

Министерство образования Республики
Беларусь
Белорусский национальный технический
университет

Сборник

Докладов республиканской научно-
технической конференции аспирантов, маги-
странтов, студентов «Современные проблемы
метеорологии и климатологии»

Дорожная климатология. в 6 частях

Часть 5

Председатель
Секретарь
Научный руководитель

Васильева Е.И.
Заскевич И.И.
профессор Леонович И.И

Министерство образования Республики
Беларусь
Белорусский национальный технический
университет

УДК 551.582-625.7.07

Сборник

Докладов республиканской научно-
технической конференции аспирантов, маги-
странтов, студентов «Современные проблемы
метеорологии и климатологии»

Дорожная климатология. В 6 частях

Часть 5

Председатель
Секретарь
Научный руководитель

Васильева Е.И.
Заскевич И.И.
профессор Леонович И.И.

Авторы: студенты гр.114359; науч. руководитель
И.И. Леонович.

Рекомендовано к опубликованию: Советом факультета
БНТУ от 29.04.2013г. №9

Декан ФТК Бусел А.В.

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

В сборнике Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Современные проблемы метеорологии и климатологии» содержится 22 доклада. Доклады охватывают широкий круг вопросов по дорожной климатологии и метеорологии. Могут быть использованы как дидактический материал при изучении специальных дисциплин дорожно-транспортного комплекса

Белорусский национальный технический университет
Пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел. (017) 293-91-97 факс (017) 292-91-37
Регистрационный № БНТУ / ФТК-74- 55.2013

Содержание

Влияние отрицательных температур на состояние здоровья человека. *Аваков А.А.*

Связь водно-теплового режима земляного полотна с погодноклиматическими условиями местности. *Безмен А.В.*

Закономерности передачи тепла в атмосфере и дорожных инженерных сооружениях. *Васильева Е.И.*

Влияние отрицательных температур на работу двигателей внутреннего сгорания. *Васковская Н. В.*

Учет температуры окружающей среды при испытании дорожно-строительных материалов. *Гурман Д.Н.*

Поверхностные дорожные явления, обусловленные температурой и влажностью воздуха. *Заскевич И.И.*

Закономерности накопления снега в дорожной полосе отвода и в притрассовой зоне. *Калоша Е.Л.*

Закономерности таяния снега в пределах дорожной полосы. *Коваль С.А.*

Закономерности промерзания грунтов, дорожных одежд и земляного полотна. *Козлова К.С.*

Освещенность проезжей части и способы ее искусственного регулирования. *Конопелько П.М.*

Основы прогнозирования погоды и учёт прогноза в деятельности дорожных организаций. *Конопляник М.М.*

Пути улучшения использования в дорожной практике метеорологических данных и прогнозов погоды. *Курилёнок А.А.*

Влияние туманов на видимость. *Лапутько А.Б.*

Закономерности распространения света в зависимости от состояния атмосферного воздуха. *Любка К. Г.*

Оптические свойства Атмосферы и их учёт при решении дорожных задач. *Мельник А.С.*

Ветровые нагрузки на сооружения. *Пискун А.А.*

Учет «Розы ветров» при проектировании зданий, сооружений и предприятий дорожной индустрии. *Свириков В.П.*

Определение расчетных метеорологических характеристик по данным многолетних наблюдений. *Селютин Д.А.*

Роль методов математической статистики в обоснованных расчётных характеристиках атмосферы. *Тригубович Ю.В.*

Методология поиска необходимых данных о климате местности в справочной литературе. *Филькин О.В.*

ВВЕДЕНИЕ

На данном диске находится ряд статей по дисциплине «Дорожная климатология», подготовленных на основе проведенной конференции. Изучение данной дисциплины предусмотрено на 4 курсе факультета транспортных коммуникаций по специальности «Строительство дорог и аэродромов». Данная дисциплина является общеобразовательной в цикле дисциплин вышеуказанной специальности.

В качестве самостоятельной работы студентам необходимо было подготовить доклад и выступить с ними на научной конференции. Тема докладов было в большинстве случаев связана с вопросами метеорологии и климатологии, которые были согласованы с учебной программой.

В данном сборнике предусмотрено 22 статьи студентов группы 114359.

За содержание и форму докладов ответственность несут непосредственно сами студенты, так как все работы представлены в авторской редакции.

Доклады были сделаны и подготовлены под руководством профессора Леоновича И.И. Председателем секции является студент Васильева Е.И., секретарь Заскевич И.И.

Влияние отрицательных температур на состояние здоровья человека

Аваков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Ещё в глубокой древности наши предки знали о зависимости самочувствия и всех жизненных процессов от погодных и других природных явлений. Первые письменные свидетельства о влиянии природно-климатических явлений на здоровье человека известны с давних времен.

На организм человека, как правило, влияет не один какой-либо изолированный фактор, а их совокупность, причем основное действие оказывают не обычные колебания климатических условий, а главным образом их внезапные изменения. Для любого живого организма установились определенные ритмы жизнедеятельности разнообразной частоты.

Для некоторых функций организма человека характерно изменение их по сезонам года. Это касается температуры тела, интенсивности обмена веществ, системы кровообращения, состава клеток крови и тканей.

Далее я подробно рассмотрю влияние отрицательных температур на состояние здоровья человека.

Влияние отрицательных температур на здоровье человека

Температура — один из важных абиотических факторов, влияющих на все физиологические функции всех живых организмов. Температура на земной поверхности зависит от географической широты и высоты над уровнем моря, а также времени года.

Для человека в легкой одежде комфортной будет температура воздуха + 19...20° С, без одежды — + 28...31°С. Когда температурные параметры изменяются, человеческим организмом вырабатывают специфические реакции приспособление относительно каждого

фактора, то есть адаптируется. В данном случае стоит рассматривать такие понятия как адаптация и терморегуляция.

Адаптация – это процесс приспособления к условиям среды. Адаптация человеческого организма к температурному фактору происходит в 3-х направлениях:

- За счет общих приспособительных физиологических реакций, которые связаны с функцией системы терморегуляции, с механизмами химической и физической терморегуляции, обеспечивающими способность организма работать в самых разных температурных условиях среды.
- В результате специализированных физиологических и анатомических адаптивных реакций, в основе которых лежат особенности генотипа.
- Вследствие культурной и социальной адаптации, связанной с обеспечением человека жильем, теплом, системой вентиляции и тому подобное.

Терморегуляция - это способность животных организмов поддерживать температуру тела в определённых границах, даже если температура внешней среды сильно отличается.

Терморегуляцию обеспечивает основные холодовые и тепловые рецепторы кожи. При различных температурных влияниях сигналы в центральную нервную систему поступают не от отдельных рецепторов, а от целых зон кожи, так называемых рецепторных полей, размеры которых непостоянны и зависят от температуры тела и окружающей среды.

Температура тела в большей или меньшей степени влияет на весь организм (на все органы и системы). Соотношение температуры внешней среды и температуры тела определяет характер деятельности системы терморегуляции.

Температура окружающей среды преимущественно ниже температуры тела. Вследствие этого между средой и организмом человека постоянно происходит обмен теплом благодаря его отдаче поверхностью тела и через дыхательные пути в окружающее пространство. Этот процесс принято называть теплоотдачей. Образование же тепла в организме человека в результате окислительных процессов называют теплообразованием. В состоянии покоя при нормальном самочувствии величина теплообразования равняется величине теплоотдачи. В жарком или холодном климате, при физических на-

грузках организма, заболеваниях, стрессе и т. д. Уровень теплообразования и теплоотдачи может изменяться.

Переохлаждение - состояние организма, при котором температура тела падает ниже, чем требуется для поддержания нормального обмена веществ и функционирования. В его основе лежит нарушение механизмов терморегуляции с нарушением энергетического баланса и постепенным понижением температуры тела.

Резкие колебания внешней среды в сторону повышения или понижения температуры вызывают расстройство здоровья, а нередко и смерть человека. Так как жизненные процессы в организме могут протекать в довольно узких пределах температур внутренней среды, то при колебаниях температуры внешней среды физиологические механизмы терморегуляции выравнивают температуру тела, приспособлявая организм к этим колебаниям. Если же температура кожных покровов понижается до $+25^{\circ}\text{C}$ или повышается до $+45^{\circ}\text{C}$, то защитная реакция организма нарушается и наступают болезненные изменения вплоть до смерти.

Организм человека переносит низкую температуру лучше, чем высокую. Однако охлаждение со смертельным исходом возможно и при температуре выше нуля. Возникновение и степень выраженности общих и местных реакций при охлаждении зависят не только от температуры окружающей среды, но и от влажности, скорости движения воздуха, характера одежды, состояния организма. Быстрому охлаждению организма способствуют алкогольное опьянение, истощение, переутомление. На организм человека низкая температура оказывает и местное, и общее воздействие.

Местное действие на организм низкой температуры

Отморожения связаны с резким понижением тканевой температуры отдельных участков тела при сохранении температуры организма в целом на достаточном уровне. В основе отморожения, кроме прямого повреждающего действия низкой температур, лежат сосудистые расстройства (спазм и последующий паралич сосудов) с полным прекращением кровообращения в пораженной области тела.

Факторы, способствующие местному действию холода:

- 1) повышенная влажность и сильный ветер;
- 2) повреждения или заболевания пораженной части тела;
- 3) наличие местных трофических расстройств;

- 4) тесная обувь и одежда;
- 5) адинамия;
- 6) алкогольное опьянение.

В развитии отморожения выделяют два периода: скрытый (соответствует сроку понижения местной температуры тканей) и реактивный (наступает после согревания отмороженных частей тела).

Глубина поражения тканей становится ясной в реактивный период, в зависимости от которой различают 4 степени отморожения:

1) отморожение I степени - характеризуется багрово-красной или темно-синей окраской кожи («участки ознобления», «морозная эритема») и ее отеком, подобные повреждения заживают через 3—7 дней, сопровождаясь легким шелушением;

2) отморожение II степени - сопровождается отслойкой эпидермиса и образованием светлых пузырей; кожа вокруг синюшна и отечна, пузыри появляются на 1-й — 2-й день, а заживление — через 10—20 дней без образования рубцов, но повышенная чувствительность к холоду сохраняется длительное время;

3) отморожение III степени - проявляется некрозом всей толщи дермы; область поражения покрыта пузырями темно-красного цвета отек распространяется далеко за пределы пораженного участка, со временем большая ткань отторгается, происходит медленное заживление с образованием через 1—2 месяца рубца;

4) отморожение IV степени - характеризуется некрозом всей толщи пораженной части тела, в том числе и костей.

Обычно отморожению подвергаются пальцы рук, ног, кончик носа, ушные раковины и части тела, в которых затруднено кровообращение.

Процесс охлаждения носит фазовый характер. В начальном периоде (в ответ на холодное воздействие) происходит резко увеличение теплопродукции (усиление обмена веществ) и уменьшение теплоотдачи (сужение периферических кровеносных сосудов). В дальнейшем при истощении компенсаторных реакций организма наступает снижение температуры тела до 30 - 25° С (расширение периферических сосудов); происходит угнетение ЦНС, снижается артериальное давление и скорость кровотока, выражены признаки гипоксии (при явлениях гипероксигенации крови), нарушения обмена веществ.

Для клинической картины характерны: слабость, апатия, адинамия, бессвязность речи, бред, сонливость, помрачение сознания. При дальнейшем падении температуры тела все жизненные функции постепенно угасают. Смерть обычно наступает при температуре тела ниже 20° С. Непосредственной причиной смерти чаще всего является первичная остановка дыхания, реже сосудистый коллапс или фибрилляция желудочков сердца.

Особенно быстро процесс охлаждения протекает при попадании человека в холодную воду: смерть при этом наступает в течение 1 - 1,5 часов (до развития глубокой гипотермии от сосудистого коллапса или холодового шока).

У людей, приспособляющихся к влажному, холодному климату и кислородной недостаточности Севера, также повышенный газообмен, высокое содержание холестерина в сыворотке крови и минерализация костей скелета, более утолщенный слой подкожного жира (выполняющего функцию теплоизолятора). Однако не все люди в одинаковой степени способны к адаптации. В частности, у некоторых людей в условиях Севера защитные механизмы и адаптивная перестройка организма могут вызвать дезадаптацию – целый ряд патологических изменений, называемых “полярной болезнью”. Одним из наиболее важных факторов, обеспечивающих адаптацию человека к условиям Крайнего Севера, является потребность организма в аскорбиновой кислоте (витамин С), повышающей устойчивость организма к различного рода инфекциям.

Для организма человека, оптимальной температурой окружающей среды, является 18 градусов, именно эта температура рекомендована для поддержания в том помещении, где вы спите.

Резкие перепады температур, сопровождаются изменением содержания кислорода в атмосферном воздухе, а это значительно угнетает самочувствие человека. При снижении температуры окружающей среды, происходит насыщение воздуха кислородом, а при потеплении, наоборот, кислорода в воздухе становится меньше и поэтому в жаркую погоду нам трудно дышать. Когда температура снижается, а атмосферное давление повышается, особенно тяжело приходится гипертоникам, астматикам людям с заболеваниями пищеварительного тракта и тем, кто страдает мочекаменной болезнью.

Заключение

В настоящее время параметры микроклимата производственных помещений регламентированы СанПиН № 9-80-98 «Гигиенические требования к параметрам микроклимата производственных помещений», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача республики Беларусь от 25 марта 1999 г. № 12. Допустимые температуры в холодный период года от 20 до 6 градусов Цельсия в зависимости от категории работ.

Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на производительность труда и на травматизм, определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье.

Для предупреждения переохлаждения организма при работе на холоде необходимо предупреждать сильное охлаждение работников и обеспечивать их быстрое согревание с целью своевременной нормализации физиологических сдвигов, наступивших в результате воздействия холода. Теплая одежда предупреждает чрезмерное охлаждение организма человека. Физические свойства ее, помимо теплозащитных качеств, должны обеспечивать беспрепятственное испарение пота с поверхности кожи, т.к. задержка испарения будет вызывать смачивание тканей одежды и тем самым способствовать увеличению потери тепла организмом.

Список литературы

1. Леонович И.И. Дорожная климатология [Электронный ресурс] : [учебное пособие для вузов по специальности 1-70 03 01 "Автомобильные дороги" и для инженерно-технических работников ДСТ,ДСУ,ДЭУ и других организаций] / Леонович И.И., кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог" . - Электрон. дан.. - БНТУ, 2007.

2. Волков В.Н., Датий А.В. / Судебная медицина : Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. А.Ф. Волынского. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, Закон и право, 2000. — 639 с.

3. Порфирьев Б.Н., Катцов В.М., Рогинко С.А. / Изменения климата и международная безопасность. Рос.акад.наук, Отд-ние обществ.наук. Москва: Д'АРТ, 2011.

Связь водно-теплового режима земляного полотна с погодноклиматическими условиями местности

Безмен А.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В дорожном отношении территория СНГ разделена на 5 зон. Республика Беларусь относится ко II дорожно-климатической зоне. С учетом глубины залегания грунтовых вод, температуры воздуха, количества осадков и испарения, глубины и скорости промерзания грунтов территория Беларуси разделена на 3 района: северный, центральный и южный.

Из этого следует, каждый климатический район имеет различие по температуре, влажности и другим погодноклиматическим факторам, которые в различной степени влияют на режим работы земляного полотна.

Земляное полотно служит основанием для наиболее дорогого и важного элемента дороги — дорожной одежды. Прочность, долговечность и высокие эксплуатационные качества дорожной одежды в значительной степени зависят от прочности и устойчивости земляного полотна. Земляное полотно в целом и его отдельные части находятся под действием сил собственного веса, подвижной нагрузки и различных природноклиматических факторов. Очень важно спроектировать и построить земляное полотно так, чтобы под действием этих сил оно не изменяло своей формы и было устойчиво в целом, как земляной массив. Конструкцию земляного полотна выбирают исходя из категории дороги, качества грунтов, типа дорожной одежды, природноклиматических условий района строительства дороги.

Целью моей работы являлось показать связь между воднотепловым режимом земляного полотна и погодноклиматическими условиями местности.

Задачей являлось изучить литературу, а также интернет-ресурсы по данной теме.

Связь водно-теплового режима земляного полотна спогодно-климатическими условиями местности

Водно-тепловой режим земляного полотна протекает под воздействием различных температур воздуха, и зависит от свойств грунта, количества атмосферных осадков, дорожной одежды, уровня грунтовых вод и других факторов. Средняя скорость промерзания грунта - 3-6 см/сут. Средняя скорость оттаивания грунта: сверху - 4 см/сут; снизу - 0,6-0,7 см/сут.

Одной из важнейших климатических характеристик климата является температура воздуха. Колебания температуры в течение года влияют на условия просыхания дорог, особенно грунтовых и гравийных, на их пылимость, поэтому их следует учитывать при применении органических вяжущих, организации строительства дорог и обеспечении требуемых транспортно-эксплуатационных качеств проезжей части. При понижении температуры воздуха и переходе ее среднесуточного значения через +3 - +5 °С происходит смена направления теплового потока. При этом начинается миграция и накопление влаги в грунте

Важным для дорожной практики является режим атмосферных осадков, их годовое количество, сезонное и месячное распределение, продолжительность и интенсивность отдельных дождей. Под влиянием осадков формируется поверхностный сток, режим рек и работа водоотводных сооружений, происходят увлажнение поверхности покрытия и водонасыщение земляного полотна, заносы дорог снегом и эрозия неукрепленных поверхностей насыпей и выемок. Сезонное распределение осадков различно не только для разных мест, но и для одного и того же места в различные годы. Для суждения о режиме работы дорожных служб и об условиях строительного сезона следует знать число дней с осадками разной интенсивности.

Кроме того, на режим влажности грунтов земляного полотна оказывают влияние влажность воздуха и условия испарения. Влажность и испарение в данной местности определяются температурой и количеством осадков, однако имеют значение и местные факторы, — например, рельеф и растительность. При повышенной относительной влажности испарение влаги с поверхности затрудняется,

поскольку интенсивность испарения пропорциональна дефициту влаги в воздухе. Особо неблагоприятным периодом для испарения, а, следовательно, и для просыхания грунтов является осень, когда при сравнительно низких температурах наблюдается высокая относительная влажность воздуха.

На климат определенной местности оказывают влияние местные природные условия, вследствие чего необходимо учитывать микроклимат различных районов. В вогнутых формах рельефа суточные колебания температуры больше, минимумы температур ниже и весенние заморозки заканчиваются позже, чем на холмах и на возвышенностях. В районах, лежащих высоко над уровнем моря, где сухость воздуха выше, интенсивность солнечной радиации больше, почва прогревается сильнее, чем в нижележащей местности.

Существенную роль играет и экспозиция склонов земной поверхности относительно солнца: южные склоны получают большее число часов солнечного прогрева, и поэтому раньше освобождаются от снега, чем северные, почва сильнее прогревается и скорее просыхает.

Наличие леса способствует уменьшению амплитуд колебания температуры воздуха и почвы, их температура здесь обычно ниже, чем на открытой местности. Это обстоятельство оказывает заметное влияние на просыхание дорожного полотна в лесу.

Режим зимы с точки зрения строительства и содержания дорог определяется началом и концом устойчивого снежного покрова, его средней продолжительностью и толщиной, плотностью снега, числом дней без оттепелей, режимом метелей. Эти элементы климата определяют увлажнение и оттаивание полотна, образование и таяние пучин, снегозаносимость дороги, высоту и длительность весеннего паводка на реках.

Глубина промерзания зависит от устойчивости и величины температур ниже 0°C в первую половину зимы, от толщины снежного покрова, времени его образования и свойств грунта. Под дорогой глубина промерзания грунта больше, чем в поле, где поверхность земли покрыта слоем снега. При соответствующих грунтах и водном режиме дорожного полотна образование пучин связано с глубиной промерзания.

