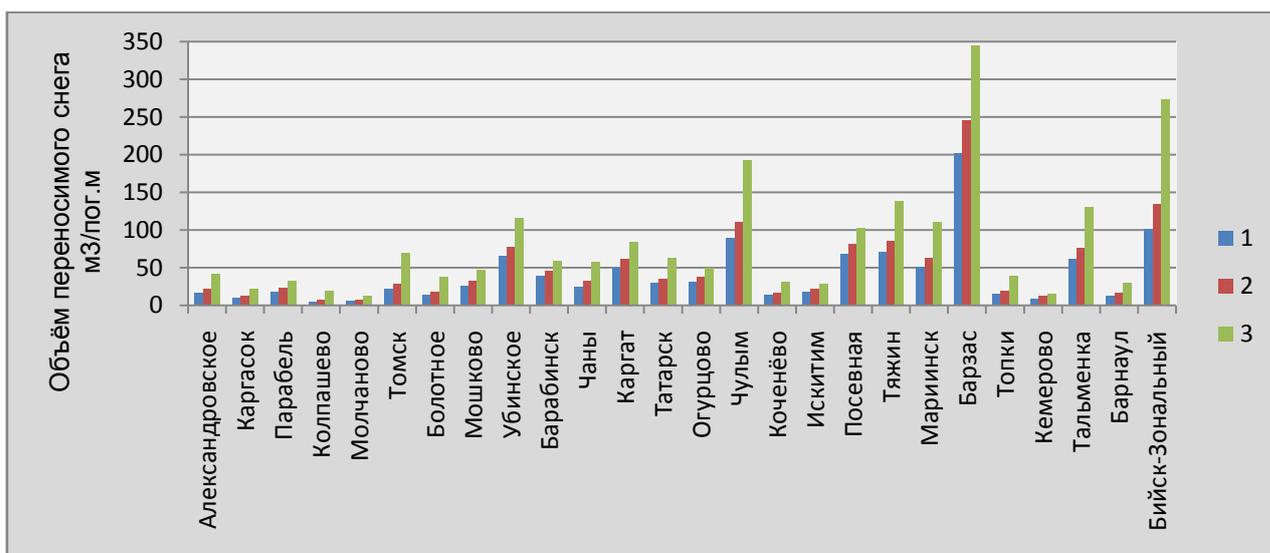


Рисунок 42 - Объём переносимого снега.

1 – возможный один раз в 10 лет; 2 – возможный один раз в 20 лет;
3 – наибольший объём.

Наиболее благоприятные условия для транспортного сектора характерны для равнинной территории. Здесь объём снегопереноса, возможный один раз в 20 лет, колеблется в пределах 20-75 м³/м, максимальные значения не превышают 150 м³/м. В предгорьях Алтая и Кузнецкого Алатау объём снегопереноса обеспеченностью 5 % достигает 150-200 м³/м, наибольшие значения - более 300 м³/м.

Поскольку одной из составляющих объёма переносимого снега является продолжительность метелей, проследим многолетнюю динамику суммарной продолжительности и объёма снегопереноса (рисунок 43).

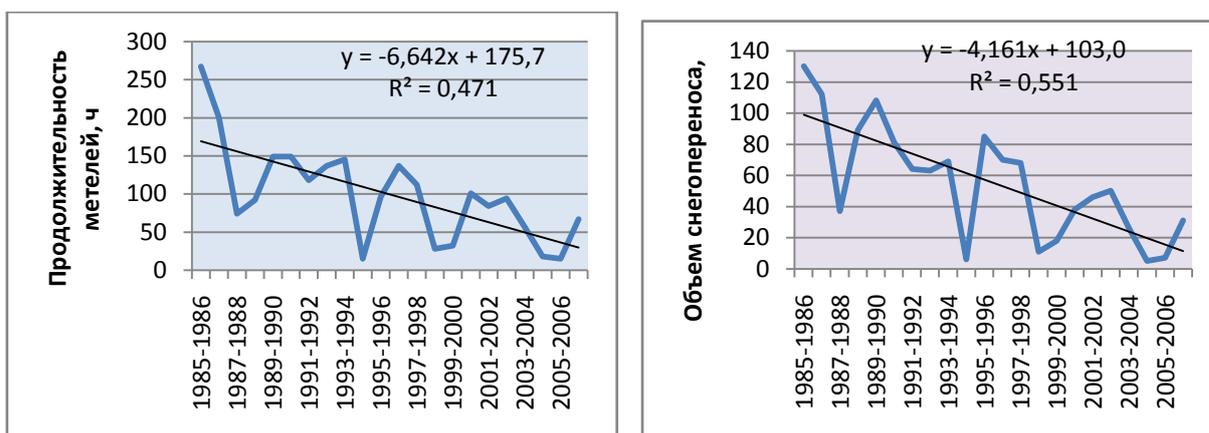


Рисунок 43 – Многолетняя динамика суммарной продолжительности метелей и объёма снегопереноса. Ст. Огурцово.

Отметим, что оба показателя характеризуются наличием статистически достоверного отрицательного тренда - соответственно $t = 4,2; 4,9$. Линейный тренд указывает на существенное сокращение суммарной продолжительности метелей и, естественно, объёма переносимого снега к концу XX – началу XXI века. Скорость уменьшения суммарной длительности метелей составляет 66 часов за 10 лет, объёма снегопереноса - 42 м³/м.

Оценка снегоприноса к участкам Федеральных автомобильных дорог. Количество снега, приносимое метелями к одной стороне дороги в течение зимы, называют объёмом снегоприноса, который составляет лишь некоторую часть от общего объёма снега, участвующего в переносе [33]. Объём снегоприноса, как и снегопереноса принято измерять в м³ на 1 м дороги (м³/м). Для определения объёмов снегоприноса к каждой стороне участка дороги годовые объёмы снегопереноса по основным направлениям метелевой деятельности умножаются на величину синуса угла между направлением метелевого ветра и осью дороги. Обычно результаты представляются отдельно для левой и правой сторон дороги. При расчёте объёмов снегоприноса к участкам Федеральной автомобильной дороги М 51 левая и правая сторона определялась по направлению движения из Новосибирска в Татарск, М 52 – из Новосибирска в Горно-Алтайск, М 53 – из Новосибирска в Тяжин, для Северной широтной магистрали - из Томска в Нижневартовск.