Водно-тепловой режим земляного полотна и, в частности, глубина промерзания грунтов, закономерности их оттаивания и просых-

хания определяют ^ характер планируемых противопучинных мероприятий, организацию и технологию работ по содержанию дорог.

С учетом глубины залегания грунтовых вод, температуры воздуха, количества осадков и испарения, глубины и скорости промерзания грунтов территория Беларуси разделена на 3 района: северный, центральный и южный.

Для обеспечения морозоустойчивости дорожной конструкции, возводимой на земляном полотне из сильно пучинистых и чрезмерно пучинистых грунтов, выделены 6 изолиний, регламентирующих требования к толщине дорожной одежды.

По условиям снегоборьбы и возникновения скользкости территория также разделена на ряд районов, которые необходимо учитывать при проектировании дорог.

Практическое использование метеорологических характеристик при проектировании автомобильных дорог можно проиллюстрировать следующим образом:

1. При проектировании дорог, как отмечалось выше, необходимо не ограничиваться общей характеристикой климата, полученной путем отнесения района пролегания трассы к определенной зоне, а изучить с достаточной подробностью климатические элементы по данным местных метеорологических станций и принимать их во внимание наряду с общими данными для соответствующих дорожно-климатических зон.

2. При проектировании земляного полотна, дорожных одежд и других дорожных сооружений учитываются: общие пого дно-климатические характеристики района, уровень залегания грунтовых вод, высота снежного покрова, глубина промерзания грунтов и др.

3. Для определения объема поверхностного стока, расчетных расходов водотоков и боковых водоотводных канав необходимы данные о годовой сумме осадков и их распределении по месяцам» разделении их на твердые и жидкие; интенсивности, продолжительности и частоте дождей; месячных и годовых суммах осадков различной обеспеченности.

4. Проектирование дорожных одежд, особенно с использованием в качестве материалов для их устройства органо-минеральных смесей, требует знания годового режима температуры воздуха, а

также показателей максимальных, минимальных и среднемесячных температур.

5. Проектирование тепло- и гидроизоляционных прослоек базируется

на учете глубины промерзания фунтов и конструктивных слоев дорожной одежды, их водно-теплового режима, влияния температуры атмосферного воздуха на нагревание поверхности проезжей части,

6. Сила ветра создает дополнительную нагрузку, а поэтому многие несущие конструкции (опоры, пролетные строения мостов, павильоны, малые архитектурные формы и др.) рассчитываются с учетом этой нагрузки.

7. Решение задач о выборе средств защиты автомобильной дороги от снежных заносов связано с учетом снежно-метелевого режима. Следовательно, необходимо изучить режим снегового покрова, начало и конец устойчивого покрова, изменение его толщины по месяцам, частоту и интенсивность метелей и др.

Данные о снеговом покрове необходимы и при проектировании высоты земляного полотна, разработке мероприятий по зимнему содержанию дорог.

8. Проектирование ряда технологических процессов связано с интенсивностью высыхания грунта и различных дорожно-строительных материалов. Поэтому здесь требуются данные об испарении воды, о степени нагревания поверхности и др.

9. Организация изыскательских и строительных работ требует учета продолжительности светового дня, погодных особенностей рассматриваемого периода года.

10. При проектировании автомобильных дорог и системы их эксплуатации учитываются особенности микроклимата, который формируется под воздействием местных природных условий.

Заключение

Учет местных условий и их связь с водно-тепловым режимом зем-полотна позволяет более обоснованно подойти принятию проектных решений. Следовательно, при проектировании дорог необходимо не ограничиваться общей характеристикой климата, полученной путем отнесения района прилегания трассы к соответствующей

зоне, а изучать с достаточной подробностью климатические элементы по данным местных метеорологических станций.

Существенное значение для проектирования дороги имеют следующие климатические элементы:

1. Годовая сумма осадков и их распределение по месяцам; разделение их на твердые и жидкие, интенсивность, продолжительность и частота дождей.

2. Годовой режим температуры воздуха — максимальные, минимальные и средние месячные температуры.

3. Режим формирования снежного покрова; продолжительность его залегания; средние числа начала и конца устойчивого покрова; толщина снежного покрова по месяцам; частота и интенсивность метелей.

4. Сила ветра и его направление, особенно зимой, когда возможны метели и заносы дорог.

5. Глубина промерзания грунта, режим его промерзания и оттаивания.

6. Температура на поверхности покрытия и в его глубине

7. Условия испарения влаги.

Каждый из приведенных климатических элементов имеет свое определенное проектное назначение.

Погодно-климатические факторы определяют время и интенсивность работ по посадке зеленых насаждений, посеву трав, уходу за деревьями и кустарником, которые имеют снегозадерживающее, рекреационное и декоративное назначение.

Зимнее содержание автомобильных дорог зависит от продолжительности зимнего периода, интенсивности снегопадов, высоты снежного покрова, особенностей метелевого режима, направления преобладающих ветров, объема снегопереноса, температуры воздуха и других метеорологических характеристик.

Организация зимнего содержания дорог зависит от установления и схода устойчивого снежного покрова, числа дней без оттепелей, режима метелей. Эти климатические факторы влияют на промерзание и оттаивание дорожного полотна, образование пучин, снегозаносимость дороги, высоту и длительность паводка на реках.

Текущий ремонт автомобильных дорог начинается сразу после схода снега. Однако выполнение различного вида работ требует дифференцированного подхода. Так, устранение ям, выбоин и тре-

щин на асфальтобетонных покрытиях успешно может осуществляться при температуре воздуха более 5 °С и при высохшем покрытии; ликвидация дренажных воронок и ровиков, устранение повреждений земляного полотна, размыв водоотводных каналов, планировка обочин - при соответствующем высыхании грунта.

Список литературы

1. Леонович И.И. Дорожная климатология [Электронный ресурс] : [учебное пособие для вузов по специальности 1-70 03 01 "Автомобильные дороги" и для инженерно-технических работников ДСТ,ДСУ,ДЭУ и других организаций] / Леонович И.И., кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Строительство и эксплуатация дорог" . - Электрон. дан.. - БНТУ, 2007.

Закономерности передачи тепла в атмосфере и дорожных инженерных сооружениях
Васильева Е.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Теплообмен в атмосфере - передача тепла от одних слоев или частей атмосферы к другим. Она происходит путем переноса радиации, путем теплопроводности, преимущественно турбулентной, и при фазовых преобразованиях воды.

Важнейшее значение для развития жизни и формирования экосистем имеет тепловой режим атмосферы. Под ним понимается распределение и непрерывное изменение температур воздуха, определяющихся теплообменом, формирующимся между космическим пространством, атмосферой и поверхностью Земли, взаимодействующей с атмосферой. Различия в свойствах подстилающей поверхности Земли стимулируют разницу в поглощении, накоплении и отражении лучистой энергии различными ее участками, определяют, в совокупности с вращением Земли, общую атмосферную циркуляцию, оказывают решающее влияние на климат, погоду, проявление экстремальных климатических процессов.

Теплообмен в атмосфере

Теплообмен в атмосфере, обмен теплотой, происходящий в атмосфере в горизонтальном и в вертикальном направлениях. Поток тепла направлен от более нагретых областей к менее нагретым, а его интенсивность тем больше, чем больше разность температур. В общем, в тропосфере температура убывает от экватора к полюсам, а на каждой данной широте понижается с возрастанием высоты. Вследствие междуширотного теплообмена атмосфера в тропических и субтропических широтах (в Северном полушарии до 40°) теряет тепло, а в более высоких широтах — получает его. Кроме

того, теплообмен происходит также и в направлении широт вследствие неоднородности тепловых свойств подстилающей поверхности (например, суши и моря). При вертикальном T . в а. поток тепла направлен главным образом вверх от земной поверхности.

Перенос тепла в атмосфере осуществляется: конвекцией (включая адвекцию), то есть горизонтальным и вертикальным переносом воздуха; лучистым теплообменом, теплообменом, обусловленным испарением воды и конденсацией водяного пара, и в незначительной степени молекулярной теплопроводностью.

Горизонтальный конвективный (адвентивный) теплообмен между южным и северным широтами осуществляется меридиональным переносом воздушных масс и составляет около 1019 кал/сут.

Конвективный теплообмен в вертикальном направлении вызывается как упорядоченными вертикальными перемещениями воздуха в областях циклонов и антициклонов, так и турбулентностью. В среднем для Северного полушария вертикальный поток тепла составляет около 50 кал/см \times сут.

Лучистый теплообмен происходит вследствие поглощения и излучения длинноволновой радиации водяным паром, пылью, углекислым газом, облаками и др. газами и аэрозолями атмосферы. В результате лучистого теплообмена, в конечном счете, происходит теплоотдача из атмосферы в мировое пространство; количество отдаваемого тепла составляет в среднем 400 кал/см \times сут.

Потеря тепла в мировое пространство, в общем, уменьшается от низких широт к высоким. Теплообмен, вызванный процессами испарения и конденсации, приводит к переносу тепла с земной поверхности в атмосферу в среднем в количестве около 120 кал/см \times сут. Наибольшее количество тепла этим путём переносится в низких широтах.

Теплообмен в дорожных инженерных сооружениях

В дорожных инженерных сооружениях, в чистом виде, теплообмен наблюдается только в сплошных твердых телах. Теплота передается непосредственно через материал или от одного материала другому при их соприкосновении. Высокой теплопроводностью обладают плотные материалы — металл и железобетон. Воздух имеет низкую теплопроводность. Поэтому через материалы с боль-

шим количеством замкнутых пор, заполненных воздухом, тепло передается плохо.

Теплообмен дорожных сооружений определяется направлением и скоростью ветра. Дорожное полотно, наряду с конвективным теплообменом с наружным воздухом, излучением отдает тепло поверхности земли, через грунт земляного полотна. Влажность способствует повышению теплопроводности: переувлажненный грунт земляного полотна имеет больший коэффициент теплопередачи и обладает худшими теплозащитными характеристиками по сравнению с сухим. Это вызвано тем, что при увлажнении грунта его поры заполняются водой, имеющей высокий коэффициент теплопередачи (приблизительно в 20 раз больший, чем воздух).

Свойства строительных материалов

Первые исследования в области фильтрации жидкостей и газов в грунтовых руслах проведены Дюпюи Ж. По мере развития техники и строительства вопросами фильтрации воздуха стали интересоваться гигиенисты, считавшие пористость строительных материалов одним из основных условий вентиляции.

К первым работам по нахождению зависимости между воздухопроницаемостью и газопроницаемостью строительных материалов следует отнести исследования Горденги и Илькевича К.Я. Последний делает ряд заключений относительно воздухопроницаемости строительных материалов и ее влияния на микроклимат сооружений. В 30 х годах прошлого века Восс В., Райш Е., Брянцев П.А., Клейнкенберг Л.И. проводят ряд исследований по кинетике движения газов в дисперсных материалах и находят зависимость между параметрами воздуха и проницаемостью материалов, а также между водо и воздухопроницаемостью. Брилингом Р.Е., Брянцевым П.А., Васильевым Б.Ф., Галаниным Д.Д., Идашкиным С.И., Максимовым Г.А., Одельским Э.Х., Реттером Э.И., Эгельштейном С.Я. и др. проведены исследования воздухопроницаемости материалов наружных ограждений, перекрытий, влияния инфильтрации на теплотери сооружений и действия ветра на ограждающие конструкции.[1]

В Белорусском политехническом институте с 1950 г. Одельским Э.Х., Солдаткиным М.Т., Каменским В.Г., Шинкевичем Н.И. проводились исследования фильтрационных и влажностных свойств строительных материалов.

Вследствие разности давлений воздушной среды у нагретых поверхностей покрытия и грунта происходит одновременное перемещение компонентов газовой смеси из областей больших в область меньших давлений (фильтрация, воздухопроницание). Фильтрация может быть продольной, внутренней и в зависимости от векторной составляющей воздушного потока делится на инфильтрацию и эксфильтрацию. Разность давлений по обе стороны дорожной одежды возникает в результате действия ветра и вследствие разности температур на покрытии и верхе земляного полотна.

От температуры воздуха зависит ветровое давление. Например, при одной и той же скорости давление ветра при температуре – 30 °С выше на 20 %, чем при 5 °С. Перепад давлений при некоторой разности температур по обе стороны дорожного полотна является величиной одного порядка с ветровым напором, хотя температурный напор более стабильный.

Фильтрация жидкостей и газов в грунтах происходит с малыми скоростями по капиллярно пористым каналам, имеющим чрезвычайно малые поперечные сечения, что обуславливает существенную роль сил трения. Учитывая своеобразный характер потока в пористых средах, многие исследователи оценивали фильтрационное движение газа по характеру кривой, выражающей зависимость между перепадом давления Δp и расходом воздуха V .

Существует взаимосвязь:

$$V = k * H / \delta * F * \tau$$

где V — расход газа, м³;

k — коэффициент фильтрации, характеризующий одновременно фильтрационные свойства газа и пористой среды, м/с;

H — потери напора, м;

δ — толщина слоя материала, м;

F — площадь поперечного сечения материала, м²;

τ — время, с.

Закон фильтрации известен как закон Ланга:

$$G = i * \Delta p / \delta * F * \tau$$

где i – коэффициент воздухопроницаемости, кг/(м·ч·Па);

Δp — перепад давления, Па.

Методы экспериментальных исследований строительных материалов

Методы экспериментальных исследований воздухопроницаемости материалов (грунтов) и дорожно-строительных конструкций делятся на:

- методы, предусматривающие определение времени, в течение которого через материал (грунт) фильтруется известное количество воздуха при постоянном давлении, расход воздуха ограничивается емкостью резервуара;

- натурные исследования, с помощью которых определяется количество воздуха, проходящего через материал (грунт) при постоянном давлении;

- исследования, в которых определяется скорость падения давления в емкости, сообщающейся с обоймой образца (грунта), где имеет место избыточное давление;

- методы, в которых фиксируется количество воздуха, проходящего через материал (грунт) за определенный промежуток времени при переменной разности давлений;

- химические методы.

Кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» БПИ разработана установка, схема которой представлена на рисунке 1. Исследуемый материал 1 помещается в газонепроницаемую обойму, которая через камеру 2 по трубопроводу 4 сообщается с сосудом 3, наполненным водой. При открытии клапана 7 в баке создается разрежение и через испытуемую конструкцию проходит воздух, количество которого определяется по объему воды в баке 6, а разрежение – по микроманометру 5.

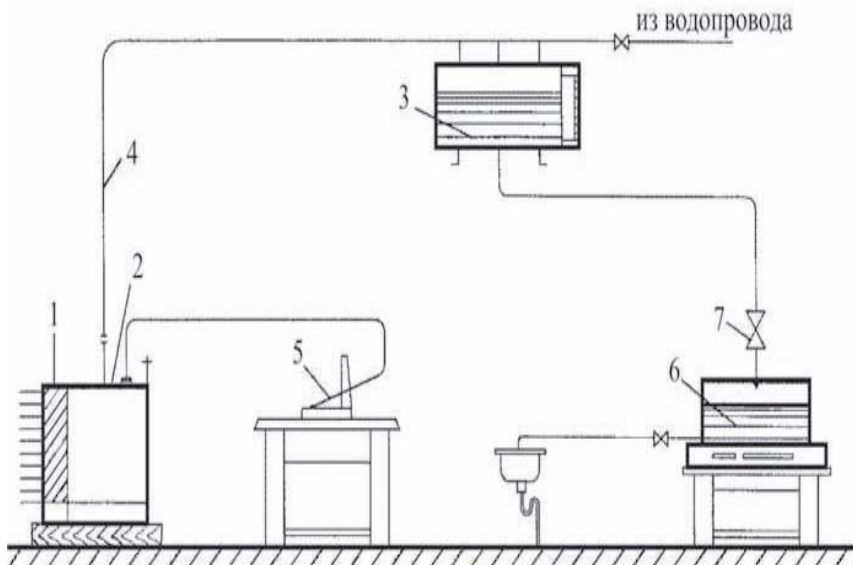


Рис. 1. Схема экспериментальной установки (кафедра ТГВ, БПИ)

Галанин Д.Д. предложил установку (рис. 2), состоящую из газометра 1, перемещающегося по двум направляющим, погруженным в заполненный маслом цилиндр 2. Воздух из газометра по трубопроводу через клапан 6 поступает к образцу 4 в металлической коробке 5. По показаниям манометров и по показаниям расхода воздуха по шкале 3 за определенный интервал времени находится коэффициент воздухопроницаемости.[2]

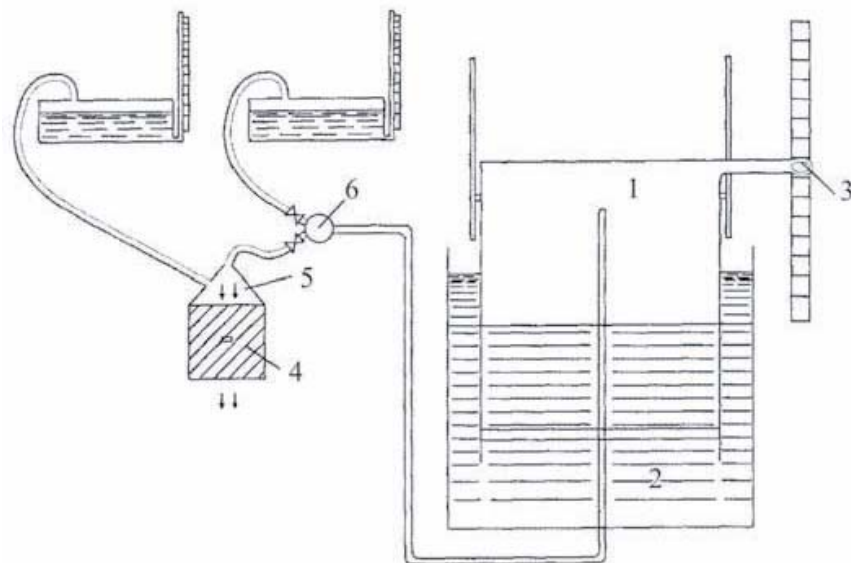


Рис. 2. Схема установки для определения воздухопроницаемости, предложенной Галаниным Д.Д.

Измерения показали, что воздухопроницаемость одних и тех же образцов изменяется с течением времени, так как после изготовления образцов поровое пространство деформируется вследствие процессов гидратации и рекристаллизации. Анализ дифференциальной пористости цементного камня свидетельствует, что у различных материалов наблюдается снижение микро и макропористости во времени, особенно у образцов с более низким водоцементным отношением.

В процессе исследования воздухопроницаемости большое внимание уделялось вопросу послойного распределения влаги в материале. Один и тот же образец в зависимости от распределения влаги обладает различной воздухопроницаемостью, что было подтверждено предварительными экспериментами, а также соответствует данным, полученным Р.Е.Брилингом при испытании ограждений, состоящих из слоев различной плотности.

Заключение

Теплообмен в дорожных конструкциях происходит за счет трех составляющих. Основная часть тепла передается от частицы к частицам за счет теплопроводности (кондукции). Вторая по удельному весу составляющая теплообмена - это тепло фазовых превращений при промерзании-оттаивании, конденсации-испарении, облимации-сублимации. Третья, конвективная составляющая теплообмена незначительная - 2-3 % и ею можно пренебречь.

При быстрых понижениях температур с переходом ниже 0 образуются температурные трещины в дорожной одежде. Интенсивный прогрев солнечными лучами в летний период приводит к повышенной пластичности асфальтобетона, что способствует образованию сдвигов, волн и наплывав на покрытии.

Литература

1. Метеорология и климатология. Ю.Г.Хабутдинов
2. Интернет ресурс www.krugosvet.ru

Влияние отрицательных температур на работу двигателей внутреннего сгорания

Васковская Н. В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

При понижении температуры значительно возрастает вязкость масел, смазок, горючего. От вязкости зависят отвод тепла от рабочих поверхностей, уплотнение зазоров, энергетические потери в двигателе, быстрота запуска двигателя.

Кроме того в бензине при низких температурах происходит выпадение кристаллов льда и обледенение деталей карбюратора. В нем в растворенном состоянии находится несколько сотых долей процента воды. С понижением температуры растворимость воды в бензине падает, и она образует кристаллы льда, которые нарушают подачу бензина в двигатель.

В дизельном топливе при отрицательных температурах происходит образование кристаллов парафиновых углеводов, которые срастаются между собой и забивают топливные фильтры и топливопроводы.

1. Работа двигателя в условиях отрицательных температур

Большие трудности могут возникнуть, если попытаться совершить холодный пуск двигателя, особенно дизеля.

Частота вращения коленчатого вала двигателя при пуске стартером в условиях отрицательных температур окружающего воздуха значительно меньше, чем при пуске в условиях положительных температур окружающего воздуха. Это происходит по двум основным причинам: резко возрастает величина момента сопротивления проворачиванию коленчатого вала; снижаются мощность стартера и создаваемый им крутящий момент. Основной причиной возрастания величины момента сопротивления проворачиванию коленчатого

го вала является повышение вязкости масла под действием отрицательной температуры окружающего воздуха.

масла под действием отрицательной температуры более резко изменяют вязкость и, загустевая в зазорах трущихся пар двигателя, препятствуют проворачиванию коленчатого вала стартером и требуют приложения большего крутящего момента на преодоление сил сопротивления жидкостного трения.

Известно, что моменты сопротивления сил жидкостного трения равны произведениям сил трения на соответствующие плечо действия сил и, следовательно, пропорциональны поверхностям трения. Поэтому в дизельных двигателях, для которых характерны большие по сравнению с карбюраторными двигателями поверхности трения в сочетании с высокими значениями степеней сжатия в цилиндрах, возрастание момента сопротивления более значительно.

При пуске холодного двигателя в условиях отрицательных температур возрастание момента сопротивления, в основном, происходит в подшипниках скольжения коленчатого вала двигателя.

Цилиндро-поршневая группа двигателя в результате некоторого увеличения зазоров под действием отрицательных температур и предварительного стекания масла с трущихся поверхностей после остановки двигателя оказывает меньшее влияние на возрастание величины момента сопротивления.

Уменьшение мощности стартера и частоты вращения его вала при отрицательных температурах окружающего воздуха вызывается падением емкости и снижением напряжения аккумуляторных батарей автомобиля.

Величина падения напряжения аккумуляторной батареи при отрицательных температурах возрастает в результате возрастания силы тока стартера на преодоление повышенных моментов сопротивления проворачиванию коленчатого вала, и в результате повышения сопротивления холодного электролита.

Понижение температуры жидкости в системе охлаждения ухудшает процесс воспламенения и горения в двигателе, что снижает его мощность и увеличивает расход горючего.

На охлажденных стенках цилиндров двигателя конденсируются остатки неиспарившегося горючего, которое смывает слой масла, что приводит к быстрому износу двигателя. Работа двигателя на пониженных тепловых режимах ускоряет процесс нагаро- и лакооб-

разования на деталях камеры сгорания, что может вызвать зависание клапанов, падение компрессии и даже заклинивание поршней в цилиндрах.

К перечисленному следует добавить увеличение потерь мощности двигателя из-за возрастания давления масла в трансмиссии, ухудшение при отрицательных температурах надежности и эффективности работы систем питания, зажигания, пневматической и гидравлической систем. Необходимо учитывать отрицательное влияние низких температур на физико-механические свойства металлов, резины и других материалов.

Кроме того снежный покров увеличивает сопротивления качения автомобиля в 1,5 — 2 раза.

Прогретый двигатель имеет надежный пуск, срок службы его увеличивается. Иногда в зимний период при температурах ниже температур застывания допускается добавлять в дизельное топливо технический керосин в пределах от 10 до 50%. Дизельное топливо и керосин смешиваются непосредственно перед заправкой машины. Но это повышает жесткость работы дизеля, увеличивает нагарообразование и снижает ресурс дорогостоящей топливной аппаратуры.

2. Методы борьбы с влиянием отрицательных температур на работу двигателей внутреннего сгорания

Для улучшения пуска в дизелях с непосредственным впрыском топлива на входе в цилиндр используется подогрев воздуха за счет свечей накаливания, расположенных во впускном коллекторе, и электрофакельного подогревателя. Однако при использовании более одной свечи повышается расход электроэнергии и увеличивается аэродинамическое сопротивление впускного трубопровода. Поэтому их применяют для облегчения пуска дизелей с непосредственным впрыском топлива при температуре не ниже -15°C ; при более низкой температуре окружающей среды – подогрев всасываемого воздуха осуществляется электрофакельным подогревателем.

Одно из достоинств электрофакельного подогревателя – возможность его работы как на дизельном так и на другом топливе. А главным недостатком электрофакельных подогревателей считается то, что водитель не получает информации о наличии факела во впу-

ском трубопроводе в процессе пуска дизеля. Выход из строя свечи нагрева, засорение устройства подачи топлива приведет к отсутствию воспламенения топлива во впускном коллекторе и ухудшению пуска дизеля, однако водитель не будет знать, чем оно вызвано.

При температуре ниже -25°C для облегчения пуска дизеля иногда используют легковоспламеняющиеся жидкости, которые впрыскивают через воздушный коллектор. Применение этих средств для дизельных двигателей нежелательно. Двигатель при таком пуске испытывает сильнейшие нагрузки, появляются трещины на поршнях, быстро изнашиваются вкладыши и другие детали.

При температурах воздуха -25°C и ниже для облегчения пуска в сочетании с электрофакельным устройством применяют предпусковой подогреватель. Предпусковой подогреватель имеет высокую пожароопасность и строго регламентированные условия эксплуатации. Индивидуальные предпусковые подогреватели отличаются по типу теплоносителя, обеспечивающего передачу теплоты двигателю, потребляемому топливу и степени автоматизации рабочего процесса. Подогреватели должны быть пожаробезопасными. Не допускается вылет пламени на выходе газов из котла в установившемся режиме работы, скопление топлива в котле подогревателя как в период розжига котла, так и после его остановки. Система предпускового подогрева двигателя с жидкостным охлаждением должна надежно работать при ее заполнении низкотемпературной жидкостью и водой.

С целью, повышения безотказности работы системы питания дизелей, в условиях низких температур целесообразно использовать систему ультразвуковой обработки топлива.

Для улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива используется кавитационная ультразвуковая обработка. Именно кавитационная обработка жидких топлив наиболее эффективный способ безреагентной модификации топлива

Достоинства ультразвукового генератора:

- отсутствием вращающихся деталей;
- высокая надёжность, малый вес и габариты, высокая производительность, неприхотливость в эксплуатации;
- простота контроля и мониторинга.

Особенности ультразвуковой обработки ДТ:

-улучшается коэффициент фильтруемости на 20%, за счет снижения вязкости;

-снижается предельная температура фильтруемости на холодном фильтре и температура застывания ДТ, за счет обработки парафинов;

-увеличивается цетановое число;

-увеличивается межремонтный период эксплуатации двигателя и топливной системы, за счет снижения содержания примесей;

-снижается температура замерзания летнего ДТ за счет депарафинизации углеводородов;

-снижается расход топлива, за счет предпламенной подготовки топлива путем деполимеризации топлива.

Все исследования, проведенные после процесса ультразвуковой кавитационной обработки, подтвердили глубокие структурные изменения в молекулярном составе углеводородов.

Даже простая деполимеризация любого жидкого топлива уже приравнивается к его активированию, что существенно улучшает полноту сгорания топлива, снижает вредные выбросы, увеличивает экономичность двигателя и длину его межремонтного пробега.

Кроме этого, кавитация сопровождается и частичным разрушением самих молекул, с образованием свободных радикалов, которые еще больше инициируют процессы сгорания. Таким образом облегченный фракционный состав (при том же типе воздушного потока) не только облегчает зимний пуск двигателя, но делает сгорание топлива равномерным и экономичным.

Ультразвуковая кавитационная обработка дизельного топлива с целью повышения его пусковых и низкотемпературных качеств является одним из эффективных способов воздействия на топливо и обеспечивает выполнение возложенных на автомобильную технику задач в суровых климатических условиях при низких температурах.

Применение того или иного вида вспомогательных средств облегчения пуска дизеля зависит от температуры окружающего воздуха, а также от теплового состояния дизеля.

В условиях низких температур перерасход горючего определяется следующими основными причинами: ухудшение теплового режима работы двигателя (до 20%), снежный покров и плохие дорожные условия движения автомобиля (до 10%), увеличение непроизводительного времени работы двигателя при пусках и

прогреве (до 15%), необходимость периодического прогрева двигателя на стоянках автомобиля (до 20 %), снижение КПД трансмиссии (до 15%), применение марок горючего и смазочных материалов, не отвечающих сезонным требованиям эксплуатации (до 15%). Последнее обстоятельство особенно важно, еще и тем, что применение в холодный период летних, а не зимних или всесезонных марок горючего и масел может привести к отказам в работе двигателя и даже к его поломке.

Заключение

Низкая температура воздушного заряда, поступающего в камеру сгорания, рост тепловых потерь двигателя, утечка воздуха из цилиндров и ухудшение процесса смесеобразования в камере сгорания вследствие низкой частоты вращения коленчатого вала двигателя, что, в свою очередь, связано с увеличением вязкости моторного масла и падением емкости аккумуляторной батареи, — все это факты создают условия, при которых пустить двигатель зачастую невозможно. Все отмеченные факты значительно затрудняют в зимний период пуск, прогрев двигателя, трогание автомобиля с места и работу его под нагрузкой.

Время на подготовку к пуску остывшего двигателя зимой в холодной зоне может достигать 1,0 — 1,5 ч. Это вынуждает в период стоянки автомобилей практиковать периодический прогрев двигателей на холостом ходу.

Список литературы

1. Данилин В.Н. Физическая химия тепловых аккумуляторов. Учебное пособие. - Краснодар: изд. КПИ, 1981.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., исправленное. М.: Наука, 1979.
3. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии: Пер. с англ. - М.: Мир, 1987.
4. Суранов Г.И. Предпусковая подготовка двигателя зимой //Автомобильный транспорт. - № 3. - 1987.
5. <http://azbukadvs.ru>

Учет температуры окружающей среды при испытании дорожно-строительных материалов

Гурман Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Наиболее часто используемые в дорожном строительстве связанные дорожно-строительные материалы, как правило, представляют собой сложную многокомпонентную систему. Эта сложность обусловлена, главным образом, особенностями их структуры, а также большой зависимостью свойств от многообразных факторов. Например, асфальтобетон резко меняет свойства в зависимости от температуры. При положительных температурах асфальтобетон обладает свойствами вязко-пластичного материала, а при отрицательных - упругого. Изменение температуры существенно влияет на деформационные свойства асфальтобетона, которыми в основном и определяется его работоспособность в дорожном покрытии. Из-за чувствительности асфальтобетона к температуре, влияние этой переменной окружающей среды будет являться существенным фактором учитываемым при лабораторных испытаниях.

Факторы, влияющие на результаты

Основные факторы, которые с наибольшей вероятностью могут оказывать влияние на прецизионность метода измерений: время, оператор и оборудование, а также условий окружающей среды и перекалибровки оборудования между наблюдениями.

Масштаб изменчивости, вызванной тех или иным фактором, будет зависеть от метода измерений. Например, в случае количественного химического анализа преобладающее влияние могут иметь факторы «оператор» и «время»; таким же образом в случае микроанализа могут доминировать факторы «оборудование» и «условия

окружающей среды», а при измерениях физических свойств - «оборудование» и «калибровка».

Согласно определению условий повторяемости (сходимости) измерения для определения повторяемости должны быть выполнены при неизменных рабочих условиях, т.е. в течение периода выполнения измерений, факторы влияния должны оставаться постоянными. В частности, оборудование не должно подвергаться перекалибровке в промежутке времени между измерениями, если только это не является обязательной частью каждого измерения. На практике измерения в условиях повторяемости должны проводиться в течение как можно менее продолжительного периода времени, чтобы свести к минимуму изменения данных факторов, таких как условия окружающей среды, которым не может быть всегда гарантировано постоянство.

Методы испытания

Физико-механические, технологические и другие свойства, определяют путем испытания установленными методами и с помощью аппаратуры в дорожных лабораториях. При испытании необходимо точное выполнение методики испытаний и применение соответствующей аппаратуры, как этого требуют технические правила и ГОСТы, с тем чтобы получить сопоставимые с требуемыми нормативными документами достоверные данные о материале. В противном случае практически невозможно объективно оценить соответствие свойств материала условиям его работы в дорожных конструкциях и других инженерных сооружениях. Для испытания каменных материалов в лабораторных условиях разработаны и стандартизованы как методы, так и приборы.

Лаборатория в своей деятельности должна использовать методы и процедуры, соответствующие области ее деятельности. Они включают отбор образцов, обращение с ними, транспортирование, хранение и подготовку объектов, подлежащих испытаниям и/или калибровке, и, если уместно, оценку неопределенностей измерений, а также статистические методы анализа данных испытаний и/или калибровки.

В лаборатории должны быть инструкции по использованию и управлению всем соответствующим оборудованием, обращению и подготовке объектов, подлежащих испытаниям и/или калибровке,

или по тому и другому, если отсутствие таких инструкций может подвергнуть сомнению результаты испытаний и/или калибровки. Все инструкции, стандарты, руководства и справочные данные, относящиеся к работе лаборатории, должны актуализироваться и быть доступными для персонала. Отклонения от методов испытаний и калибровки допускаются только при условии их документального оформления, технического обоснования, одобрения и согласия заказчика.

Требования к помещениям и окружающей среде испытательных лабораторий

Лаборатория должна обеспечить, чтобы условия окружающей среды не приводили к недостоверным результатам или не оказывали неблагоприятное воздействие на требуемое качество измерений.. Помещения для проведения испытаний должны быть защищены от воздействия таких факторов, как колебания температуры, пыль, влажность, пар, шум, вибрация, электромагнитные возмущения, и отвечать требованиям применяемых методик испытаний, санитарных норм и правил, требованиям безопасности труда и охраны окружающей среды. Помещения для испытаний должны быть оснащены необходимым оборудованием и источниками энергии и при необходимости устройствами для регулирования условий, в которых проводятся испытания. Для поддержания порядка и чистоты в испытательной лаборатории должны предприниматься профилактические меры.

Условия проведения испытаний и/или калибровки, в частности источники энергии, освещение и окружающая среда, должны быть такими, чтобы обеспечивалось правильное проведение испытаний.

Особое внимание должно быть уделено тем случаям, когда отбор образцов и испытания и/или калибровки проводятся не в стационарных помещениях лаборатории. Технические требования к помещениям и условиям окружающей среды, которые могут оказать влияние на результаты испытаний и калибровки, должны быть документированы.

Лаборатория должна контролировать и регистрировать условия окружающей среды в соответствии с техническими требованиями, методиками и процедурами, если они влияют на качество результа-

тов. Особое внимание следует уделять температуре, а также, например, биологической стерильности, пыли, электромагнитным помехам, радиации, влажности, электроснабжению, уровню шума и вибрации применительно к соответствующей технической деятельности. Испытания и калибровка должны быть прекращены, если условия окружающей среды подвергают опасности результаты испытаний и/или калибровки.

Соседние участки, на которых проводятся несовместимые работы, должны быть надежно изолированы друг от друга. Должны быть приняты меры по предотвращению взаимного влияния.

Использование участков, оказывающих влияние на качество испытаний и/или калибровки, и доступ к ним следует контролировать. Лаборатория должна установить степень контроля на основе конкретных обстоятельств.

Основное исходное предположение, лежащее в основе настоящего стандарта заключается в том, что для стандартного метода измерений повторяемость (сходимость), по крайней мере приблизительно, одинаков для всех лабораторий, применяющих этот метод, так что допустимо установить одно общее среднее стандартное отклонение повторяемости (сходимости), которое будет применимо для любой лаборатории. Тем не менее, любая лаборатория, выполняющая серию измерений в условиях повторяемости (сходимости), может получить оценку своего собственного стандартного отклонения повторяемости для метода измерений и сопоставить ее с общепринятой стандартной величиной.

Заключение

Температура является существенным фактором влияния на данные полученные в лаборатории.

Чтобы измерения осуществлялись по одной и той же процедуре и достигалась достоверность полученных данных, метод измерений должен быть стандартизован. Все измерения, являющиеся частью внутрилабораторного или меж лабораторного эксперимента, должны выполняться в соответствии с таким стандартом.

Испытания должны проводиться за столь короткий интервал времени, насколько это возможно, чтобы свести к минимуму изменения в условиях выполнения измерений, таких как условия окру-

жающей среды, неизменность которых нельзя гарантировать всегда. Измерения, выполняемые в разное время подразумевает измерения, выполняемые в течение длительных интервалов времени, которые могут быть подвержены влияниям изменений окружающей среды.

Лаборатория обязана вести документацию об изменении температуры окружающей среды, если она может исказить получение данных, и учитывать данный показатель при обработке и анализе результатов испытаний.

Список литературы

- 1.Международный стандарт - ISO/IEC 5725:2002 «Точность методов и результатов измерений»
2. Международный стандарт -ISO/IEC 17025:2005 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»

**Поверхностные дорожные явления , обусловленные температурой и влажностью воздуха.
Заскевич И.И.**

Белорусский национальный технический университет

Введение

Автомобильная дорога – сложное инженерное сооружение, работающее в непосредственном контакте с погодно-климатическими факторами. Каждый фактор по своему влияет на состояние дорожной одежды, земляного полотна. Основным условием, определяющим безопасность движения транспортных средств является состояние покрытия. Внешняя среда, а именно температура и влажность воздуха, обуславливают возникновение поверхностных явлений, который оставляют свой след на покрытии автомобильной дороги.

Поверхностные дорожные явления, обусловленные температурой и влажностью воздуха

Наиболее яркие и часто встречающиеся дорожные поверхностные явления, обусловленные влажностью и температурой воздуха являются гололед и гололедица.

Гололед- слой плотного льда, покрывающий поверхность земли, проезжую часть дорог, деревья, провода линии связи и электропередач наземные предметы и сооружения. Образование льда связано с намерзания частиц осадков (переохлаждённой мороси, переохлаждённого дождя, ледяного дождя, ледяной крупы, иногда дождя со снегом) при соприкосновении с поверхностью, имеющей отрицательную температуру или сублимацией водяного пара на охлаждённых до 0 градусов по Цельсию и ниже

поверхностях. Гололед наблюдается при температуре воздуха чаще всего от нуля до -10° (иногда до -15°), а при резком потеплении после периода устойчивых морозов (когда земля и предметы

ещё сохраняют отрицательную температуру) — и при температуре воздуха $-3 \dots +0,5^\circ$.

Нарастание гололеда обычно происходит не менее 1 часа и не более 12-ти. А разрушение идет очень медленно, в основном за счет испарения льда, а при низких температурах этот процесс протекает вяло. Если не вмешается резкая оттепель или сильный ветер, процесс может растянуться до 4-6 суток.