Средний объём снегоприноса за период 1985-2011 гг. для 33 участков Федеральной автомобильной дороги М 51 представлен на рисунке 44. Дорога имеет практически широтное направление с отдельными поворотами на северо-запад или юго-запад. Как видно из рисунка снегопринос к левой стороне дороги значительно превалирует над приносом снега к пра-

вой стороне, что является следствием воздействия преобладающих юго-западных и южных направлений ветра к направлению дороги. Наиболее снегозаносимыми являются участки с 6 по 16, от посёлка Дупленская до Кожурлы, здесь объём снегоприноса достигает 25-40 м³/м. На остальных участках дороги объём снегопереноса колеблется в пределах 5-20 м³/м.

Наибольший объём снегоприноса к правой и левой сторонам дороги для всей трассы составил 1860 м³/м в холодное полугодие 1989-1990 гг.



Рисунок 44 - Средний объём снегоприноса к левой и правой стороне Федеральной дороги М 51.

Федеральная дорога М 52 проходит по территории Новосибирской области и Алтайского края и направлена в основном с северо-запада на юго-восток, поэтому направленной к преобладающему юго-западному направлению ветра будет правая сторона, которая и является более снегозаносимой, чем левая. От Новосибирска до посёлка Тальменка объём снегоприноса к правой стороне дороги возрастает с 5-10 до 30-35 м³/м. На участке дороги вблизи Барнаула он снова уменьшается и возрастает до 40-60 м³/м лишь на юго-востоке территории, примыкающей к северо-западной периферии Республики Алтай. Максимальный принос снега по всей дороге составил 1300 м³/м за холодный период 1985-1986 гг.

Федеральная дорога М 53 Новосибирск-Тяжин проходит в основном по территории Кемеровской области, характеризующейся значительной изрезанностью рельефа в связи с чем направление дороги здесь иногда меняется на 90 градусов. От Новосибирска до Болотного направление дороги (ЮЗ-СВ) совпадает с преобладающим направлением ветра, объёмы снегоприноса здесь минимальные – 1-5 м³/м. Далее от г. Юрга дорога меняет направление на СЗ-ЮВ и объёмы снегоприноса к правой стороне некоторых участков увеличиваются до 40 м³/м. От Кемерово до Мариинска и далее до Тяжина количество приносимого снега постепенно увеличивается с 5-10 до 30-35 м³/м. Максимальный объём снегоприноса к обеим сторонам дороги для всей трассы составил 3280 м³/м за период 1990-1991 гг.

Относительно малые объёмы снегоприноса (2-6 м³/м) характерны для участков Северной широтной магистрали, что обусловлено малой вероятностью метелей. Наибольшее количество приносимого снега составило всего 407 м³/м за зиму 1985-1986 гг.

Практическое приложение результатов оценки режима снегопереноса, в том числе с учётом многолетней динамики интенсивности метелевой деятельности применимо к инженерным расчётам при проектировании новых магистралей и в задачах рационального планирования количества снегоуборочной техники на железных дорогах и автомобильных трассах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Региональный климатический справочник для обслуживания транспортной отрасли экономики, освещающий территорию Томской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края и Республики Алтай, подготовлен в электронной форме. Специализированные климатические характеристики рассчитаны за период 1985-2009 гг. по 123 станциям зоны ответственности Западно-Сибирского УГМС. Климатическая база сформирована по направлениям и звеньям деятельности железнодорожного и автомобильного транспорта.

Справочник в целом отвечает требованиям, предъявляемым к специализированным информационным базам:

- содержит специальные данные, ориентированные для транспортной отрасли экономики. Полагаем, что статистические характеристики гидрометеорологических параметров для исследуемой территории целесообразно заимствовать из Научно-прикладного справочника «Климат России»;

- обеспечивает возможность оперативного пополнения и обновления на основе новой информации в соответствии с разработанным программным обеспечением, взаимодействующим с системой CliWare.

- информационная система обеспечена набором сервисных средств: осуществляет выборку таблиц для данного сектора деятельности либо вне зависимости от технического приложения – по элементам климата.

- в качестве аналитической поддержки принятия решений может служить развёрнутая характеристика климатических условий в параметрах специализированных характеристик различных направлений деятельности сухопутного транспорта.

Разумеется, полученные результаты нельзя считать законченными, справочник нуждается в дальнейшем развитии. И хотя данный технологический продукт (источник климатических характеристик для транспорта) можно использовать сейчас, целесообразно его усовершенствовать. Для этой цели необходимо дополнить справочник важнейшей информацией в деятельности транспорта - климатическими характеристиками почвогрунтов. Следует уточнить транспортно-климатическое районирование территории РФ с учётом региональных особенностей природно-климатических условий и их изменений, обогащать справочник конкретными характеристиками более тонкой структуры по запросам сибирских специалистов.