Метеорологи отметили несколько интересных свойств образования гололеда: на проводах, находящихся под напряжением, величина отложившегося льда почти на 30% больше, чем на проводах обесточенных; гололедные отложения усиленно нарастают в направлении, поперечном движению воздушных масс. Если фронт движется с запада, то отложения толще на проводах, расположенных в меридиональном направлении.

Гололед оказывает значительную нагрузку на нижележащую поверхность. Так при площади в 1 м² и толщине 10 см он создает дополнительную нагрузку примерно равную 92 кг. Это существенно увеличивает напряжения в конструкциях инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и тд.). Так в 1998 году в Северной Америке при возникновении аномального гололеда, названного позже Великим, были перекрыты мосты Монреаля из-за опасности превышения допустимой нагрузки.

Гололедица- слой бугристого льда (ледяная корка) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха и почвы (переход к отрицательным значениям температуры).

В отличие от гололёда, гололедица наблюдается только на земной поверхности, чаще всего на дорогах, тротуарах и тропинках. Сохранение образовавшейся гололедицы может продолжаться много дней подряд, пока она не будет покрыта сверху свежеснегившим снежным покровом или не растает полностью в результате интенсивного повышения температуры воздуха и почвы.

Гололедица, как и гололед на поверхности покрытия автомобильной дороги, представляет большую опасность для движения транспортных средств. Основные причины- снижение коэффициента сцепления колеса автомобиля с поверхностью дороги и увеличение коэффициента сопротивления качению.

Также к дорожным поверхностным явлениям можно отнести :

1)"Чёрный лёд" - вид скользкости, образованию которой предшествуют и сопутствуют следующие условия:

- высокая относительная влажность воздуха;
- температура покрытия ниже нуля и ниже точки росы;
- ясная морозная погода (полное отсутствие облачности);
- отсутствие ветра.

В результате радиационного выхолаживания дорожного покрытия до температур ниже 0°C и ниже температуры точки росы водяной пар из воздуха сублимируется, т.е. переходит из газообразного состояния в лед, минуя жидкую фазу воды, на поверхности дорожного покрытия и превращается в очень тонкий и прозрачный слой льда (практически не видимый из кабины транспортного средства).

Образование этого вида скользкости возможно в ночное время при широком диапазоне изменения температуры воздуха и относительной влажности воздуха близкой к 100%. В зимний период такое сочетание метеорологических условий наиболее вероятно в районах, расположенных вблизи водоемов, в горной местности, а также на мостах и путепроводах, которые обладают меньшей тепловой инерционностью, чем дорожное покрытие и имеют более низкую температуру покрытия при радиационном выхолаживании в ночное время.

2)Снежный накат образуется при наличии снега (при снегопадах или метелях) и при уплотнении его на дорожном покрытии. Снежный накат образуется при следующих метеорологических условиях:

- выпадение снега при температуре воздуха от 0 до минус 6°C (в этом диапазоне температур снег имеет повышенную влажность и легко уплотняется);

- выпадение снега при температуре воздуха от минус 6 до минус 10°C и относительной влажности воздуха выше 90%, когда снег имеет достаточную влажность для уплотнения;

- выпадение снега при температуре воздуха от $+2$ до 0°C и высокой интенсивности снегопада (более 0,6 мм/ч в пересчете на воду), при которых снег не успевает растаять на дорожном покрытии и легко уплотняется транспортными средствами.

Заключение

Такие явления как гололед, гололедица, черный лед и снежный накат оказывают прямое влияние на состояние дорожного покрытия и безопасность движения автомобильного транспорта. В период вышеперечисленных процессов повышается аварийность движения, количество ДТП, снижается скорость движения транспортных средств и пропускная способность автомобильной дороги и инженерных сооружений(мостов, путепроводов).С ростом процента автомобильных перевозок снижение скорости движения и пропускной способности дороги сказывается на экономических показателях страны в холодный период года. Поэтому сегодня так необходимо учитывать поверхностные дорожные явления при проектировании транспортных коммуникаций и совершенствовать методы борьбы и прогнозирования зимней скользкости.

Список литературы

- 1)Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/И.И. Леонович.-Мн.:БНТУ,2005.- 485с.
- 2)Интернет источник- <http://files.stroyinf.ru/Data1/57/57598/#i52424>
- 3) Интернет источник-
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%EE%EB%EE%EB%B8%E4>
- 4)Интернет источник-
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%EE%EB%EE%EB%E5%E4%E8%F6%E0>

**Закономерности накопления снега в дорожной полосе отвода
и в притрассовой зоне
Калоша Е.Л.**

Белорусский национальный технический университет

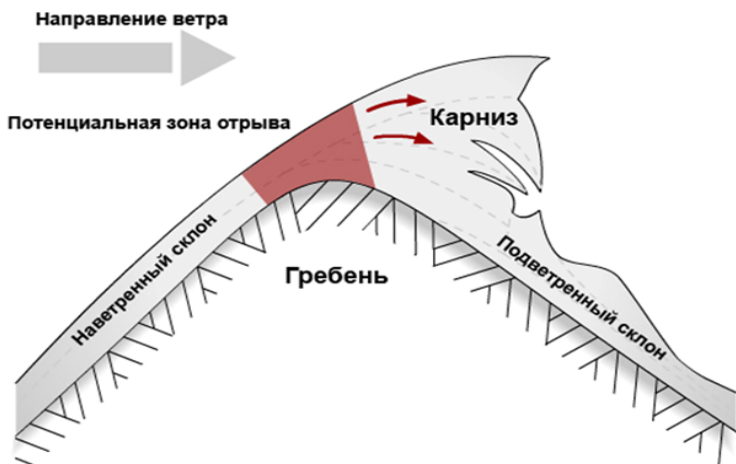
Введение

В реферате рассмотрены закономерности накопления снега на дорогах, мероприятия, проводимые дорожно-эксплуатационными службами, для защиты дорог от снега, от снежных заносов, валов и др, снегозащитные устройства снегозадерживающего действия и целесообразность их использования, правила очистки снега и используемые при этом дорожные машины, условия их рационального использования.

Общие сведения о характере формирования снежного покрова

Снежный покров характеризуется значительной пространственной неоднородностью и изменчивостью. Неоднородность высоты, плотности и строения снежного покрова образуется с самого начала выпадения снега на поверхность склонов, увеличиваясь за счет процессов перекристаллизации, уплотнения и течения снега, и формирования новых слоев снежного покрова.

При выпадений снега без ветра на склонах крутизной менее 50° формируется снежный покров примерно одинаковой высоты, однако толщина покрова при этом на более крутых склонах будет меньше, чем на пологих. На более крутых склонах весь снег не удерживается и часть его скатывается вниз на более пологие участки, что увеличивает неоднородность - снежных отложений. Выпадение снега, сопровождающееся ветром, приводит к тому, что наветренные склоны получают его больше подветренных при скорости ветра до 7-10м/с и наоборот при усилении ветра больше 10м/с.



Существенные перераспределения снега в снежном покрове происходят при низовых метелях, которые часто бывают спустя некоторое время после прекращения снегопада. Ветер поднимает в воздух, ранее выпавший рыхлый снег и переносит его на другое место. Сильный ветер вырывает зерна снега даже с относительно плотного снежного покрова. Частицы снега перемещаются преимущественно перекачиванием и последовательными скачками. При ударах этих частиц о поверхность снежного покрова они выбивают из него новые частицы снега. В результате на поверхности снежного покрова образуется система "застрогов".

При метелевом переносе снега может создаваться очень большая неоднородность снежного покрова вследствие перераспределения ранее отложенного снега, выдувания его на положительных формах рельефа, создания больших надувов в понижениях и образованиях снежных карнизов. На неровной поверхности земли с мелкими формами рельефа метелевый перенос нивелирует неровности и делает их мало заметными на снежном покрове. Вблизи от препятствий снегоперенос вызывает образование сугробов сложной формы. Плотность снежного покрова после низовой метели существенно увеличивается и может достигать 400 кг/м³.

Свежевыпавший снег под действием собственного веса уплотняется. По мере образования новых слоев снежного покрова нагрузка

на предыдущие слои увеличивается, вызывая дополнительное уплотнение.

Наряду с механическим уплотнением в снежном покрове происходят интенсивные процессы изменения структуры зерен снега в результате термодинамической нестабильности поверхности кристаллов и массопереноса.

В течение времени залегания снежного покрова различия в характеристиках соседних слоев могут нарастать или, наоборот, исчезать в зависимости от конкретных термодинамических условий их существования.

Таким образом, снежный покров не является стабильным. Все параметры, характеризующие мощность, строение, плотность, непрерывно меняются.

Мероприятия, проводимые во время зимнего содержания дорог

Вся система мероприятий по зимнему содержанию дорог должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия для движения автомобилей, максимально облегчить и удешевить зимнее содержание. Чтобы обеспечить выполнение этих задач при зимнем содержании, проводят:

- профилактические меры, цель которых не допустить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге; к числу таких мер относится профилактическая обработка покрытия химическими противогололедными материалами;

- защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и препятствуют образованию льда к ним относится применение защит от метелевого переноса (включая работы по снегозащитному озеленению), снежных лавин и наледей;

- меры по удалению снежных и ледяных отложений на дороге и уменьшению их воздействия на автомобильное движение (обработка снега и обледеневшей поверхности дороги материалами повышающими коэффициент сцепления шин с дорогой).

Для каждой дороги должны быть установлены директивные сроки очистки снега и ликвидации гололеда, определяемые на основе технико-экономических расчетов с учетом народнохозяйственного и административного значения дороги интенсивности и состава

движения, погодно-климатических характеристик района проложения дороги и оснащенности дорожно-эксплуатационной службы машинами, оборудованием и материалами для зимнего содержания дорог. Эти сроки должны быть согласованы с местными органами.

Для автомобильных магистралей, дорог общегосударственного значения, дорог с постоянным автобусным движением, с туристским движением или обслуживающих постоянно действующие курорты, а также дорог специального назначения мероприятия по зимнему содержанию проводятся в первую очередь.

В процессе эксплуатации дорожная служба обязана выявлять заносимые места, устанавливать причины снежных заносов, разрабатывать и осуществлять меры уменьшающие или полностью устраняющие заносимость.

Таблица 6.2.

Категория заносимости	Краткая характеристика участка	Очередность ограждения
Сильнозаносимые	Нераскрытые выемки, подветренный откос которых не может вместить снег, приносимый метелями и выпадающий при снегопадах. Все выемки на кривых	Ограждаются в первую очередь
Среднезаносимые	Раскрытые выемки. Полувыемки – полунасыпи. Нулевые места и невысокие насыпи ниже H_n проходящие через населенные пункты в районах с интенсивными общими метелями	Ограждаются во вторую очередь после сильнозаносимых участков
Слабозаносимые	Насипы высотой от H_n до H_n . Пересечения в одном уровне. Насыпи с барьерами безопасности	Ограждаются в третью очередь

Примечания. $H_{\text{н}}$ - расчетная высота снежного покрова в месте, где проложена насыпь, м $H_{\text{н}}$ - высота незаносимой насыпи на данном участке дороги, м.

2. Данные, включенные в табл. 6.2, относятся к заносимым участкам дорог, проложенным по безлесным участкам местности.

3. Незаносимыми в безлесной местности являются насыпи высотой $H_{\text{н}}$ и более, не имеющие барьерных ограждений. а также нераскрытые выемки, подветренный откос которых может вместить все количество снега, отлагающееся при метелях и снегопадах.

4. Участки дорог, проложенные через сплошные лесные массивы, не заносятся при любом поперечном профиле.

Если защита организуется впервые, то на дорогах, проходящих в открытой местности, участки, подлежащие ограждению, определяются с учетом признаков заносимости, указанных в табл. 6.2.

При высоте насыпи, равной или большей руководящей от метки Нч для данной местности, определяемой в соответствии с действующим СНиП 2.05.02-85 „Автомобильные дороги“, она не заносится.

Насыпи, высота которых меньше руководящей отметки $H_{\text{н}}$, могут подвергаться снежным заносам при метелях, и их нужно поднять до незаносимой отметки или оградить защитой.

Выемка не заносится, если все количество снега, отлагающееся при метелях и снегопадах, размещается на подветренном откосе, не выходя на дорожное полотно. Условие незаносимости выемок с крутыми откосами (круче 1:3) выражается следующей зависимостью:

$$W_{\text{от}} \geq W_{\text{н}} + W_{\text{л}} \quad (6.1.)$$

где $W_{\text{от}}$ - снегоемкость откоса и надкюветной части выемки, м³/м; $W_{\text{н}}$ - объем снега попадающего на откос и кювет при снегопадах, м/м; $W_{\text{л}}$ - объем метелевого снега поступающего к выемке с поля, м³/м, выемки с пологими откосами (1:3 и положе; заносятся независимо от того, какую снегоемкость имеет их подветренный откос.

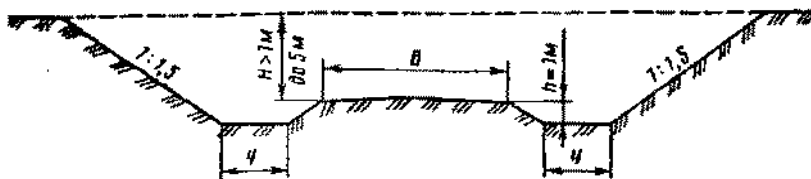


Рис. 6.1. Схема выемки с дополнительной полкой.

Для уменьшения снеготранспорта выемок и улучшения условий движения следует применять следующие меры:

в выемках глубиной от 1 до 5 м дополнительно устраивать полки с крутыми откосами (1:1,5+ 2), шириной не менее 4 м, служащие для проезда роторных снегоочистителей, удаляющих отлагающийся в выемках снег (рис. 6.1). При глубине более 5 м устройство дополнительных полок не требуется. Откосы таких выемок следует делать возможно более крутыми исходя из условий их устойчивости;

производить срезку внутреннего откоса для обеспечения видимости на кривых в плане с учетом снежных отложений (рис. 6.2).

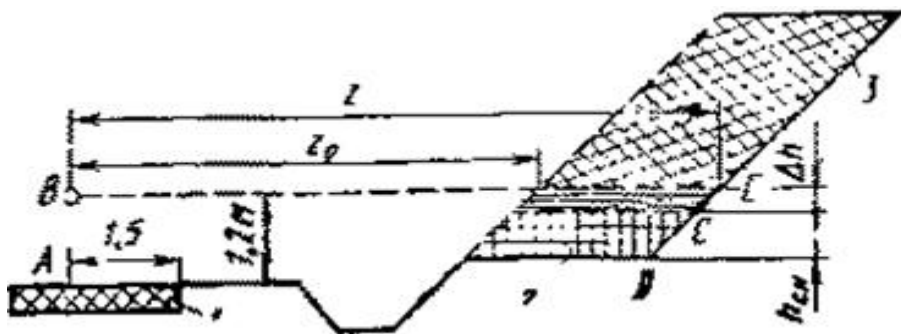


Рис. 6.2. Схема для расчета величины срезки, обеспечивающей видимость в плане с учетом смежных отложений:

1 - проезжая часть; 2 - ожидаемые снежные отложения; 3 - срезка.

Защита дорог от снежных заносов

Защита дорог от снежных заносов осуществляется на заносимых участках дорог с целью предупреждения образования снегоотложений на проезжей части автомобильных

дорог, вызванных метелевым переносом снега.

Защита от снежных заносов не предусматривается:

при расчетном годовом снегоприносе менее 25 м³ на 1 м дороги, расположенной на орошаемых или осушенных землях, пашне, земельных участках, занятых многолетними

плодовыми насаждениями и виноградниками;

при расчетном годовом снегопереносе менее 10 м³ на 1 м дороги, расположенной на остальных землях;

при проложении дорог в насыпях с возвышением бровки земляного полотна над расчетным уровнем снежного покрова на величину, регламентируемую СНиП 2.05.02-85 „Автомобильные дороги“; в выемках, если их снегоемкость больше объема снегоприноса к дороге.

Защита дорог от снежных заносов осуществляется с помощью снегозащитных средств, размещенных на прилегающих к дороге землях. Снегозащитные средства могут

размещаться постоянно или временно (на период зимней эксплуатации).

Для защиты дорог от снежных заносов могут применяться средства снегозащиты: I - снегозадерживающего действия; II - снегопередвигавшего (снеговыдувающего) действия.

К средствам снегозащиты снегозадерживающего действия относятся: снегозащитные лесные полосы; снегозадерживающие заборы; аккумуляционные полки в выемках; переносные щиты; секи из полимерных материалов; снегозащитные устройства из снега, ограждения из местных материалов, условия применения которых указаны в табл. 6.3.

Таблица 6.3.

Снегозащитные устройства снегозадерживающего действия	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика преимуществ и недостатков
--	--	---

Снегозащитные лесные полосы	Применяются для защиты любых снегозаносимых участков с объемом снегоприноса более 25 мм, где это позволяет рельеф местности и почвенно-климатические условия	Надежное и экономичнее средство снегозащиты
Снегозадерживающие заборы	Применяются для защиты сильнозаносимых мест	Обеспечивают надежную защиту дороги. Дорогое средство снегозащиты
Дополнительные (аккумуляционные полки)	Применяются в выемках и полу выемках	Надежное средство защиты
Переносные щиты	Могут применяться в различных условиях, исключая участки с очень интенсивными и продолжительными метелями	Маневренное средство снегозащиты. Требуется ручная работа при изготовлении и эксплуатации
Сетки из полимерных материалов	Применяются, кроме защиты сильнозаносимых участков	Долговечны. Меньшие трудовые затраты, чем при устройстве щитовой защиты
Снегозащитные устройства из снега	Применяются, кроме сильнозаносимых мест по	Работы по устройству защит из снега

	всех случаях, когда снежный покров позволяет их применять	механизированы и отличаются невысокой стоимостью
Каменные стены	Применяются в горных условиях при наличии местного камня	Требуется большой объем ручного труда. Долговечны. Работы по эксплуатации минимальны
Ограждения из местных материалов	Применяются при невозможности использовать другие средства снегозащиты	Требуется ручной труд при изготовлении. Недолговечны

Снегозащитные насаждения - наиболее надежные и экономичные средства снегозащиты. Они должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- их конструкции и размещение должны соответствовать объему приносимого к дороге снега;
- расстояние от посадок до дороги должно быть достаточным, чтобы снежный шлейф не мог выйти на дорогу;
- породно-видовой состав насаждений должен соответствовать местным почвенно-климатическим условиям произрастания и подбираться с учетом снегозащитных свойств деревьев и кустарников, их декоративных свойств и хозяйственной ценности;
- насаждения надо закладывать с минимальным отводом земельной площади и затратами.

Насаждения для защиты автомобильных дорог от снежных заносов создают в виде живых изгородей или лесных полос. Живая изгородь - это густая посадка, формируемая из деревьев или кустарников одной породы. Она имеет небольшое число рядов, чаще всего один - два. Лесная полоса - посадка из нескольких рядов деревьев и кустарниковой опушки. Общее число рядов в лесных полосах на автомобильных дорогах составляет от 4 до 9. В каждой полосе пер-

вый ряд со стороны поля создают из низких кустарников, второй - из высоких, остальные ряды - из древесных пород.

При объемах снегоприноса до 350 и до 500 м³/м рекомендуется применять (соответственно) двух- и трехполосные снегозащитные насаждения с увеличенными межполосными разрывами и расстояниями от дороги.

Древесные и кустарниковые породы для снегозащитных насаждений выбирают с учетом лесорастительных условий, а также биологических, хозяйственных, специфических снегозадерживающих свойств деревьев и кустарников.

Расстояние между рядами деревьев и кустарников в лесной полосе должно быть одинаковым: в благоприятных лесорастительных условиях - 2,5 м, в тяжелых условиях 3...4 м. Расстояние в ряду принимается между деревьями 1-2 м, между кустарниками - 0,5...1 м.

Очистка дорог от снега

Задачи и виды очистки дорог от снега. Очистка от снега должна обеспечивать такое состояние дороги, при котором в максимальной степени удовлетворяются требования непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной скоростью и снижается до минимума объем снежных отложений на проезжей части и обочинах. Время очистки регламентируется ГОСТ Р 50597-93.

Для решения перечисленных задач выполняют следующие основные виды снегоочистительных работ: патрульную очистку, удаление валов, расчистку снегопадных отложений и снежных заносов небольшой толщины, расчистку снежных заносов значительной толщины, лавинных завалов.

Технология очистки дорог от снега. При патрульной очистке дорогу очищают путем систематических проездов (патрулирования) машин по обслуживаемому участку в течение всего времени, пока продолжается метель или снегопад. К патрульной очистке нужно приступить, как только начинается метель или снегопад. Очистку следует вести на возможно большей скорости, что способствует увеличению дальности отбрасывания снега. Учитывая это, используют как плужные автомобильные снегоочистители на базе комби-

нированных дорожных машин и другие машины. При небольшой толщине снежного слоя автомобильные снегоочистители не сдвигают, а отбрасывают снег, распределяя его на полосе шириной 4...5 м. Для удаления снега без образования валов необходимо вести очистку со скоростью не менее 30...35 км/ч.

В зависимости от метелевых условий и ширины дорожного полотна можно применять различные схемы очистки. Можно вести ее как одиночными машинами, так и отрядом снегоочистителей. Применение одиночных машин допустимо в случаях, когда интенсивность метелей и снегопадов невелика (толщина снега, накапливающегося на покрытии за час, не превышает 3...5 см).

При интенсивных метелях и снегопадах, а также на дорогах с интенсивным движением, где опоздание с уборкой может привести к закатыванию снега, работу ведут отрядом снегоочистителей. Преимущество работы отрядом заключается в том, что снег сразу удаляется за пределы дорожного полотна, благодаря чему устраняются препятствия для снеговетрового потока и дорога хорошо продувается.

Схемы снегоочистки выбирают, исходя из минимума перемещения снега и направления ветра при метелях. При работе отрядом одноотвальных снегоочистителей часто снег перемещают от оси дороги к обочинам. Ближнюю к обочине машину снабжают боковым крылом, что увеличивает дальность отбрасывания снега и позволяет разравнивать небольшие валы, если они образуются у края полосы расчистки.

Удаление снежных валов. Обычно их удаляют роторными снегоочистителями или валоразбрасывателями с выносным рабочим органом. Снежные валы часто расположены над кюветом или очень близко к нему, так как полосу расчистки всегда стремятся сделать как можно шире. В этом случае вал сначала сдвигают автогрейдером на проезжую часть, а затем шнекороторным снегоочистителем удаляют его, отбрасывая снег в сторону. В табл. 11.4.1 приведены технические характеристики некоторых моделей шнекороторных снегоочистителей.

Расчистка снежных заносов. Для их расчистки применяют весь комплекс снегоочистительных машин. В начальной стадии образования заносов, когда толщина отложений бывает небольшой (0,2...0,3 м), их расчищают плужными автомобильными снегоочи-

стителами, которые должны работать в комплексе со шнекороторным снегоочистителем, необходимым для удаления валов.

Возможность расчистки дороги во время метели зависит от ряда причин: интенсивности переноса снега, которая иногда столь велика, что полностью отсутствует видимость, числа снегоочистителей, состава снегоочистительного парка. Если видимость позволяет выполнять работы, а снегоочистителей, имеющихся в данном хозяйстве, достаточно для быстрого удаления снега с дороги, расчистку во время метели нужно производить обязательно. Очень важно, чтобы в отряде машин, используемых при расчистке, было достаточное число шнекороторных снегоочистителей для удаления валов, образуемых плужными машинами. Соотношение между шнекороторными и плужными снегоочистителями в зависимости от интенсивности метелей должно быть в пределах от 2:10 до 4:10.

Условия целесообразного применения снегоочистительных машин

Машины	Плотность снега, г/см ³	Высота слоя снега, разрабатываемого за один проход, м	Работы, на которых целесообразно применение машин
Одноотвальные плужные автомобильные снегоочистители	0,3	0,3	Патрульная очистка, расчистка снежных заносов небольшой толщины, уширение полосы, расчистка
Двухотвальные автомобильные плужные снегоочистители	0,4	На коротком участке до 0,6; на длинном до 0,5	Патрульная очистка, расчистка снежных заносов средней толщины, уширение полосы расчистки
Двухотвальные тракторные (колесные и гусеничные) снего-	0,6	1,0	Расчистка снежных заносов средней толщины, уши-

очистители			рение полосы расчистки, разравнивание снежных валов боковым крылом, прокладка снежных траншей
Роторные снегоочистители	0,7	До 1,2-1,5	Расчистка снежных заносов или снегопадных отложений большой толщины. Удаление снежных валов. Расчистка лавинных завалов
Автогрейдеры	0,6	0,5	Расчистка снежных отложениях средней толщины. Разравнивание снежных валов или их удаление совместно с роторными снегоочистителями. Удаление уплотненного слоя снега
Бульдозеры	0,7	1,0	Расчистка снежных отложений большой толщины (в том числе лавинных завалов); при толщине более 1 м - послойными проходами. Удаление уплотненного слоя снега
Валоразбрасыватели	0,6	1,0	Удаление снежных валов (в том

Заключение

В результате рассмотрения реферата было подтверждено, что дорожно-эксплуатационным службам необходимо знать о закономерностях накопления снега на дорогах, чтобы своевременно очищать проезжую часть и притрассовую зону автомобильных дорог, что напрямую влияет на безопасность движения и, соответственно, жизни людей.

Список литературы

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с
2. Интернет-источник: СПРАВОЧНИК ДОРОЖНОГО МАСТЕРА. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог. Учебно-практическое пособие. Москва. Инфра-Инженерия, 2005
<http://www.gostrf.com/Basesdoc/50/50831/index.htm#i2035056>
3. Интернет-источник: Руководство по производству работ дорожным мастером при содержании и ремонте автомобильных дорог.
<http://gendocs.ru/v406>
4. Интернет-источник: Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог.
<http://www.pandia.ru/text/77/122/671-5.php>

Закономерности таяния снега в пределах дорожной полосы Коваль С.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Снег — форма атмосферных осадков, состоящая из мелких кристаллов льда. Относится к обложным осадкам, выпадающим на земную поверхность. В данном реферате мы рассмотрим образование снежных осадков, а главное - закономерности таяния снега, в том числе в пределах дорожной полосы.

Образование снежных осадков

Нагреваемые у земной поверхности воздушные массы насыщаются водяными парами и поднимаются вверх, постепенно при этом охлаждаясь. При определенной температуре влажность воздуха достигает величины предельной насыщенности, и дальнейшее понижение температуры приводит к тому, что воздух становится пересыщенным. Излишки водяных паров конденсируются в виде мельчайших капель, которые в зависимости от конкретных термодинамических условий могут исчезать, расти или замерзать и превращаться в кристаллики льда.[1]

Зародыши кристаллов льда растут вследствие конденсации на их поверхности паров воды из окружающего воздуха и замерзания этой влаги. Скорость роста кристаллов тем большая, чем ниже температура облака, в котором зарождаются эти кристаллы. Утяжеленные кристаллы льда начинают падать и при этом обрастают дополнительным слоем льда, образующимся из капель воды, которые они встречают на своем пути.

Кристаллы образующегося в атмосфере льда весьма разнообразны по своей форме:

иглы, призмы, пирамиды, столбики, пластинки, звездочки и комбинированные фигуры. Опускаясь вниз, они претерпевают большие изменения, могут расплавляться и превращаться в капельки тумана

или увеличиваться и превращаться в снежинки, ледяную крупу или град, выпадающие на поверхность земли в виде твердых осадков.

Форма и размеры достигающих земной поверхности частиц твердых осадков зависят от термодинамических условий зарождения и роста кристаллов льда в атмосфере и температуры приземных слоев воздуха.

В количественном отношении среди выпадающего снега преобладают пластинчатые и звездчатые снежинки. Размер снежинок тем больше, чем выше температура приземного слоя воздуха. В безветренную погоду при температуре около 0° снежинки во время падения могут соединяться и выпадать в виде крупных хлопьев. При сильном ветре, сталкиваясь в воздухе, они крошатся и выпадают в виде обломков.

Термический режим и таяние снежного покрова

Как тает снег? Для выяснения этого, казалось бы, простого вопроса от ученых потребовалось немало усилий. Очень уж разнообразны физические свойства самого снежного покрова, а главное, условия его таяния. Сначала начинает таять снег на склонах южной экспозиции, затем на ровной местности, далее на северных склонах, в балках, оврагах, наконец, в лесах. В лесах средней густоты снег исчезает позже, чем в полях: на 6--8 дней в южных районах и на 15--20 дней - в северных.

Процесс снеготаяния начинается задолго до наступления положительной температуры воздуха. Проникающая в толщу снега солнечная радиация способствует обтаиванию частиц снега в поверхностном слое. Вследствие неоднократного замерзания ночью и таяния днем снег превращается в массу бесформенных ледяных зерен, сначала мелких, а затем и более крупных. В дальнейшем кристаллы снега приобретают округлую форму.[2]

На первых порах снег лишь насыщается талой водой. Водоотдача из него начинается только после того, как растает 15--20 % снеготопливных запасов. В последующем, когда плотность снега достигнет $0,32--0,34$ г/см³, разница между интенсивностью снеготаяния и водоотдачи становится небольшой. Обычно основная масса снега стает при средней суточной температуре воздуха $3--5^{\circ}$ С, но бывает, что и

при температуре 12--15° С, когда дневная температура достигает 20--25° С, как, например, было в 1979 г. в бассейне р. Вятки.

Интенсивность снеготаяния и водоотдачи в отдельной точке можно рассчитать довольно точно методом теплового баланса.

Коэффициент стаивания - величина более или менее правильная лишь в целом для всего периода снеготаяния. Для каждого же конкретного дня его значение зависит от типа погоды (солнечная или пасмурная, ветреная или безветренная), от структуры снега (мелко- или крупнозернистый) и пр. Особенно сильное влияние оказывают на него дожди. Благодаря механическому воздействию капли дождя разрушают снежные капилляры и внутриснежные перегородки. Содержащаяся в снеге капиллярная и пленочная вода переходит в гравитационную и быстро стекает вниз. В дождливые дни интенсивность снеготаяния возрастает в 1,2--1,4 раза. Определенную роль играет и ветер, который не дает застаиваться холодному воздуху в низинах, а главное, в лесах.

Снеготаяние в зависимости от характера весны может быть радиационным и адвентивным. Радиационное снеготаяние происходит днем при ясной погоде за счет поглощения солнечной радиации. Оно начинается несколько позже восхода солнца и заканчивается несколько раньше его захода. Максимум снеготаяния наблюдается обычно с 12 до 16 ч. В средней полосе снеготаяние обычно наблюдается в течение одной-трех недель, в случае похолодания оно растягивается до полутора месяцев.

Адвентивное снеготаяние происходит при пасмурной погоде за счет притока теплых воздушных масс. Этот процесс часто усиливается выпадением жидких осадков и может продолжаться круглые сутки. Роль адвентивного снеготаяния понижается с продвижением с запада на восток по мере увеличения континентальности климата. Таяние снега происходит в две стадии: днем талая вода скапливается в крупных порах и движется вниз, оплавливая кристаллы снега; ночью же замерзает. Это явление повторяется много раз и приводит к перекристаллизации снега.

Кристаллы становятся крупнее, приобретают зернистую форму; расстояние между ними увеличивается. С каждым днем в снеге накапливается все больше воды, а каналы внутри снежной толщи становятся все шире. Этот период снеготаяния называется фазой аккумуляции. Она занимает примерно одну треть всего периода снего-

таяния. При дальнейшем таянии снега вода уже не в состоянии удерживаться в его толще и начинает стекать. Так начинается вторая фаза- фаза отекаания. В толще снега устанавливается нулевая температура. Плотность снега повышается от 0,1-0,2 г/см³ (до снеготаяния) до 0,3-0,4 г/см³.

В начале снеготаяния шероховатость каналов в толще снега, по которым течет талая вода, очень велика, поэтому скорость отекаания мала, а режим течения бывает, ламинарным и переходным от ламинарного к турбулентному. В дальнейшем, по мере увеличения интенсивности снеготаяния, движение все более турбулизируется.[3]

Термический режим снежного покрова определяется преимущественно теплообменом на поверхности и в меньшей степени между почвой и снегом.

В осенне-зимний период из почвы в снежный покров поступает тепло в виде кондуктивного потока за счет охлаждения и промерзания почвы и геотермического потока, возможна также миграция водяного пара из почвы в снежный покров. В период таяния, когда температура снежной толщи приближается к 0 ° возможно изменение направления потока - тепло будет поступать из снега в почву и расходоваться на повышение температуры верхнего слоя мерзлой почвы под снегом.

Величина потока тепла на поверхности снежного покрова определяется элементами радиационного баланса, турбулентным теплообменом, испарением или конденсацией, выпадением жидких осадков. Интенсивность потока непостоянная и может изменяться в широких пределах даже в течение одних суток, возможно также изменение направления потока.

Большое количество энергии поступает к поверхности снежного покрова в виде прямой и рассеянной солнечной радиации, однако лишь небольшая ее часть поглощается снегом, а остальная отражается от поверхности снега. Альbedo снежного покрова (отношение количества отраженной радиации к количеству падающей на поверхность снега радиации) изменяется в зависимости от структуры, влажности и загрязненности снега. Для свежевывавшего снега альbedo составляет от 0,95 до 0,80. Это значит, что снежный покров может получать лишь от 5 до 20% поступающей радиации. Альbedo поверхности сухого переметенного снега колеблется от 0,80 до 0,65. Альbedo снижается по мере увлажнения снега, особенно в период

его таяния. Альbedo средне- и крупнозернистого тающего снега порядка 0,60- 0,40, а у загрязненного снега с водой может уменьшаться до 0,20.

Количество поступающей прямой солнечной радиации зависит от ориентации и крутизны склонов, соответственно наблюдаются большие различия термического режима снежного покрова на разных склонах.

Снег плохо пропускает радиацию, поэтому проникающая в снег часть солнечной энергии поглощается верхним слоем снежного покрова толщиной в несколько десятков сантиметров. Верхний (10 см) слой поглощает до 90% радиации. Под действием проникающей радиации может возникать парниковый эффект снеготаяния при отрицательной температуре воздуха, когда на поверхности снежного покрова образуется тонкая ледяная корка, а под ней происходит частичное оплавление кристаллов.

Много тепла снежный покров теряет в виде длинноволновой радиации. Определенную роль играют также элементы радиационного баланса, учитывающие обратную радиацию от облаков и атмосферы. Сочетание прихода тепла за счет проникающей радиации и потери путем длинноволновой радиации приводит к тому, что в ночное время радиационный баланс чаще всего имеет отрицательное значение и соответственно поток тепла направлен из снежного покрова в атмосферу, а в дневные часы наоборот.

Турбулентный теплообмен обуславливается разностью температуры воздуха и поверхности снега. Когда температура воздуха выше температуры поверхности снега, тепло от воздуха передается в снег. Если же воздух холоднее снега, то тепло поступает из снега в воздух. Интенсивность турбулентного теплообмена увеличивается по мере увеличения разности температуры поверхности снега и воздушных масс и роста скорости движения воздуха над снежным покровом.

Турбулентный теплообмен может сопровождаться выносом водных паров из толщи снега, возгонкой снега и испарением водных пленок. При определенных условиях происходит сублимация содержащихся в воздухе водяных паров на поверхности снега в виде инея.

Наиболее благоприятные условия для его образования появляются в ясные холодные ночи без сильного ветра при поступлении масс влажного воздуха.

Суточные изменения температуры поверхностного слоя распространяются в снежный покров до 50 см, причем амплитуда колебаний температуры быстро уменьшается с глубиной, а температурный градиент в этой зоне может изменять направление.

На склонах и откосах земляного полотна наблюдается сильно выраженная пространственная неоднородность температурного режима снежной толщи. Даже при одинаковых температурных условиях на поверхности снежного покрова и одинаковой его высоте градиент температуры будет больше на крутых склонах, где меньше толщина покрова. Различия температурного градиента в свою очередь обуславливают различия в интенсивности процессов температуроградиентного метаморфизма.

Таяние снежного покрова начинается в приповерхностном слое за счет проникающей радиации или на поверхности за счет турбулентного теплообмена при температуре воздуха выше 0° , образовавшаяся при этом свободная вода просачивается вниз. Если средние слои снежного покрова имеют отрицательную температуру, то просачивающаяся вода замерзает в виде линз льда.

По мере усиления таяния снега зона фильтрации воды увеличивается, температура снега в ней повышается до 0° и в снеге образуются постепенно расширяющиеся микроканалы для стока воды. При наличии в снежном покрове ледяной корки вода, достигнув этой корки, может стекать далее по ней или фильтровать по нижнему слою толщи снега и образовывать подснежные каналы стока.

Фильтрация воды снижает прочность снега и является одной из причин образования лавин из мокрого снега и водоснежных потоков.

Одним из следствий снеготаяния является гололедица — слой бугристого льда (ледяная корка) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха и почвы (переход к отрицательным значениям температуры).

В отличие от гололёда, гололедица наблюдается только на земной поверхности, чаще всего на дорогах, тротуарах и тропинках. Сохранение образовавшейся гололедицы может продолжаться мно-

го дней подряд, пока она не будет покрыта сверху свежес выпавшим снежным покровом или не растает полностью в результате интенсивного повышения температуры воздуха и почвы.

Снеготаяние на городских улицах и дорогах

В последние годы особую актуальность приобрела проблема уборки и удаления снега с городских улиц и проездов. Из-за значительной загрязненности снега, выпадающего на городских территориях, сброс его в городские водоемы запрещен по экологическим требованиям. Вывоз снега за пределы города на специально подготовленные полигоны экологически неприемлем.

Фоновым загрязнением снега являются пылевые загрязнения, неравномерно осаждающиеся в зависимости от уровня загрязненности атмосферы и направления господствующих ветров. Осевшие частицы пыли во время оттепелей и весеннего снеготаяния смываются в водные объекты. Величина пылевого загрязнения является умеренной и не слишком загрязняет почву и воды.

Локальные загрязнения снега связаны с накоплением загрязняющих веществ при несвоевременной уборке мусора в местах его интенсивного образования (рынки и т.д.). Весной эти скопления медленно тают, интенсивно загрязняя почву и воду на локально ограниченных участках.

Наиболее значительными и опасными являются загрязнения снега на дорогах, где, как показывают измерения, снег загрязняется противогололедными реагентами и особенно сильно, имеющими высокую токсичность, нефтепродуктами. Именно эти загрязнения оказывают дестабилизирующее влияние на водные экосистемы, делая их опасными для человека.

Сильное влияние загрязнений, убираемого с дорог снега на экологическую обстановку, связано с огромными площадями дорог в территориальном балансе города. Загрязнение снега нефтепродуктами вызывается интенсивным движением транспорта и морозным выветриванием асфальтовых покрытий при воздействии противогололедных смесей и отсутствии постоянного снежного покрова (большое количество ежегодных циклов замораживания и оттаивания, намного превышающее морозостойкость покрытия).

Продукты выветривания асфальта осаждаются на дне водотоков и водоемов, вызывая отравление токсикантами всей трофической цепи экосистемы.