В части технологии справочника, учитывая особенность деятельности транспорта, связанной с пространственным освоением территорий (проектирование дорог, перевозки), обеспечить потребителю выбор данных по отдельным станциям в пределах всего региона и повысить уровень технологии организации справочника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утверждённая Министерством Транспорта РФ распоряжением Правительства 22.11.2009 № 1734 –р. (источник <http://www.mintrans.ru/>).
- 2 Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / Под ред. Н. В. Кобышевой. СПб.: «АСТЕРИОН», 2008. 334 с.
- 3 Булыгина О. Н. , Веселов В. М. , Коршунова Н. Н. , Разуваев В. Н. Научно-прикладной электронный справочник «Климат России» // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2012. Вып. 176. С. 310-312.
- 4 Методика расчёта минимально необходимого количества пунктов метеорологических наблюдений. С-Пб, ГУ «ГГО», 2008. 13 с.
- 5 Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской федерации. Том 1. Изменения климата. М.: Росгидромет , 2008. 227 с.
- 6 Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / Под ред. Н. В. Кобышевой, К. Ш. Хайруллина. СПб.: Гидрометеоздат, 2005. 319 с.
- 7 Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер.3. Вып. 20. СПб.: Гидрометеоздат. 1993. 721 с.
- 8 Эколого-экономические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири / Под ред. Н. С. Касимова и А. В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2012. 496 с.
- 9 Шерстюков Б. Г., Салугашвили Р. С. Новые тенденции в изменениях климата Северного полушария Земли в последнее десятилетие // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2011. с
- 10 Булыгина О. Н., Коршунова Н. Н., Аристова Л.Н., Трофименко Л.Т. Исследование климатических условий Ямало-Ненецкого автономного округа и их влияния на развитие нефтегазовой отрасли экономики // Труды ВНИИГМИ-МЦД.2010. Вып. 175. С.52 -64.
- 11 Логвинов К.Т. , Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. Л.: Гидрометеоздат. 1972. 235 с.
- 12 РД. 52.88.699-2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений.
- 13 Кошинский С. Д., Дробышев С. Д. Корулина Л. Г. , Лучицкая И. О. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала. Часть 1. Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская области. Л.: Гидрометеоздат. 1979. 383 с.
- 14 Булыгина О. Н., Коршунова Н. Н., Разуваев В. Н. Температурный режим на территории России летом 2010 годы // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 176. С. 13-22.
- 15 Климат Новосибирска / Под ред. С. Д. Кошинского, К. Ш. Хайруллина, Ц. А. Швер, Л.: Гидрометеоздат. 1979. 223 с.
- 16 Золина О. Г. Статистическое моделирование катастрофических атмосферных осадков осадков // Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Том 7. Динамика и математическое моделирование геофизических и гидрометеорологических процессов. – М. ИФЗ РАН. 2008. 274 с.
- 17 Горбатенко В. П. Характеристика снежного покрова на юго-востоке Западной Сибири // Материалы международного конгресса «Экология северных территорий». Новосибирск. ООО «Офсет-ТМ». 2013. 53-60 с.
- 18 Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса. Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. 319 с.

- 19 Горбатенко В. П., Ипполитов И. И., Поднебесных Н. В. Циркуляция атмосферы над Западной Сибирью в 1976-2004 гг. // Метеорология и гидрология. 2007. №5. С.28-36.
- 20 Булыгина О. Н. Коршунова Н. Н., Коршунов А. А. Критерии экстремальности скорости ветра на территории России // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2012. Вып. 176. С.73-81
- 21 Панфутова Ю. А., Самолетова О. Д., Макеева О. Д., Романова И. В. Опасные явления погоды на территории равнинной части Российской Федерации, \ Труды ГГО, 2007, вып. 556, с. 145- 156.
- 22 Лучицкая И. О., Белая Н. И. Режим сильных ветров и риски ущерба от их воздействия на территории юго-востока Западной Сибири // Труды СибНИГМИ. 2011. Вып. 106. С. 64-88.
- 23 Горбатенко В. П. Влияние географических факторов климата и синоптических процессов на грозовую активность : автореф. на соиск. учен. степени докт. геогр. наук. Томский политехнический университет, 2003. 38 с.
- 24 Ершова Т. В., Горбатенко В. П., Клипова О. А. Термодинамические параметры атмосферы при грозах и ливнях. Вестник Томского государственного политехнического университета. Вып. 7 (122), 2012. С. 9-14.
- 25 Апасова Е. Г. Пыльные позёмки и пыльные бури на территории России //Труды ВНИИГМИ-МЦД.- 2010.- Вып. 175.- С. 97-117.
- 26 Васильев А. П. Проектирование дорог с учётом влияния климата на условия движения. М., Транспорт, 1986, 248 с.
- 27 Самодурова Т. В. Метеорологическое обеспечение зимнего содержания автомобильных дорог. Москва, 2003, 85 с.
- 28 Псаломщикова Л. М., Салль И. А., Стадник В. В., Трофимова О. В. Использование метеорологической информации в целях содержания автомобильных дорог в зимний период // Труды ГГО. 2008. Вып. 557. С. 85-101.
- 29 Белая Н.И., Лучицкая И.О. Оценка метеорологических условий для задач содержания федеральных дорог Новосибирской области // Труды СибНИГМИ. 2011. Вып. 106. С. 168-180.
- 30 Дюнин А. К. Экологическое проектирование железных дорог в сложных природных условиях. Учебное пособие. Часть 1. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2003. 184 с.
- 31 Михель В. М., Руднева А. В., Липовская В. И. Переносы снега при метелях и снегопады на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 203 с.
- 32 Заварина М. В. Строительная климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 311с.
- 33 Зимнее содержание автомобильных дорог: метод. указания / сост. : А. Г. Воронков, К. А. Андрианов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 36 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Перечень (тематический указатель) таблиц по элементам климата
и характеристикам состояния дорожного покрытия
(в скобках указана нумерация таблиц в Каталоге по направлениям и службам)

Температура воздуха

Таблица 1. Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений (1.1.1; 1.2.1; 2.2.1; 3.2.1; 3.3.1; 3.4.1).

Таблица 2. Среднее и наибольшее число дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше заданных значений (1.1.2; 2.2.2; 3.3.2; 3.4.2).

Таблица 3. Среднее число периодов с минимальной температурой воздуха $\leq - 25^{\circ}\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности (1.1.3; 3.2.2).

Таблица 4. Среднее число периодов с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности (1.1.4).

Таблица 5. Средняя, с обеспеченностью 94 % и экстремальная температура воздуха наиболее холодного и наиболее жаркого месяцев (1.1.5).