Снижение загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами до уровня требований санитарных норм по воде предусматривает уменьшение уровня концентрации нефтепродуктов в стекающей с территории города воде примерно втрое (до 0,3 мг/л).

В этой связи экономически наиболее приемлемым вариантом решения этой проблемы является использование транспортирующей способности самотечных канализационных коллекторов, которое возможно по следующим направлениям: зимнее депонирование снега на «сухих» снегосвалках; сброс снега в снегосплавные камеры с последующим отводом талой воды в канализационную сеть.

Размещение «сухих» снегосплавов возможно на свободных или резервных городских территориях. «Сухая» снегосвалка располагается на железобетонном водонепроницаемом основании.

При весеннем таянии накопленного за зимний период снега, талая вода по сборному каналу отводится на очистные сооружения, возможная схема которых также приведена на этом рисунке. После локальной очистки талые воды сбрасываются в городскую канализацию и поступают на городские очистные сооружения.

С экологической точки зрения данная схема удаления снега наиболее предпочтительна (вариант полураздельной системы водоотведения), однако ее реализация обусловлена наличием достаточного количества свободных городских территорий для размещения «сухих» снегосвалок.[4]

Для размещения снегосплавных камер на канализационных сетях требуется значительно меньшая свободная городская территория;

Конструкция снегосплавной камеры предусматривает растапливание сточной водой сбрасываемого снега в течение всего зимнего периода уборки и вывоза снега. Выделяющиеся из снега мусор и песок предусматривается улавливать в специальных отделениях. Отвод талой воды осуществляется через городскую канализационную сеть на очистные сооружения.

Наиболее приемлемым решением проблемы удаления снега, вывозимого с убираемых городских территорий, является сочетание «сухих» снегосвалок и снегосплавных камер.

Заключение

В данном реферате мы подробно рассмотрели такой вид твердых осадков как снег, рассмотрели закономерности его таяния, а также мероприятия по борьбе с талыми водами. И Для начала мы осветили тему формирования снежного покрова и его метаморфизм, так как от этих показателей зависит то, как в будущем будет таять снег. Затем мы рассмотрели в мельчайших подробностях непосредственно процесс таяния снежного покрова, выяснили, что оно осуществляется не только за счет положительной температуры. Заключительная часть реферата посвящена вопросу зимнего содержания дорог, так как снег и его таяние напрямую касаются этого вопроса в сфере эксплуатации дороги, а также рассмотрели процесс снеготаяния на городских улицах и дорогах.

Список литературы

1. Красс М.С., Мерзликин В.Г. Радиационная теплофизика снега и льда Л.: Гидрометеиздат, 1990
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/И.И. Леонович.-Мн.:БНТУ,2005.- 485с.
3. Интернет источник- <http://files.stroyinf.ru/Data1/57/57598/#i52424>
- 4.Интернет источник- <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%EE%EB%EE%EB%B8%E4>

**Закономерности промерзания грунтов, дорожных одежд и
земляного полотна**
Козлова К.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Важнейшим источником увлажнения и климатическими факторами, влияющими на водно-тепловой режим, являются атмосферные участки, испарение, амплитуда и быстрота колебаний температуры воздуха и почвы, продолжительность морозного периода, направление и скорость ветра, мощность снежного покрова, глубина промерзания грунта, миграция воды застаивающаяся в боковых канавах, затрудненный поверхностный сток и вода, поступающая от грунтовых вод

Глубина промерзания грунта земляного полотна

Промерзание грунтов – это переход грунта из одного состояния в другое с резким изменением его физико-механических свойств. Это сложный процесс, протекающий по-разному для различных видов грунтов. Все грунты по особенностям их промерзания в природных условиях подразделяются на три основные группы:

I – суглинки и глины;

II – супеси, мелкие и пылеватые пески;

III – средние пески, крупнозернистые и крупнообломочные грунты.

Глубина и характер промерзания грунтов зависят от температуры воздуха, высоты снежного покрова, растительности, типа грунта, степени увлажнения его и ряда других метеорологических факторов.

По данным наблюдений, глубина проникновения нулевой изотермы при одинаковой сумме отрицательных среднесуточных температур воздуха (635 градусо-дней) для различных типов грунтов разная: для суглинков – 135 см; мелких и пылеватых песков – 139 см; крупнообломочных грунтов – 177 см. Неодинаковы также глу-

бина проникновения отрицательной температуры в грунт и температура замерзания грунтов. Крупнообломочные грунты замерзают при температуре, близкой к 0°C , с образованием заметной границы между талым и мерзлым грунтами. При промерзании мелкодисперсных грунтов образуется зона промерзания (слой, в котором происходят фазовые превращения воды), разделяющая полностью промерзший и талый грунты.

Температура замерзания мелкодисперсных грунтов более низкая, чем у крупнообломочных грунтов. Это связано с тем, что мелкозернистые грунты имеют мелкие поры и повышенное количество связанной воды, которая замерзает при значительно низшей температуре, чем свободная вода.

Грунтовая вода обычно является связанной, плотность ее более единицы, содержит, как правило, растворимые соли, взвешенные частицы, испытывает большое давление со стороны защемленного воздуха, имеет меньшую степень подвижности, чем вода, находящаяся в свободном состоянии. Совокупность указанных свойств как раз и понижает температуру замерзания грунтовой влаги, а вместе с ней и самого грунта. Установлено, что все грунты замерзают при температуре ниже 0°C . Существенное влияние на это оказывают вид грунта, его влажность и продолжительность действия отрицательной температуры.

Например, глинистый грунт с влажностью 30 % замерзает при температуре от минус $1,0^{\circ}\text{C}$ до минус $2,0^{\circ}\text{C}$, а песок с 10 %-ной влажностью – при температуре минус $0,5^{\circ}\text{C}$. Это говорит о том, что глубина промерзания грунтов зависит не только от вида грунта, но и от его влажности. Чем выше температуропроводность грунта, тем больше глубина его промерзания. Влажность грунта в начальный момент способствует промерзанию, так как увеличивает теплопроводность, а в дальнейшем процесс замедляется. Это связано с тем, что при замерзании воды выделяется теплота льдообразования, поэтому скорость и глубина промерзания более влажного грунта будут меньше, чем грунта с меньшей влажностью.

Для условий Беларуси средняя скорость промерзания грунтов составляет $1,3\text{--}2,1$ см/сут, а оттаивания – $2,3\text{--}4,0$ см/сут и зависит от типа грунта и степени его уплотнения. Так, песчаные грунты обладают малой поверхностной энергией. Они промерзают без образования ледяных линз. Пылеватые грунты обладают значительной

поверхностной энергией и небольшим сопротивлением подъему воды, поэтому в них происходит интенсивное накопление влаги с образованием ледяных линз при промерзании. Глинистые грунты обладают огромной поверхностной энергией и большим сопротивлением перемещению воды в порах, поэтому скорость перемещения в них небольшая. При отрицательных температурах они не успевают промерзнуть быстрее, чем вода поднимается в активную зону.

На глубину промерзания влияет многообразие факторов, которые целесообразно разделить на две группы.

К *первой* группе относятся факторы зонального характера (рельеф местности, тип грунта и др.), величина которых почти не изменяется во времени.

Во *вторую* группу входят факторы, существенно изменяющиеся во времени. К ним относятся: сумма отрицательной температуры воздуха, продолжительность и интенсивность действия отрицательной температуры, высота снежного покрова, залегание уровня грунтовых вод, влажность грунта и др. Указанные факторы не только трудно определяемые, но некоторые из них не поддаются учету, поэтому и результаты, полученные предлагаемыми способами, различные (таблица 1).

Из таблицы 1 видно, что глубина промерзания, определенная по формулам для одной и той же местности (г. Минск), для одного и того же типа грунта, неодинакова, а колеблется в широких пределах. Разность между максимальной и минимальной глубинами промерзания составляет более 50 %. Это можно объяснить тем, что формулы учитывают действие не всех, а только некоторых факторов. Учесть существенное влияние большого числа факторов на глубину промерзания, по мнению авторов, можно, используя методы математической статистики для обработки данных натурных наблюдений.

Обоснование и выбор метода определения глубины промерзания грунтов

Из анализа работ по определению глубины промерзания грунтов следует, что она в основном зависит от климатических, гидрологических, грунтовых и других природных условий, которые варьируются в широких пределах, поэтому и глубина промерзания не остается постоянной, а изменяется из года в год. В связи с этим, авторы

считают, что глубину промерзания грунтов можно рассматривать как случайную величину, и для ее определения применять вероятностные методы.

Применение теории вероятностей к определению глубины промерзания грунтов основано на известной центральной предельной теореме теории вероятностей. Исследованиями авторов статьи установлено, что глубина промерзания грунтов подчиняется нормальному закону распределения, который вполне может быть применен для ее определения. С помощью кривых распределения (обеспеченности) можно определить глубину промерзания грунтов любой заданной обеспеченности в пределах данного периода наблюдений.

В практике ряды наблюдений (на метеорологических станциях) за глубиной промерзания грунтов бывают короткими и не дают возможности построить надежную кривую распределения (для Беларуси ряды наблюдений составляют 20–30 лет). В связи с этим, разными авторами разработаны теоретические кривые распределения, с помощью которых можно определить величину редкой повторяемости, выходящую за пределы ряда наблюдений. К ним относят: биномиальную кривую распределения С. И. Рыбкина, трехпараметрическое Г-распределение С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля и двойное. Сравнительные данные фактических глубин промерзания грунтов и теоретических, определенных по указанным кривым распределения, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение фактической максимальной глубины промерзания с глубиной промерзания, определенной по трем типам распределения

Процент обеспеченности	Фактическая глубина промерзания, см	Глубина промерзания грунтов, см, при типах распределения		
		Биномиальное С. И. Рыбкина ($C_s = 2C_v$)	Трехпараметрическое Г-распределение С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля	Двойное экспоненциальное Э. Гумбеля

1	–	152	149	179
3	–	132	132	150
5	139	123	122	136
10	118	110	109	118
20	91	94	95	98
50	65	69	70	68
99	–	24	23	19

Таким образом, данные таблицы 1 подтверждают, что для определения глубины промерзания грунтов могут быть использованы указанные типы распределений и применены методы математической статистики.

Определение глубины промерзания грунтов статистическим методом

Методика определения глубины промерзания грунтов статистическим методом заключается в обработке статистических данных по глубине промерзания грунтов, которые систематически ведутся на метеостанциях. Полученные наблюдения за глубиной промерзания на метеостанциях в обобщенном виде учитывают все факторы, влияющее на промерзание грунтов. В зависимости от наличия фактических данных о глубине промерзания может быть два случая, а, следовательно, и два разных подхода к определению глубины промерзания грунтов заданной обеспеченности.

Первый случай – данные наблюдений за глубиной промерзания грунта имеются, то есть в данном конкретном районе проводились наблюдения за глубиной промерзания не менее чем 10 лет.

Второй случай – данные наблюдений за глубиной промерзания в данном районе отсутствуют (наиболее распространенный случай в дорожном строительстве).

Определение расчетной глубины промерзания грунтов при наличии данных многолетних наблюдений

Порядок расчета глубины промерзания грунтов при наличии многолетних данных будет следующим.

1. При наличии данных наблюдений за глубиной промерзания грунтов, проводимых на метеостанциях, составляется статистиче-

ский ряд максимальных глубин промерзания грунтов за каждый год в убывающем порядке.

2. Вычисляется средняя арифметическая величина ряда, то есть средняя глубина промерзания, по формуле

$$Z_{\text{ср}} = \frac{\sum Z_i}{n}, \quad (1)$$

где $\sum Z_i$ – суммарная глубина промерзания грунта за n лет;
 n – число лет наблюдений.

3. Определяют модульные коэффициенты для каждого года наблюдения:

$$k_i = \frac{Z_i}{Z_{\text{ср}}}, \quad (2)$$

где Z_i – глубина промерзания грунта i -го года.

4. Определяют коэффициент вариации C_v по формуле

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n - 1}}. \quad (3)$$

5. Вычисляют коэффициент асимметрии C_s (если число лет наблюдений более 50) по формуле

$$C_s = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^3}{(n - 1) \cdot C_v^3}}. \quad (4)$$

Если число лет наблюдений менее 50, тогда:

$$C_s = 2C_v. \quad (5)$$

6. По вычисленным коэффициентам вариации C_v и асимметрии C_s и при заданном проценте обеспеченности по таблицам С. И. Рыбкина (биномиальная кривая распределения) при $C_s = 2C_v$ или С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля (трехпараметрическое Γ -распределение) при $C_s = 2C_v$ определяется модульный коэффициент k_s . Для двойного экспоненциального распределения модульный коэффициент k_s определяется по формуле

$$k_s = 1 \pm C_v \cdot \left(\frac{y - \bar{y}_n}{\sigma_n} \right), \quad (5)$$

где y – действительное отклонение, то есть обратная функция $y = \ln(-\ln F)$, значение это приведено в таблице IX Н. В. Смирнова и Дунина-Барковского;

\bar{y}_n, s_n – среднее и стандартное отклонения; находятся в зависимости от числа лет наблюдений.

Модульный коэффициент k_s может быть определен по номограмме рис.

1

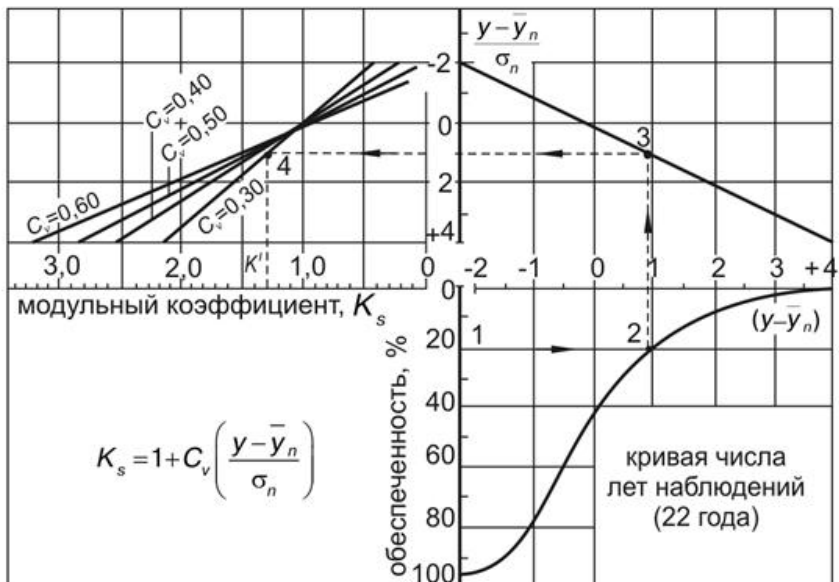


Рис. 1. Номограмма для определения модульного коэффициента k_s

7. Максимальная глубина промерзания грунта под снежным покровом заданной обеспеченности определяется по формуле

$$Z = k_s \cdot Z_{r.n.} \quad (6)$$

8. Максимальная глубина промерзания грунта земляного полотна заданной обеспеченности определяется из выражения

$$Z = k_n \cdot k_{\text{сн}} \cdot Z_0 \quad (7)$$

где k_n – коэффициент перехода от глубины промерзания грунта под снегом к глубине промерзания его без снега.

Заданную обеспеченность для дорог общего пользования рекомендуется принимать для дорог категорий:

I – 1 %;

II – 2 %;

III – 5 %;

IV – 10 %;

V – 20 %.

Коэффициент перехода k_n – принимать соответственно для категорий:

I – $k_n = 2,00$;

II – $k_n = 1,90$;

III – $k_n = 1,80$;

IV – $k_n = 1,75$;

V – $k_n = 1,70$.

Определение глубины промерзания грунтов по второму способу

В основу этого метода положены карты изолиний средней максимальной глубины промерзания грунтов и коэффициента вариации (рис. 2 и 3), которые составлены для Республики Беларусь и Европейской части СНГ.

Порядок расчета следующий.

1. По карте изолиний (см. рис. 2) находят средняя максимальная глубина промерзания грунта под снегом $Z_{\text{ср}}$, а по карте изолиний (см. рис. 3) – коэффициент вариации C_v .

2. По формуле (4) определяют коэффициент асимметрии C_s .

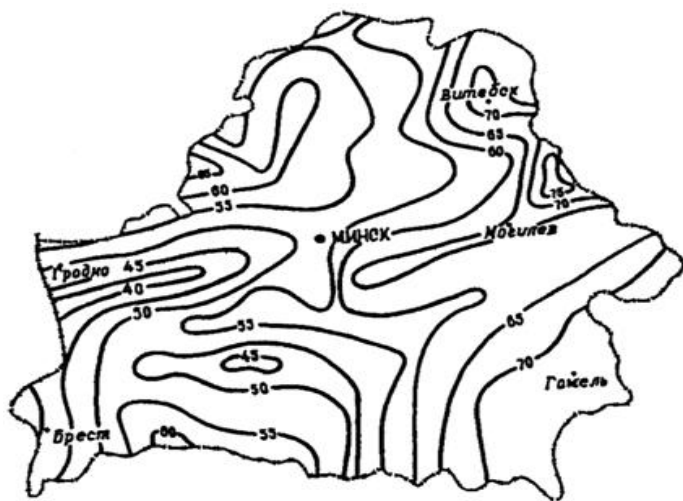


Рис. 2. Карта изолиний средней многолетней глубины промерзания грунта

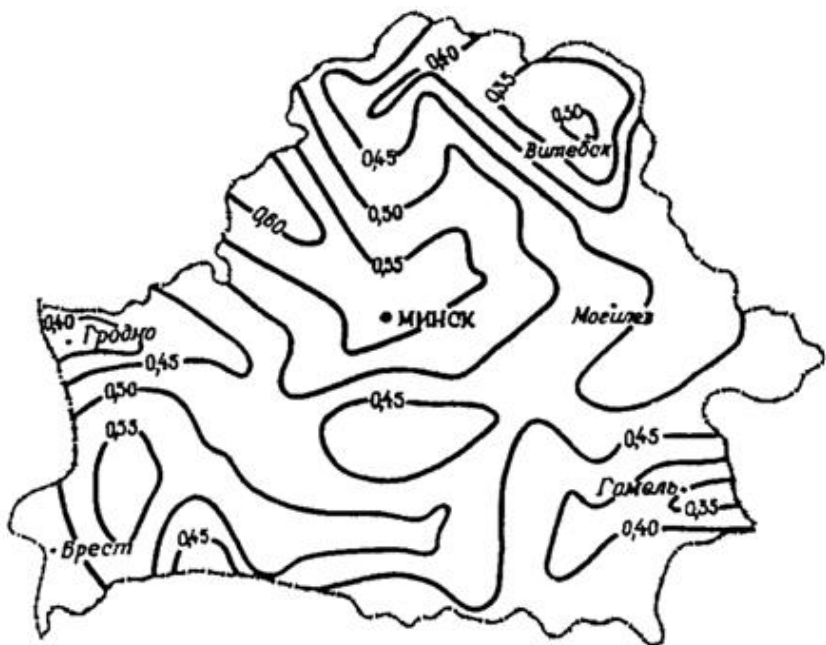


Рис. 3. Карта изолиний коэффициента вариации

3. По найденным значениям C_v , C_s и заданному проценту обеспеченности подбирается соответствующий модульный коэффициент k_s по таблицам С. И. Рыбкина.

4. По формуле (7) определяется глубина промерзания грунта земляного полотна $Z_{зп}$ заданной обеспеченности.

Районирование территории Республики Беларусь по глубине промерзания грунтов

Как следует из изложенного выше, глубина промерзания грунтов является одним из основных факторов водно-теплового режима.