Таблица 6. Среднее и наибольшее число дней со средней суточной температурой воздуха $\geq 5^{\circ}\text{C}$ в весенне-осенний сезоны (2.1.1).

Таблица 7. Среднее число периодов различной продолжительности и наиболее длительный период (дни) с положительной и отрицательной среднесуточной температурой воздуха в весенне-осенний сезоны (2.1.2).

Таблица 8. Повторяемость (число случаев) периодов с минимальной $\leq - 30^{\circ}\text{C}$ и максимальной $\geq 30^{\circ}\text{C}$ температурой воздуха в течение 5 дней (1.1.6).

Атмосферные осадки

Таблица 9. Среднее максимальное суточное количество осадков и многолетний экстремум, мм (1.1.7)

Таблица 10. Среднее число дней с суточным количеством осадков, равным и более заданных значений (1.1.8; 2.1.5).

Снежный покров

Таблица 11. Наибольшая декадная высота снежного покрова, см (1.1.9; 2.2.5)

Таблица 12. Среднее число случаев прироста высоты снежного покрова ≥ 5 см за сутки (1.1.10).

Таблица 13. Максимальный прирост высоты (см) снежного покрова за сутки (1.1.11).

Таблица 14. Средняя и возможная один раз в 10 и в 20 лет максимальная высота снежного покрова, см (1.1.12).

Таблица 15. Среднее число снегопадов сильных (первая строка) и очень сильных (вторая строка) (1.1.13; 2.1.7; 2.2.6; 3.5.1).

Ветер

Таблица 16. Среднее число дней с сильным ветром (1.1.14; 2.1.3; 3.1.1; 3.3.4; 3.5.2).

Атмосферные явления

Таблица 17. Среднее и наибольшее число дней с пыльной (песчаной) бурей (1.1.15).

Таблица 18. Среднее и наибольшее число дней с грозой (3.3.3).

Таблица 19. Среднее и наибольшее число дней с туманом (3.4.4).

Таблица 20. Среднее число дней с туманом, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) туманов различной продолжительности (3.4.5).

Таблица 21. Среднее число дней с метелью, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) метелей различной продолжительности (1.2.2; 2.1.6; 2.2.4).

Метеорологическая дальность видимости

Таблица 22. Среднее число случаев метеорологической дальности видимости (2.1.8).

Скользкость дорожных покрытий

Таблица 23. Среднее и наибольшее число дней с видами скользкости (1.1.16; 2.1.4).

Комплексные характеристики

Таблица 24. Среднее число метелей различной продолжительности с учётом скорости ветра и прироста высоты снежного покрова (3.1.2).

Таблица 25. Среднее число дней с минимальной температурой воздуха ≤ -25 °С и скоростью ветра ≥ 15 м/с (2.2.3).

Таблица 26. Среднее число дней с грозой при больших скоростях ветра (3.4.3).

Таблица 27. Среднее и наибольшее число дней с сочетанием скорости ветра ≥ 10 м/с и скользкости (2.1.9).

Таблица 28. Среднее и наибольшее число дней с сочетанием метеорологической дальности видимости днём ≤ 500 м и скользкости (2.1.10).

Снегоперенос

Таблица 29. Средний объём снегопереноса ($Q, \text{м}^3 / \text{пог.м}$) и возможный один раз в 10 (Q_{p10}) и в 20 (Q_{p20}) лет по направлениям ветра (2.2.7).

Таблица 30. Объём снегоприноса ($Q, \text{м}^3 / \text{пог.м}$) на участках федеральных автомобильных дорог (2.2.8).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Перечень таблиц по направления и службам транспортной отрасли экономики

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ И МАГИСТРАЛЕЙ

1.1 Проектирование автодорог

1.1.1 Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений

1.1.2 Среднее и наибольшее число дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше заданных значений.

1.1.3 Среднее число периодов с минимальной температурой воздуха $\leq - 25^{\circ}\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности.

1.1.4 Среднее число периодов с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности.

1.1.5 Средняя, с обеспеченностью 94 % и экстремальная температура воздуха наиболее холодного и наиболее жаркого месяцев.

1.1.6 Повторяемость (число случаев) периодов с минимальной $\leq - 30^{\circ}\text{C}$ и максимальной $\geq 30^{\circ}\text{C}$ температурой воздуха в течение 5 дней.

1.1.7 Среднее максимальное суточное количество осадков и многолетний экстремум, мм.

1.1.8 Среднее число дней с суточным количеством осадков, равным и более заданных значений.

1.1.9 Наибольшая декадная высота снежного покрова, см.

1.1.10 Среднее число случаев прироста высоты снежного покрова ≥ 5 см за сутки.

1.1.11 Максимальный прирост высоты (см) снежного покрова за сутки.

1.1.12 Средняя и возможная один раз в 10 и в 20 лет максимальная высота снежного покрова, см.

1.1.13 Среднее число снегопадов сильных (первая строка) и очень сильных (вторая строка).

1.1.14 Среднее число дней с сильным ветром.

1.1.15 Среднее и наибольшее число дней с пыльной (песчаной) бурей.

1.1.16 Среднее и наибольшее число дней с видами скользкости.

1.2 Локомотивная служба

1.2.1 Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений.

1.2.2 Среднее число дней с метелью, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) метелей различной продолжительности.

2.ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

2.1 Эксплуатация автодорог

2.1.1 Среднее и наибольшее число дней со средней суточной температурой воздуха $\geq 5^{\circ}\text{C}$ в весенне-осенний сезоны.

2.1.2 Среднее число периодов различной продолжительности и наиболее длительный период (дни) с положительной и отрицательной среднесуточной температурой воздуха в весенне-осенний сезоны.

2.1.3 Среднее число дней с сильным ветром.

2.1.4 Среднее и наибольшее число дней с видами скользкости.

2.1.5 Среднее число дней с суточным количеством осадков, равным и более заданных значений.