Разработанный метод определения глубины промерзания грунтов с использованием карт изолиний, то есть второй способ, позволил произвести районирование территории Республики Беларусь по глубине промерзания.

В основу районирования территории республики положены грунтовые карты, разработанные академиком АН БССР П. П. Роговым, карты изолиний глубины промерзания грунтов, разработанные авторами статьи, данные о сумме отрицательных температур воздуха (сумма морозо-дней) и некоторые другие.

Территорию Республики Беларусь разделили на три зоны по глубине промерзания грунтов (рис. 4):

I-я – Юго-Западная. Граница ее с Запада – государственная граница Республики Беларусь, с Востока – граница зоны проходит по городам: Вороново – Ивье – Новогрудок – Ганцевичи – Житковичи – Лельчицы;

II-я – находится между границами I-й и III-й зон;

III-я – Северо-Восточная. Граница ее с Востока – государственная граница Республики Беларусь, с Запада граница проходит по городам: Шаркавщина – Глубокое – Докшицы – Борисов – Березино – Кличев – Бобруйск – Жлобин – Будо-Кошелево – Ветка.



Рис. 4. Районирование Республики Беларусь по глубине промерзания грунтов

I-я зона характеризуется средней многолетней глубиной промерзания грунтов в пределах 45–50 см и суммой градусо-дней мороза 500–800; II-я зона – средняя многолетняя глубина промерзания грунтов – 50–60 см и 800–1000 градусо-дней мороза; III-я зона, соответственно, 60–75 см и 1000–1300 градусо-дней мороза. Указанные границы зон (см. рис. 4) приблизительно совпадают с климатическими картами: температурой воздуха в самые холодные периоды года, с высотой снежного покрова и количеством дней его стояния, с почвенно-грунтовой картой и др.

Измерение глубины промерзания почвы на метеостанциях

В РБ на метеостанциях глубину промерзания измеряют с помощью мерзлотомера АМ-21. Его действие основано на свойстве дистиллированной воды замерзать и оттаивать при температуре 0°С и ниже. Определение глубины промерзания почвы производят прощупыванием замерзшего столбика воды в резиновой трубке, погруженной в специальной защитной трубе в почву: нижняя граница замерзшего столбика принимается за глубину промерзания почвы, верхняя – за глубину оттаивания.

Мерзломер состоит из следующих основных частей: резиновой трубки 1 с ниппелями на концах; шнура 2 или деревянной штанги (с гильзой 3 и колпачком 4 для извлечения резиновой трубки из защитной трубы); защитной винипластовой трубы 5 (с заглушкой), в которую помещается резиновая трубка со штангой (или шнуром)

Мерзломеры устанавливают в двух частях наблюдательного участка на расстоянии не менее 5 м.

Для установки защитной трубы в почве с помощью бура делают вертикальную скважину. В нее опускают защитную трубу так, чтобы нулевое деление или риска на ее наружной поверхности совпала с поверхностью почвы. Зазоры между трубой и стенками скважины плотно засыпают землей. В защитную трубу опускают резиновую трубку, прикрепленную к вытяжной штанге или шнуру. Резиновая трубка предварительно должна быть заполнена дистиллированной водой или профильтрованной дождевой водой. Ставим трубку в защитную трубу

Весной после полного оттаивания почвы мерзломер убирают с поля. Если до снятия мерзлотомера на наблюдательном участке производят работы, то следует обеспечить сохранность прибора.

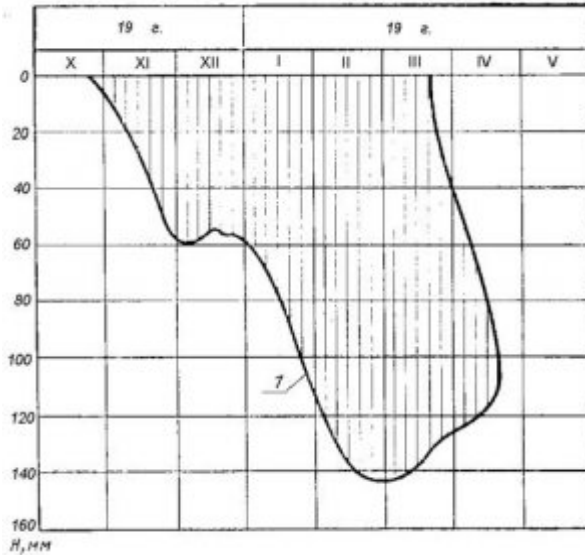


Рис.5. Образец графического оформления результатов наблюдений за ходом промерзания грунта
l - граница слоя грунта в твердомерзлом состоянии

Список литературы

1. Леонович, И. И. Механика земляного полотна / И. И. Леонович, Н. П. Вырко. – Минск: Наука и техника, 1975. – 232 с.
2. Вырко, Н. П. Строительство и эксплуатация лесовозных дорог: учебник для студ. вузов специальности «Лесоинженерное дело» / Н. П. Вырко. – Минск: БГТУ, 2005. – 446 с.
3. Гумбель, Э. Статистика экстремальных значений / Э. Гумбель. – М.: Мир, 1965. – 308 с.
4. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М.: Физматгиз, 1961. – 64 с.
5. Пузаков, Н. А. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог / Н. А. Пузаков. – М.: Автотрансиздат, 1960. – 128 с.
6. Леонович, И. И. Статистический метод определения глубины промерзания грунтов / И. И. Леонович, Н. П. Вырко // Отопле-

ние, вентиляция и строительная теплофизика: сб. – Минск: Вышэйшая школа, 1971. – Вып. 1. – С. 157–160.

7. Смирнов, Н. В. Курс теории вероятностей и математической статистики / Н. В. Смирнов, Н. В. Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1965. – 230 с.

Освещенность проезжей части и способы ее искусственного регулирования

Конопелько П.М.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В темное время суток происходит до 50% всех дорожно-транспортных происшествий, хотя интенсивность движения в эти часы не превышает 10—15% от среднесуточной. Средние скорости движения автомобилей в ночное время снижаются на 5—7 км/ч.

К мероприятиям, повышающим безопасность движения в ночное время, относятся: реконструкция дорог в плане и профиле для улучшения видимости в ночное время; устройство стационарного освещения; применение светлых дорожных покрытий; маркировка проезжей части; установка противослепляющих щитов, направляющих устройств и озеленение дороги, способствующих ориентированию водителя в направлении дороги в ночное время; установка дорожных знаков с рефлектирующей поверхностью или специальной подсветкой. Одним из важнейших факторов безопасности движения в темное время суток является освещение так, как большинство той информации, которую воспринимают и используют водители, воспринимается ими через зрение. Поэтому условия видимости могут играть большую роль в обеспечении безопасного движения. В темноте глаза воспринимают контрасты, детали и движения вдоль дороги значительно хуже, чем в дневное время.

Поэтому в целях предотвращения дорожно-транспортных происшествий и обеспечения полного использования дорожных сооружений необходимо обеспечение хороших условий видимости в темное время суток на проезжей части.

1. Показатели и измерители освещения

Для обозначения качества освещения используются различные показатели и измерители в системе СИ. Основные термины и их обозначение приведены в таблице:

Показатель	Измеритель	Обозначение (русское/международное)
Сила света	кандела	кд/cd
Световой поток	люмен	лм/lm
Энергия света	люмен-секунда	лм·с/ lm·s
Освещенность	люкс	лк/lx
Яркость света	кандела на квадратный метр	кд/м ² / cd/m ²

Сила света — физическая величина, одна из основных световых фотометрических величин. Характеризует величину световой энергии, переносимой в некотором направлении в единицу времени. Количественно равна отношению светового потока, распространяющегося внутри элементарного телесного угла, к этому углу.

Единица измерения в Международной системе единиц (СИ): кандела (кд).

$$I_v = \frac{d\Phi_v}{d\Omega}.$$

2. Световой поток — физическая величина, характеризующая количество «световой» мощности в соответствующем потоке излучения. Иными словами, «световой поток является величиной, пропорциональной потоку излучения, оценённому в соответствии с относительной спектральной чувствительностью среднего человеческого глаза».

Обозначение: Единица измерения в Международной системе единиц (СИ): люмен.

3. Световая энергия — физическая величина, одна из основных световых фотометрических величин. Характеризует способность энергии, переносимой светом, вызывать у человека зрительные ощущения.

Люмен-секунда — единица световой энергии в СИ. Международное обозначение: lm•s, русское: лм•с.

Световая энергия в 1 лм•сек соответствует световому потоку 1 люмен, излучаемому или воспринимаемому за время в 1 секунду.

4. Освещённость — световая величина, равная отношению светового потока, падающего на малый участок поверхности, к его площади. Освещённость численно равна световому потоку, падающему на участок поверхности малой единичной площади:

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{d\sigma}.$$

Единицей измерения освещённости в Международной системе единиц (СИ) служит люкс (1 люкс = 1 люмену на квадратный метр).

5. Яркость света - это световой поток, посылаемый в данном направлении, деленный на малый (элементарный) телесный угол вблизи этого направления и на проекцию площади источника на плоскость, перпендикулярную оси наблюдения. Иначе говоря - это отношение силы света, излучаемого поверхностью, к площади её проекции на плоскость, перпендикулярную оси наблюдения.

$$B(\theta) = \frac{dI(\theta)}{d\sigma \cos \theta}$$

В системе СИ измеряется в канделах на м². Ранее эта единица измерения имела стандартное название нит (1нт=1кд/1м²), но в настоящее время стандартами на единицы СИ применение этого наименования не предусмотрено.

2. Общие сведения об освещении улиц и дорог

Зрение человека способно адаптироваться к плохой видимости и позволяет различать объекты ночью при свете звезд, когда освещенность составляет всего 0,1 люкс. Не смотря на это, для комфортного перемещения человеку необходимо освещение дорог не менее 2 люкс. Поэтому и необходимо использование искусственных источников света.

Освещение дорог, улиц, городов, поселков и парков является функциональным. Его основное предназначение – обеспечить безопасность передвижения транспорта и людей.

Автомагистрали предназначены для дальних поездок. Поэтому здесь важно не только функциональное освещение, но и зрительный комфорт. Он достигается благодаря равномерному, не слепящему освещению дорог. Большое значение имеет так же способность источников света донести до водителя информацию о том, что ждет его впереди.

Очень важно при освещении дорог, чтобы свет сосредоточивался непосредственно на проезжей части, а не направлялся в небо. Небольшое количество света, направленное горизонтально, позволяет увидеть светильник издали, обеспечивая тем самым ориентировку водителей на дороге. Но следует учитывать, что избыток света

создает свечение атмосферы, в результате чего блекнут звезды, и небо становится безжизненным.

Количество световых точек и их расположение, обычно, зависит от параметров определенной дороги, поэтому следует уделить вни-

мание эксплуатационным и энергетическим аспектам осветительных установок.

При освещении широких дорог, как правило, используют светильники мощностью 250-400 Ватт. Главные дороги являются наиболее опасной зоной, поэтому освещение должно по максимуму выполнять функцию защиты от дорожно-транспортных происшествий. На главных дорогах следует использовать самые высококачественные осветительные установки. Важна также простота обслуживания и длительный срок их службы.

Освещение второстепенных дорог и улиц не столь важно как магистралей и главных дорог, но тоже необходимо и имеет значение, так как они составляют большую часть дорожной системы. Эти дороги располагаются в жилых и промышленных районах, сельской местности. Они характеризуются не оживленным движением. Освещение таких дорог необходимо для того, что бы люди чувствовали себя в безопасности от воров, разрушения и насилия в темное время суток. Мощность светильников обычно варьируется в районе 70—250 Ватт.

3. Требования к освещению улиц и дорог

Основным показателем качества освещения дороги является яркость покрытия в направлении наблюдателя, измеряемая в канделах на квадратный метр (кд/м²). Яркость покрытия определяется условиями зрительного восприятия водителя и зависит от горизонтальной освещенности (поверхностной плотности светового потока) проезжей части и отражающей способности покрытия дороги. Если известна отражающая характеристика покрытия, то качество освещения можно оценить измерением горизонтальной освещенности с последующим пересчетом

.В соответствии с этими нормами все городские дороги по освещенности разделены на три категории: (табл.).

Улицы, дороги и площади	Наибольшая интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях, ед/ч	Средняя яркость покрытия, кд/м ²	Средняя горизонтальная освещенность покрытия, лк
Магистральные дороги, магистральные улицы общегородского значения	Более 3000	1,6	20
	1000-3000	1,2	20
	500-1000	0,8	15
Магистральные улицы районного значения	Более 2000	1,0	15
	1000-2000	0,8	15
	500-1000	0,6	10
	Менее 500	0,4	10
		0,4	10
Улицы и дороги местного значения	500 и более	0,4	6
	Менее 500		4
	Одиночные автомобили	0,3	4
		0,2	4

Степень нормативной освещенности определяется не только категорией, но и максимальной часовой интенсивностью транспортных потоков (с учетом перспективы на 10 лет). Предусмотрены также нормы освещения непроезжих зон площадей, пешеходных путей, отделенных от проезжих частей, автостоянок и т.п. Так, освещенность посадочных площадок на остановках маршрутного транспорта должна быть не ниже 10 лк. Тротуары на магистральных дорогах магистральных улицах общегородского значения, отделенные от проезжей части, должны иметь освещенность не менее 4 лк.

При проектировании освещения и контроле его качества следует:

- обеспечивать нормируемые показатели осветительных установок (среднюю яркость проезжей части, равномерность распределения яркости, коэффициент ослепленности с учетом различия условий видимости на разных геометрических элементах дорог);
- выделять расположение опасных зон – пересечений и примыканий, сужений дорог, остановок МПТ, пешеходных переходов,

узких мостов, изменяя цветность источников света, размещение или конструкцию опор и светильников. В местах особенно интенсивного движения пешеходов для лучшей ориентировки водителей необходимо увеличивать яркость проезжей части в 1,5–2 раза, что улучшает условия зрительного восприятия;

- ограничивать дезориентирующее и слепящее действие огней рекламы, светящихся надписей, прожекторов и т.д.;
- обеспечивать непрерывность освещения перед сложными и опасными участками дорог и не допускать чередования освещенных и неосвещенных полос;
- добиваться плавного уменьшения яркости проезжей части на выезде с освещенного участка дороги на неосвещенный, устраивая переходную зону, длина которой в зависимости от перепада яркостей изменяется от 50 до 250 м;
- избегать размещения осветительных опор на тех элементах дорог и пересечений, где их установка может стеснить движение и явиться причиной тяжелых последствий в случае внезапного съезда автомобиля с проезжей части.

Требования к качеству освещения устанавливаются :

- а) По коэффициенту ослепляемости (Отношение яркости объекта к яркости фона менее 1.15)
- б) По равномерности яркости (Отношение максимальной яркости к минимальной не более 3 к 1).
- с) По равномерности освещенности (Отношение максимальной освещенности к средней не более 3 к 1).

4. Способы регулирования освещения на проезжей части

Для регулирования освещения на автомобильных дорогах и улицах применяются осветительные приборы (в основном лампы накаливания и газоразрядные).

При освещении улиц как линейного объекта наибольшая доля светового потока должна быть направлена по двум противоположным сторонам вдоль улицы, создавая при этом равномерное освещение на всем ее протяжении. Практика показывает, что для оптимального решения этой задачи необходимо иметь светильники, имеющие максимумы силы света, направленные примерно под уг-

лом $65-75^\circ$ к вертикали в двух противоположных направлениях. Такая трансформация светового потока лампы возможна только помощью зеркал и преломлятелей, которыми и снабжено большинство современных уличных светильников.

В отличие от всех других осветительных установок уровень освещения для дорог с асфальтобетонным покрытием нормируется не величиной освещенности, а величиной яркости поверхности дорожного покрытия в направлении наблюдателя, находящегося оси движения транспорта. Это объясняется тем, что асфальт в особенности мокрый, обладает резко выраженным зеркальным характером отражения, вследствие чего величина освещенности может характеризовать видимость. Для улиц и дорог, имеющих простейшие (грунтовые, щебеночные) или переходного типа (асфальтовые, укрепленные вяжущими) покрытия, допустимо характеризовать уровень освещения величиной освещенности. Поэтому устанавливают норму освещения улиц и других проездов с асфальтобетонным покрытием в виде величины средней яркости (в пределах от 1,6 до 0,2 кд/м²) в зависимости от категории улиц и плотности движения, а для улиц с простейшими переходного типа покрытиями – в виде величины средней горизонтальной освещенности (в пределах от 6 до 2 лк). Также предъявляют ряд качественных требований к устройству уличного освещения, в том числе определяют наименьшую допустимую высоту подвеса светильников в зависимости от их характеристик, мощности и типа ламп, а также соотношение наибольшей и наименьшей величин яркости и освещенности и т.д.

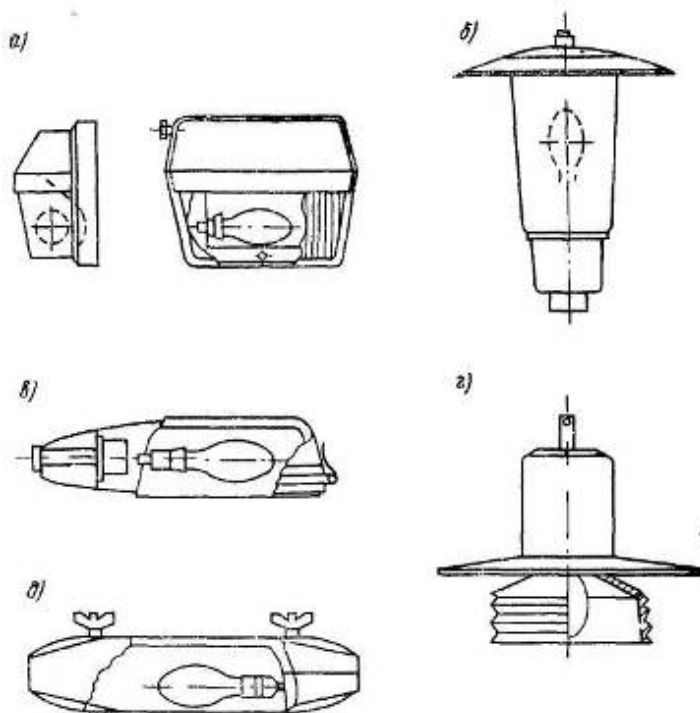


Рис.4. 1. Схемы некоторых уличных светильников

а – РБУ; б – СВР; в-РКУ; г – СППР; д – РСУ

Для освещения улиц и дорог рекомендуется применять в основном газоразрядные источники света. В настоящее время в этой области наибольшее распространение получили лампы ДРЛ. Люминесцентные лампы применяют редко, преимущественно в южных курортных небольших городках, где не требуется большой яркости. Эксплуатация люминесцентных ламп в северных городах в зимнее время затруднительна. В заграничной практике наряду с лампами ДРЛ довольно широко применяют натриевые лампы низкого и высокого давления. В Москве и в некоторых других городах для освещения площадей используют ксеноновые лампы ДКсТ. Лампы накаливания в настоящее время применяют только в поселках или

на городских улицах местного значения; применение этих ламп вследствие их малой экономичности будет постепенно сокращаться. Для уличного освещения в настоящее время широко применяют светильники: РКУ – уличный консольный; РСУ – уличный подвесной; ИСУ – уличный с галогенной лампой накаливания; СППР – подвесной призматический; СВР – венчающий; РБУ – настенный. Наиболее распространенный способ установки уличных светильников – на специальных опорах или на опорах троллейбусной сети. Рационально применять для подвески светильников тросовые растяжки между домами, но этот прием пригоден в основном при кирпичной застройке; панельные дома обычно не рассчитаны на установку растяжек. На узких улицах, внутри кварталов, во дворах светильники иногда устанавливают на стенах зданий.