2.1.6 Среднее число дней с метелью, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) метелей различной продолжительности.

2.1.7 Среднее число снегопадов сильных (первая строка) и очень сильных (вторая строка).

2.1.8 Среднее число случаев метеорологической дальности видимости.

2.1.9 Среднее и наибольшее число дней с сочетанием скорости ветра ≥ 10 м/с и скользкости.

2.1.10 Среднее и наибольшее число дней с сочетанием метеорологической дальности видимости днём ≤ 500 м и скользкости.

2.2 Служба пути

2.2.1 Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений.

2.2.2 Среднее и наибольшее число дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше заданных значений.

2.2.3 Среднее число дней с минимальной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$ и скоростью ветра ≥ 15 м/с.

2.2.4 Среднее число дней с метелью, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) метелей различной продолжительности.

- 2.2.5 Наибольшая декадная высота снежного покрова, см.
- 2.2.6 Среднее число снегопадов сильных (первая строка) и очень сильных (вторая строка).
- 2.2.7 Средний объём снегопереноса ($Q, \text{м}^3 / \text{пог.м}$) и возможный один раз в 10 ($Q_{p_{10}}$) и в 20 ($Q_{p_{20}}$) лет по направлениям ветра.
- 2.2.8 Объём снегоприноса ($Q, \text{м}^3 / \text{пог.м}$) на участках Федеральных автомобильных дорог.

3. ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ

3.1 Служба контейнерных перевозок

- 3.1.1 Среднее число дней с сильным ветром.
- 3.1.2 Среднее число дней с метелью различной продолжительности с учётом скорости ветра и прироста высоты снежного покрова.

3.2 Вагонная и пассажирская службы

- 3.2.1 Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений.
- 3.2.2 Среднее число периодов с минимальной температурой воздуха $\leq - 25^\circ\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности.

3.3 Объекты электрификации и энергетического хозяйства

- 3.3.1 Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений.
- 3.3.2 Среднее и наибольшее число дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше заданных значений.
- 3.3.3 Среднее и наибольшее число дней с грозой.
- 3.3.4 Среднее число дней с сильным ветром.

3.4 Служба сигнализации и связи

- 3.4.1 Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений.
- 3.4.2 Среднее и наибольшее число дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше заданных значений.
- 3.4.3 Среднее число дней с грозой при больших скоростях ветра.
- 3.4.4 Среднее и наибольшее число дней с туманом.

3.4.5 Среднее число дней с туманом, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) туманов различной продолжительности.

3.5 Служба движения

3.5.1 Среднее число снегопадов сильных (первая строка) и очень сильных (вторая строка).

3.5.2 Среднее число дней с сильным ветром.

3.5.3 Среднее число дней с метелью, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) метелей различной продолжительности.

Приложение 3

Пояснения к таблицам

Температура воздуха

Температура воздуха на метеорологических станциях измеряется по сухому термометру, установленному в психрометрической будке на высоте 2 метра над поверхностью почвы. Минимальная и максимальная температура воздуха получена на основании наблюдений соответственно по минимальному и максимальному термометрам, расположенным также в психрометрической будке.

Таблица 1. Среднее и наибольшее число дней с минимальной температурой воздуха, равной и ниже заданных значений (1.1.1; 1.2.1; 2.2.1; 3.2.1; 3.3.1; 3.4.1).

Среднее многолетнее число дней с минимальной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$, $\leq -30^{\circ}\text{C}$ представлено по месяцам за период с октября по апрель. Наибольшее – выбрано из ежегодных значений, рассчитанных в целом год. Данные представляют режим низкой температуры воздуха в холодный период года, могут быть использованы при проектировании автодорог, для деятельности служб пути, сигнализации и связи, электрификации и энергетического хозяйства.

Таблица 2. Среднее и наибольшее число дней с максимальной температурой воздуха, равной и выше заданных значений (1.1.2; 2.2.2; 3.3.2; 3.4.2).

Среднее многолетнее число дней с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$, $\geq 30^{\circ}\text{C}$ получено за период с апреля по октябрь, наибольшее - выбрано из ежегодных значений, рассчитанных в целом год. Данные характеризуют режим высокой температуры воздуха в тёплый период года, могут быть использованы в работе службы сигнализации и связи, службы пути, при проектировании дорог и магистралей.

Таблица 3. Среднее число периодов с минимальной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности (1.1.3; 3.2.2).

Среднее число периодов вычислено в целом за год, средняя продолжительность определена путём суммирования продолжительности всех периодов за год и поделённая на число периодов. Наибольшая продолжительность представляет максимальное значение непрерывной длительности интенсивных похолоданий за рассматриваемый период. Рассчитанные характеристики дают представление о режиме интенсивных похолоданий в период строительства и производства дорожных работ, деятельности вагонной и пассажирской службы.

Таблица 4. Среднее число периодов с максимальной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$, средняя и наибольшая продолжительность (дни), повторяемость (%) периодов различной продолжительности (1.1.4).

Среднее многолетнее число периодов вычислено в целом за год, средняя многолетняя продолжительность определена путём суммирования средней продолжительности за каждый год и поделённая на число лет. Наибольшая продолжительность представляет максимальное значение непрерывной длительности интенсивных потеплений за рассматриваемый период.

Рассчитанные характеристики дают представление о режиме интенсивных потеплений в период строительства и производства дорожных работ, деятельности вагонной и пассажирской службы.

Таблица 5. Средняя, с обеспеченностью 94 % и экстремальная температура воздуха наиболее холодного и наиболее жаркого месяца (1.1.5).

Представлена средняя многолетняя температура воздуха наиболее холодного и наиболее жаркого месяца, рассчитанная путём осреднения за рассматриваемый период, с обеспеченностью 94 % - с применением распределения Гумбеля, экстремальные значения выбраны из ряда годовых величин. Средняя, расчётная и экстремальная температуры воздуха дают представление об аномальных условиях, создающихся в холодное и тёплое время года. Рекомендуются использовать при выборе дорожного покрытия.

Таблица 6. Среднее и наибольшее число дней со средней суточной температурой воздуха $\geq 5^{\circ}\text{C}$ в весенне-осенний сезоны (2.1.1).

Среднее многолетнее и наибольшее число дней вычислено по рядам суточной температуры воздуха. Данные характеризуют погодные условия в период производства основных дорожных работ (железобетонных, каменных, асфальтовых покрытий и др.)

Таблица 7. Среднее число периодов различной продолжительности и наиболее длительный период (дни) с положительной и отрицательной температурой воздуха в весенне-осенний сезоны (2.1.2).

Число периодов и их продолжительность определены по рядам средней суточной температуры воздуха. Данные могут быть использованы при выборе времени для производства основных дорожных работ (железобетонных, каменных, асфальтовых покрытий и др.)

Таблица 8. Повторяемость (число случаев) периодов с минимальной $\leq -30^{\circ}\text{C}$ и максимальной $\geq 30^{\circ}\text{C}$ температурой воздуха в течение 5 дней (1.1.6).

Представлено среднее многолетнее число периодов с минимальной и максимальной температуры воздуха. Повторяемость низкой и высокой температуры воздуха в течение 5 дней в весенне-осенний периоды служат показателем температурного режима при выборе дорожного покрытия.

Атмосферные осадки

Одним из важнейших показателей режима осадков, является их количество, которое определяется высотой слоя воды (мм), образовавшегося на горизонтальной поверхности при отсутствии стока, просачивания и испарения. Количество осадков относят обычно к определенному интервалу времени (срок, сутки, месяц, сезон, год). В зависимости от вида осадков год условно делят на два периода: холодный – с ноября по март, когда осадки выпадают в основном в твердом и смешанном состоянии, и теплый – с апреля по октябрь с преобладанием жидких осадков.

Таблица 9. Среднее максимальное суточное количество осадков и многолетний экстремум, мм (1.1.7).

Днём с осадками называется день, когда количество осадков в тёплый период равно или больше 0,1 мм, а в холодный - 0,0 мм. Среднее максимальное количество осадков за сутки, рассчитанное по рядам суточных максимумов, представлено по месяцам и за год. Экстремальные значения выбраны из погодичных суточных максимумов. Являются одной из климатических характеристик, оказывающих влияние на сохранность автомобильных дорог.

Таблица 10. Среднее число дней с суточным количеством осадков, равным и более заданных значений (1.1.8; 2.1.5).

Приведено среднее многолетнее и наибольшее число дней с суточным количеством осадков ≥ 5 мм, ≥ 10 мм, ≥ 20 мм и ≥ 30 мм по месяцам и в целом за год, используемое при выборе дорожного покрытия, для определения периода производства основных дорожных работ, при проектировании высоты и ширины снегозаносимой насыпи.

Снежный покров

Снежный покров – слой снега, лежащий на поверхности почвы или льда, образовавшийся во время снегопадов в холодное время года и закрывающий более половины земной поверхности в данном районе. Он обладает малой теплопроводностью из-за большого содержания воздуха между кристаллами, тем самым предохраняя почву от чрезмерного выхолаживания, а сельскохозяйственные культуры от вымерзания. На метеорологической площадке высота снежного покрова измеряется по трём рейкам, установленным по углам равностороннего треугольника на расстоянии не менее 10 м друг от друга.

Таблица 11. Наибольшая декадная высота снежного покрова, см (1.1.9; 2.2.5).

Наибольшая декадная высота снежного покрова для каждого месяца выбрана из рядов ежегодных значений. Данные характеризуют максимальную высоту снегозалегания по декадам холодного полугодия за период 1985-2009 гг. Данные востребованы в службе проектирования автодорог, в службе пути.

Таблица 12. Среднее число случаев прироста высоты снежного покрова ≥ 5 см за сутки (1.1.10).

Среднее многолетнее число случаев прироста высоты снежного покрова ≥ 5 см, рассчитанное по рядам ежедневных значений, представлено по месяцам года (октябрь-апрель). Данные могут быть использованы при проектировании высоты и ширины снегозаносимой насыпи.

Таблица 13. Максимальный прирост высоты (см) снежного покрова за сутки (1.1.11).

По рядам ежедневных значений высоты снежного покрова выбран максимальный прирост по месяцам холодного периода. Данные используются при расчёте количества снегоуборочных машин.

Таблица 14. Средняя и возможная один раз в 10 и в 20 лет максимальная высота снежного покрова, см (1.1.12).

Максимальная высота снежного покрова получена по рядам ежегодных наибольших значений. Высота снежного покрова с обеспеченностью 1 раз в 10 лет и в 20 лет (нормативная характеристика) получена с использованием распределения Гумбеля.

Характеризует максимально возможное снегозалежание на территории, используется при проектировании высоты и ширины снегозаносимой насыпи.

Таблица 15. Среднее число снегопадов сильных (первая строка) и очень сильных (вторая строка) (1.1.13, 3.5.1).

Приведено число снегопадов по месяцам холодного периода с количеством осадков $\geq 7-19$ мм (сильный снегопад), и ≥ 20 мм (очень сильный снегопад), выпавших за 12 ч и менее. Данные используются при проектировании системы автомобильных дорог, в службе движения.

Ветер

Ветер представляет собой движение воздуха относительно земной поверхности. Горизонтальная слагающая этого движения определяется с помощью флюгера (с лёгкой и тяжёлой доской) или анеморумбометра. Ветер характеризуется скоростью, измеряемой в м/с, км/час, в узлах (баллах) и направлением, а именно, откуда дует ветер. Направление указывается в румбах горизонта по 16-румбовой системе (С, ССВ, СВ, ВСВ, В, ВЮВ, ЮВ, ЮЮВ, Ю, ЮЮЗ, ЮЗ, ЗЮЗ, З, ЗСЗ, СЗ, ССЗ) или величиной угла, который горизонтальный вектор скорости ветра образует с меридианом. При этом северное направление принимается за 360° , или 0° , восточное – за 90° , южное – за 180° и западное – за 270° . Измерение скорости и направления ветра на метеостанциях производятся на высоте 10-12 м над поверхностью земли. Скорость и направление ветра вследствие турбулентного обмена в каждый момент времени существенно колеблются около среднего значения, поэтому измеряются они за промежуток времени 2 или 10 минут (в зависимости от прибора). Среднее направление ветра определяется за 2 минуты.

Таблица 16. Среднее число дней с сильным ветром (1.1.14; 2.1.3; 3.1.1; 3.3.4; 3.5.2).

Днём с сильным ветром считался такой, в течение которого скорость ветра достигала наибольшего значения не только в срок наблюдений, но и между сроками. В таблице представлено среднее многолетнее число дней по месяцам и в целом за год, когда скорость ветра достигала или превышала 12, 15, 20 и 25 м/с.

Скорость ветра относится к факторам, непосредственно влияющим на работу служб движения, эксплуатации автодорог, сигнализации и связи, электрификации и энергетического хозяйства.

Атмосферные явления

К атмосферным явлениям относятся те явления погоды, которые визуально наблюдаются на метеорологической станции и в её окрестностях. Это туманы, метели различных

видов, электрические явления (гроза, зарница, полярное сияние), пыльная (песчаная) буря, шквал, смерч, мгла и др.

Пыльная буря – перенос большого количества густой пыли, песка, земли сильным ветром при засушливой погоде. При бурях относительная влажность воздуха понижается до 50% и менее, а видимость уменьшается иногда до 50-100 м.

Грозы – опасное атмосферное явление, при котором возникает искровой разряд (молния) между облаками или между облаком и землёй, сопровождающийся громом. Обычно при грозах наблюдаются сильные шквалистые ветры, ливни, иногда град. Различают грозы фронтальные и внутримассовые.

Туман – скопление в воздухе мельчайших, невидимых глазом капелек воды или кристаллов, иногда тех и других вместе в таком количестве, при котором горизонтальная видимость становится меньше 1 км. Туманы являются опасными, если видимость в них на длительное время ухудшается настолько, что практически исключает какие-либо виды работ на открытом воздухе и нарушается движение транспорта.

Метель - это перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы, чаще всего скоростью 6 м/с и более. Они считаются одним из наиболее опасных явлений погоды, прежде всего, для всех видов транспорта. Метели образуют заносы на дорогах, ухудшают видимость, приводят к снижению скорости движения автотранспорта и пропускной способности дорог, нарушают работу железнодорожных станций, узлов и даже целых направлений.

Таблица 17. Среднее и наибольшее число дней с пыльной (песчаной) бурей (1.1.15).

Представлено среднее многолетнее и наибольшее число дней с пыльной бурей по месяцам и за год. Если среднее число пыльных бурь меньше единицы, то в данном месяце они наблюдались не ежегодно. При отсутствии явления в каком-либо месяце в соответствующей графе стоит прочерк. Характеристики режима пыльных бурь находят применение при проектировании автодорог.

Таблица 18. Среднее и наибольшее число дней с грозой (3.3.3)

Приведено среднее многолетнее и наибольшее число дней с грозой по месяцам и за год. Если среднее число гроз меньше единицы, то грозы в данном месяце наблюдались не ежегодно. При отсутствии гроз в каком-либо месяце в соответствующей графе стоит прочерк.

Грозы оказывают неблагоприятное воздействие на объекты электрификации и энергетического хозяйства.

Таблица 19. Среднее и наибольшее число дней с туманом (3.4.4).

Среднее многолетнее число дней с туманом приведено по месяцам года, за холодный (ноябрь-март) и тёплый (апрель-октябрь) периоды.

В расчёты включены сплошные, просвечивающие, ледяные и ледяные просвечивающие туманы. Днём с туманом считается такой день, в течение которого в районе расположения метеорологической площадки отмечен хотя бы в один из сроков любой из вышеуказанных видов тумана. Прочерк в таблице означает отсутствие туманов в данном месяце.

Таблица 20. Среднее число дней с туманом, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) туманов различной продолжительности (3.4.5).

Продолжительность туманов рассчитана для тех же случаев, что и в таблице 19. Если в течение суток туман наблюдался с перерывами несколько раз, общая продолжительность вычислялась суммированием всех случаев. В таблице представлена средняя сумма часов в целом за год, средняя продолжительность туманов в день с туманом, рассчитанная делением средней годовой туманов на среднее число дней с туманом за год, а также повторяемость туманов различной продолжительности и наибольшая продолжительность в день с туманом.

Туманы оказывают влияние на работу службы пути, сигнализации и связи (ухудшают видимость на дорогах, снижают слышимость сигналов).

Таблица 21. Среднее число метелей, средняя и наибольшая продолжительность (ч), повторяемость (%) метелей различной продолжительности (1.2.2; 2.1.6; 2.2.4).

За день с метелью считается день, в который наблюдался хотя бы один из трёх видов метелей: общая метель, метель с выпадением снега и низовая метель. Дни, когда наблюдался позёмок, в расчёты характеристик метелей не включались.

Приведено среднее многолетнее число дней с метелью, средняя продолжительность метелей по месяцам и за год. Средняя продолжительность метелей в день с метелью рассчитана делением средней годовой продолжительности метелей на среднее число дней с метелью.

Метеорологическая дальность видимости

Дальность видимости - расстояние, на котором исчезают последние признаки наблюдаемого объекта. Дальность видимости зависит от контраста с фоном и от порога контрастной чувствительности глаза, а при неизменности этих условий от прозрачности атмосферы (условий погоды). На метеорологической площадке дальность видимости измеряется визуально.

Таблица 22. Среднее число случаев метеорологической дальности видимости (2.1.8).

Приведено среднее многолетнее число дней с метеорологической дальностью видимости менее 50, 50, 200 и 500 метров. Днём с видимостью считался день, когда хотя бы в один из сроков отмечался любой вид дальности. При определении числа случаев по градациям меньшие значения видимости были включены в число случаев с большими значениями.

В связи с тем, что в разное время года дальность видимости зависит от продолжительности светлой части суток, месяцы были объединены в группы, у которых совпадали сроки наблюдений, например, ноябрь-январь, февраль-март, май-июль, сентябрь-октябрь. При расчёте среднего значения по месяцам в этих случаях общее число делилось на 3 или на 2.

Характеристики дальности видимости используются при разработке систем сигнализации на дорогах и инструктаже водителей.

Скользкость дорожных покрытий

Все виды снежно-ледяных отложений на покрытиях автомобильных дорог, которые снижают коэффициент сцепления с колёсами транспортных средств, относятся к зимней скользкости. На образование различных видов зимней скользкости влияют как метеорологические условия (температура, относительная влажность воздуха, осадки, их вид и агрегатное состояние, количество и интенсивность выпадения, атмосферные явления, например, туман, дымка) так и дорожные, которые влияют на температуру покрытия. К видам скользкости, образующихся на дорогах при сопровождении осадков относятся гололедица, гололёд, рыхлый снег и снежный накат. При отсутствии осадков возможно образование инея, кристаллической и зернистой изморози, так называемого «чёрного льда», для которых сопутствующим

Таблица 23. Среднее и наибольшее число дней с видами скользкости (1.1.16).

Число дней с видами скользкости представлено по месяцам холодного периода и в целом за период. Метеорологические условия в определённый день относились только к одному виду скользкости.

Характеристики зимней скользкости необходимы при разработке систем сигнализации на дорогах, для планирования перевозок.

Комплексные характеристики

Таблица 24. Среднее число метелей различной продолжительности с учётом скорости ветра и прироста высоты снежного покрова (3.1.2).

Приведено среднее многолетнее число случаев комплекса: продолжительность метелей, скорость ветра и прирост высоты снежного покрова в целом за холодный период.

Характеристики метелей, в том числе в сочетании с другими неблагоприятными факторами необходимы в работе службы движения.

Таблица 25. Среднее число дней с минимальной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$ и скоростью ветра ≥ 15 м/с (2.2.3).

Представлено среднее многолетнее число дней с сочетанием минимальной температуры воздуха и скорости ветра по месяцам холодного периода и в целом за период.

Комплексная оценка погодных условий востребована в службе пути.

Таблица 26. Среднее число дней с грозой при больших скоростях ветра (3.4.3).

Приведено среднее многолетнее число дней с сочетанием грозы и скорости ветра $\geq 15, 20$ м/с по месяцам и в целом за год.

Наиболее подвержена воздействию комплекса явлений гроза - сильный ветер служба сигнализации и связи.

Таблица 27. Среднее и наибольшее число дней с сочетанием скорости ветра ≥ 10 м/с и скользкости (2.1.9).

Представлено среднее и наибольшее число дней, когда наблюдался любой вид скользкости (гололедица, гололёд, рыхлый снег, снежный накат, изморозь, иней и «чёрный лёд») и максимальная скорость ветра, равная и более 10 м/с по месяцам и в целом за холодный период года. Условия погоды, обозначенные данным комплексом, необходимы для организации движения на дорогах, при разработке систем сигнализации на дорогах и инструктаже водителей.

Таблица 28. Среднее и наибольшее число дней с сочетанием метеорологической дальности видимости $d_{\text{в}} \leq 500$ м и скользкости дорожного покрытия (2.1.10).

Днём с указанной комплексной оценкой погодных условий считался такой, когда при видимости ≤ 500 м отмечался любой из видов скользкости.

Среднее и наибольшее число дней представлено по месяцам холодного периода и в целом за год.

Характеристики ухудшенной видимости в сочетании с видами скользкости наиболее важны при разработке систем сигнализации на дорогах, организации движения.

Снегоперенос

Снегоперенос – это горизонтальное перемещение снега ветром. Количество снега, переносимое метелями в течение зимнего периода, называют объёмом снегопереноса. При его расчёте обычно исключаются метели со скоростью ветра менее 6 м/с и позёмки, при которых перенос снега незначительный. Продолжительность метелевого периода за зиму определяется как промежуток времени, за который высота снежного покрова была не менее 10 см и среднесуточная температура воздуха ниже нуля. Поскольку в начале и конце зимы средняя суточная температура неустойчивая, поэтому используется период с устойчивым переходом через ноль градусов весной и осенью.

Количество снега, приносимое метелями к обеим сторонам дороги в течение зимы, называют объёмом снегоприноса, который составляет лишь некоторую часть от общего объёма снега, участвующего в переносе. Для его расчёта годовые объёмы снегопереноса умножаются на величину синуса угла между направлением ветра и осью дороги отдельно для левой и правой сторон.

Таблица 29 . Средний объём снегопереноса ($Q, \text{м}^3/\text{пог.м}$) и возможный один раз в 10 (Q_{p10}) и в 20 (Q_{p20}) лет по направлениям ветра (2.2.7).

Представлен средний многолетний объём снегопереноса, наибольший и возможный 1 раз в 10 и 20 лет.

Таблица 30. Объём снегоприноса ($Q, \text{м}^3/\text{пог.м}$) на участках федеральных автомобильных дорог (2.2.8).

Представлены объёмы снегоприноса к левой и правой стороне участков федеральных автомобильных дорог (М 51, М 52 и М 53) и строящейся Северной широтной магистрали (Томск-Нижевартовск). Трасса М 51 разбита на 33 участка, М 52 – на 22, М 53 – на 52 и Северная широтная магистраль – на 17 участков.

Потребителем данных об объёмах снегопереноса и снегоприноса является служба пути.