Опоры для уличных светильников изготовляют из стали, алюминия, железобетона, дерева. Деревянные опоры применяют только в поселках, на небольших улицах. Стальные опоры также не имеют распространения из-за дефицитности стали и большого веса. В некоторых странах получили распространение алюминиевые опоры. Фонарь уличного освещения представляет собой совокупность опоры, кронштейнов и светильников. Различают фонари венчающего и консольного типов, отличающиеся способом крепления светильников (рис.4. 2).

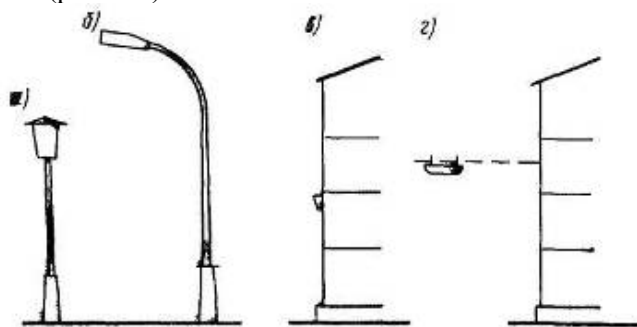


Рис. 4.2. Схемы установки уличных фонарей

a – венчающего; с – консольного; в-настенного; г – подвесного

Широкое распространение получили фонари, опора которых изгибается под углом 15° , и эта изогнутая часть служит консолью для крепления светильника. Большинство современных консольных светильников рассчитано на установку с таким наклоном. В некоторых из них имеется соответственно изогнутый патрубок. Такие светильники должны устанавливаться на горизонтальных консолях. Не допускается устанавливать светильники под углом $30\text{--}40^\circ$

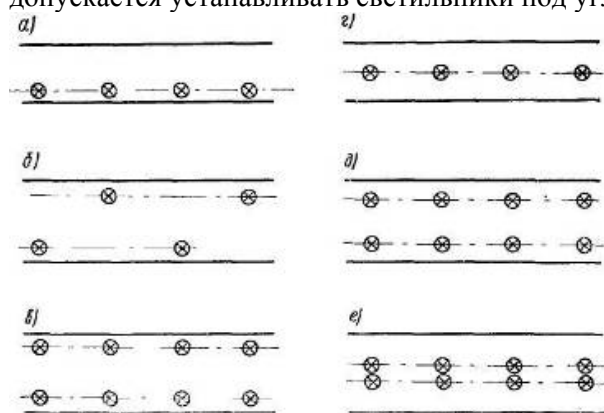


Рис. 4.3. Схемы размещения фонарей на улицах

а – односторонняя; *б* – двухрядная в шахматном порядке; *в* – двухрядная прямоугольная; *г* – осевая; *д* – двухрядная прямоугольная по осям движения; *е* – двухрядная прямоугольная по оси улицы

При установке светильников на тросовых растяжках часто возникает вибрация проводов и тросов, передающаяся в той или иной степени зданиям, к которым крепятся тросы. Во избежание этого явления тросы следует крепить к стенам зданий обязательно с помощью специальных амортизаторов.

В зависимости от ширины и категории улиц применяются следующие схемы расстановки фонарей: односторонняя, двухрядная в шахматном порядке, двухрядная прямоугольная, осевая, двухрядная прямоугольная по осям движения, двухрядная прямоугольная по оси улицы. Первые три схемы соответствуют случаям установки фонарей, а последние – подвеске светильников на тросах. Особое

внимание следует обращать на освещение перекрестков, переходов и закруглений дорог.

Устройство освещения автомобильных дорог вне населенных пунктов на большом протяжении является сложным и дорогостоящим мероприятием, хотя с позиций обеспечения безопасности движения крайне необходимым. Строительными нормами и правилами для улучшения зрительного восприятия водителей в темноте рекомендуется применять осветленные покрытия в наиболее опасных местах. Стационарное электрическое освещение согласно этим нормам должно проектироваться обязательно на участках, проходящих через населенные пункты, а при возможности использования существующих электрических распределительных сетей также на больших мостах, автобусных остановках, пересечениях дорог I и II категорий между собой и с железными дорогами, на пересечениях с круговым движением. Если расстояние между соседними освещаемыми участками менее 250 м, следует устраивать непрерывное освещение.

Особенно необходимым является качественное наружное освещение на дорогах, на которых должны обеспечиваться высокие скорости движения. В первую очередь это дороги, соединяющие аэропорты с городами, где наблюдается круглосуточное интенсивное движение пассажирских автомобилей. Зарубежный опыт убедительно показывает, что при этом существенно повышается скорость сообщения, и резко снижается опасность движения.

Заключение

Таким образом, освещение дорог должно быть безопасным, простым в эксплуатации и энергоэкономичным

Список литературы

Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович. - Мн.: БНТУ, 2005. - 485с.

Метеорология и климатология, энциклопедия

<http://students.russianplanet.ru>

Интернет-источники

Основы прогнозирования погоды и учёт прогноза в деятельности дорожных организаций

Конопляник М.М.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В данном реферате рассмотрены общие сведения о прогнозе погоды, виды прогнозов по заблаговременности периода и в зависимости о целей прогнозирования. Рассмотрены также некоторые аспекты основы прогнозирования погоды, концепции применения статистических методов для построения прогнозов погоды, статистическая оценка прогнозов. Также рассмотрен учёт прогноза в деятельности дорожных организаций.

Общие сведения

Прогноз погоды — научно обоснованное предположение о будущем состоянии погоды в определённом пункте или регионе на определённый период. Составляется (разрабатывается) государственными или коммерческими метеорологическими службами на основе методов метеорологии.

Прогнозы делятся по заблаговременности периода, на который даётся прогноз:

- сверхкраткосрочные (СКПП) — до 12 часов;
- краткосрочные (КПП) — от 12 до 36 часов;

среднесрочные (СПП) — от 36 часов до 10 суток;
долгосрочные (ДПП) — от 10 суток до сезона (3 месяца);
сверхдолгосрочные (СДПП) — более чем на 3 месяца (год, несколько лет).

Оправдываемость прогнозов тем ниже, чем выше заблаговременность. Оправдываемость СКПП составляет приблизительно 95-96 %, КПП 85-95 %, СПП 65-80 %, ДПП 60-65 %, СДПП — около 50 %.[1]

Прогнозы погоды делятся по типам в зависимости от целей, для которых они разработаны:

прогнозы общего пользования (публикуемые в СМИ и на интернет-сайтах) содержат краткую информацию об облачности, атмосферных осадках, атмосферных явлениях, ветре, температуре, влажности воздуха и атмосферном давлении;

авиационные прогнозы содержат детальную характеристику ветра, видимости, атмосферных явлений, облачности, температуры воздуха;

морские и речные прогнозы содержат детальную характеристику ветра, волнения, атмосферных явлений, температуры воздуха;

сельскохозяйственные (агрометеорологические) прогнозы содержат детальную характеристику атмосферных осадков и температуры воздуха.

Основы прогнозирования погоды

Для прогнозирования состояния погоды необходимо знать текущее состояние атмосферы, а для этого нужны метеорологические наблюдения. Также выходные данные моделей численного прогноза погоды используются как входные данные для оценки состояния атмосферы и будущих событий. Вся эта информация объединяется с прогнозами погоды на основе метеорологических технологий и распространяется через публичные средства связи и другие каналы распределения информации лицам, нуждающимся в этой информации для принятия решений.

Основа прогноза погоды на несколько дней вперед — предсказание поля атмосферного давления. Правильный его прогноз уже обеспечивает на 60—70% успешность прогноза в целом. Поля дав-

ления от поверхности Земли до высоты 9 км прогнозируются по уравнениям гидродинамики и вычисляются на ЭВМ. Машина считает также поля вертикальных движений воздуха — это важно для прогноза осадков и облачности. Для циклонов, например, характерны восходящие движения воздуха, которые при определенных условиях могут привести к конденсации влаги, формированию и образованию осадков. В антициклонах, наоборот, вертикальные движения воздуха нисходящие, поэтому облачность «размывается» и наступают прояснения. В связи с этим тепло Земли в ночные часы уходит в атмосферу и прилегающие к ней слои воздуха охлаждаются. Вертикальные движения воздуха вычисляются теоретически, приборов для их измерения нет.[2]



Рис.1 Зарождение циклона (снимок из космоса)

Итак, карта будущего поля атмосферного давления и вертикальных движений воздуха есть. Теперь надо составить прогноз положения и постепенного развития атмосферных фронтов. Это сделать нелегко, т.к. атмосферные фронты — это узкие переходные зоны между воздушными массами. Они отличаются друг от друга вертикальным и горизонтальным строением, условиями и явлениями погоды и множеством других характеристик. Обычно фронты связаны с областями низкого давления. Их горизонтальная протяженность измеряется тысячами километров, они прослеживаются от Земли до высоты 8—10 км. В зависимости от вертикального строения, особенностей перемещения и условий погоды фронты бывают теплыми и холодными. Холодные, как правило, движутся быстрее. Когда они догоняют теплый фронт, то смыкаются с ним, и образуется так называемый фронт окклюзии. У каждого из этих фронтов свои, присущие лишь ему условия и явления погоды, хотя в каждом конкретном случае, в зависимости от сезона года и физико-географических особенностей местности, влияние фронта может проявиться по-разному. На синоптических картах четко выраженные атмосферные фронты прослеживаются в полях температуры, ветра, в изменении приземного давления и явлениях погоды. Но не всегда все эти факторы срабатывают сразу, а выделить преобладающий фактор трудно. Здесь очень помогают данные об облачности, получаемые с метеорологических спутников Земли, но и облачность порой нельзя считать главным фактором.

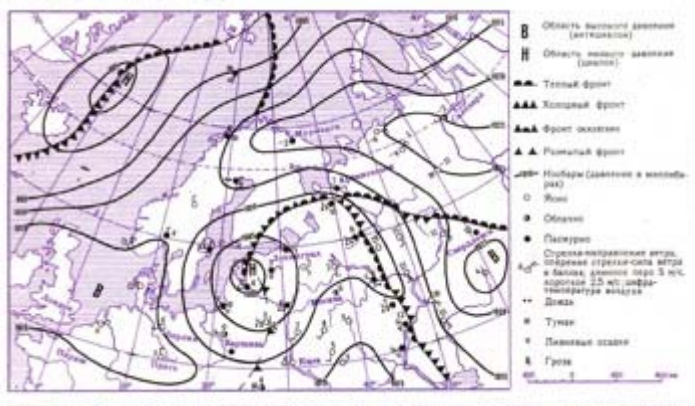


Рис.2 Наземная синоптическая карта погоды

Нелегко рассчитать и будущее положение атмосферных вихрей. Еще в 30-е годы было установлено, что циклоны, антициклоны и атмосферные фронты у поверхности Земли перемещаются в том же направлении и с такой же скоростью, что и ветер на высотах 3—5 км. Применение этого правила дает успех в расчетах 70—75%. А это значит, что указать будущее положение циклонов, антициклонов и атмосферных фронтов с точностью 20—30 км от пункта, для которого составляется прогноз погоды, невозможно. Отсюда следует, что любой прогноз погоды несет в себе неточность.

Кроме прогноза атмосферных вихрей и фронтов предсказывают также отдельно каждый из элементов погоды: ветер, температуру, облачность, осадки, туман, метели, гололед.

В обычных прогнозах говорится лишь о горизонтальной составляющей ветра. Воздух движется горизонтально в основном под действием силы барического градиента (т. е. изменения давления на единицу расстояния), который рассчитывают непосредственно по полю давления. Наибольшие барические градиенты давления наблюдаются в циклонах. В отдельных же районах страны ветры могут усиливаться и при малых барических градиентах за счет особенностей рельефа — узких долин, мысов и т. д. Ветер, его направление и скорость — это единственное явление погоды, которое описывают теоретически. Однако в одном и том же районе и при одних и тех же барических градиентах скорость ветра может быть разной. На нее влияют распределение температуры и ветра с высотой, контраст температуры по горизонтали, сезон года и в зависимости от, этого характер подстилающей поверхности. Даже незначительная ошибка в определении одного из факторов может привести к серьезному просчету при установлении скорости ветра. А ошибки неизбежны! Допустим, предполагают, что температура воздуха в данном районе будет такая-то, а пока ветер достигнет этого места, она сильно изменится за счет таких причин, которые учесть очень трудно, как, например, трансформация и вертикальные движения воздуха. И все же ветер — один из элементов погоды, который прогнозируется лучше остальных (исключая температуру воздуха).

Особенно трудно предсказать осадки, гололед, изморозь. Они определяются многими факторами, которые находятся в непрерывном движении и в тесной взаимозависимости. Выделяют лишь главные факторы, влияющие на осадки. Так, для обложных осадков необходим точный учет температуры, влажности и вертикальных движений воздуха. Прогноз грозы, ливней, града, шквала зависит еще и от скорости восходящего потока воздуха, распределения скорости ветра с высотой, энергии неустойчивости атмосферы и т. д. Прогнозировать все эти явления — одна из труднейших задач синоптической метеорологии. Ведь достаточно, чтобы влажность у Земли увеличилась всего на 10%, как при прочих благоприятных условиях образуются кучево-дождевые облака. А небольшое повышение температуры на высотах может или совсем размыть облачность, или способствовать возникновению только кучевых облаков.

Сейчас информацию об облаках получают и с помощью радиолокаторов. Один радиолокатор охватывает площадь 270 тыс. км². Для визуальных наблюдений за этой территорией потребовалось бы 300 метеостанций! С помощью радиолокатора в радиусе 300 км можно обнаружить ливневые и градовые облака, а следовательно, на ближайшие несколько часов давать прогнозы с большей точностью. [3]

Для прогноза гололеда и изморози надо сначала предсказать туманы и морось (морозящие осадки), переохлажденный дождь, мокрый снег, при которых они возникают. Кроме того, необходимо знать микроструктуру и водность облаков, размеры капель. Естественно, что прогноз величины отложения гололеда и изморози пока оставляет желать лучшего!

До сих пор разговор шел о краткосрочных прогнозах погоды. Однако сейчас составляются и долгосрочные — на 4—6 дней, на месяц и сезон. Проблема долгосрочного прогноза погоды — одна из труднейших не только в метеорологии, но и во всей геофизической науке в целом. Прогнозы погоды на 4—6 дней основаны на так называемом синоптическом периоде. По статистическим данным, атмосферные процессы за 4—6 дней протекают однотипно на достаточно большой территории, например в Европе и Западной Сибири. За это время в отдельных районах на прогнозируемой территории погода может изменяться, но, как правило, основные пути перемещения или траектории циклонов и антициклонов не пересекаются.

Смена синоптических периодов сопровождается крупными изменениями атмосферных процессов и погоды. Чтобы предсказать погоду на месяц, находят различные статистические связи между крупными атмосферными процессами прошедшей и будущей циркуляции атмосферы, протекающей на всем Северном полушарии. На этой основе подбирают карты-аналоги за прошлые годы, когда наиболее яркие черты атмосферных процессов в предшествующие месяцы протекали аналогично текущему году.

Построение схемы прогноза на основе дискриминантного анализа

Для прогноза метеорологических величин и явлений погоды широко применяются методы параметрического и непараметрического дискриминантного анализа.

Дискриминантные схемы прогноза не указывают непосредственно на количественные оценки метеорологической величины, а дают возможность оценить наличие явления или его отсутствие, например, будет или нет резкое похолодание, произойдет или нет усиление ветра до той или иной градации и др. Такие прогнозы называются альтернативными. Удобно использовать данный подход при прогнозировании явлений погоды, которые трудно выразить количественно – грозы, туманы, гололед и др.

На первом этапе важно выявить синоптические ситуации, метеорологические условия, благоприятствующие наличию или отсутствию данного явления. По сочетанию объясняющих переменных требуется решить, к какому классу можно отнести данное событие.

В зависимости от способа классификации, различают параметрические (локальные) и непараметрические (интегральные) методы дискриминантного анализа.

В параметрическом дискриминантном анализе принимается, что рассматриваемые объекты извлекаются из нормальных генеральных совокупностей. При значительных отклонениях закона распределения случайной величины от нормального предпочтительнее использование непараметрического дискриминантного анализа.

При применении как параметрического, так и непараметрического дискриминантного анализа положительные результаты следует

ожидать, когда выбранные предсказатели хорошо отражают физическую сущность развития явлений погоды.

В качестве предикторов выбираются объясняющие переменные, которые наиболее ярко проявляют себя в случае наличия и отсутствия явления. Таким образом необходимо оценить расстояния между классами.

Вектор X считается отнесённым к реализации (например, наличие явления) при $U \geq 0$, и к реализации (например, отсутствие явления) при $U < 0$. Задача, таким образом, сводится к определению коэффициентов, минимизирующих вероятность ошибочной классификации с использованием метода наименьших квадратов.

В случае двух объясняющих переменных разделение на классы может быть представлено графически, что очень наглядно демонстрирует прогностические возможности выбранных предикторов.

Нередко оценка полученных уравнений показывает, что одни уравнения более целесообразно использовать для прогноза класса наличия явления, другие – для класса его отсутствия.

Повышение качества прогнозов на основе линейного дискриминантного анализа может быть достигнуто, если для разделения синоптических ситуаций использовать одновременно две дискриминантные функции и альтернативные прогнозы давать с учетом сочетания знаков этих функций.

Тогда если две схемы (или более) указывают на наличие или отсутствие явления, прогнозировать тот или иной класс можно с большей уверенностью.[4]

Связь метеорологических параметров A и B при наличии (точки) и отсутствии (звездочки) явления (разделение хорошее)

Для уточнения величины прогнозируемого явления применяется приём сочетания дискриминантного и регрессионного анализов. После использования решающего правила, позволяющего отнести синоптическую ситуацию к тому или иному классу, рассчитывается ожидаемая величина явления (например, сильного ветра) с помощью уравнений множественной линейной регрессии, которые строятся отдельно для выборок наличия или отсутствия явления. В случае сложных синоптических ситуаций, когда вероятность осуществления классов близка, ожидаемая величина явления рассчитывается по общей выборке без разделения ситуаций.

Концепции применения статистических методов для построения способов прогноза погоды

Современные методы статистического анализа и прогноза погоды и опасных ее явлений допускают применение двух концепций - использования статистик "идеального" прогноза (Perfect Prognosis Methods – PP) и прогнозов конкретных гидродинамических моделей (Model Output Statistics Methods – MOS).

Данные концепции идентичны по используемому статистическому аппарату и различаются способами формирования обучающих выборок.

Концепция PP предполагает получение устойчивых оценок диагностических (синхронных и асинхронных) связей между рассматриваемыми элементами или явлениями погоды и значениями ряда характеристик атмосферы, определяемым по фактическим данным на архивном материале.

Выявленные диагностические соотношения, например, в виде уравнений регрессии, переносятся на связи между элементами погоды и прогностическими переменными, которые снимаются с прогностических карт, построенных с помощью той или иной гидродинамической модели.

Неоспоримы достоинства PP-концепции:

- Уравнения регрессии строятся на основе архивных данных за большой период метеорологических наблюдений;
- Качество прогнозов элементов и явлений погоды автоматически повышается при улучшении качества используемых гидродинамических моделей;
- Не требуется пересчета уравнений регрессии при внедрении в практику новой гидродинамической модели.

При применении концепции PP для отбора предикторов используется сравнительно большая географическая область вокруг пункта, для которого составляются прогностические уравнения регрессии.

Недостатки PP-концепции:

- Основным методическим недостатком PP-концепции является то, что в ней не учитываются ошибки конкретной гидродинамической модели, из которой при оперативном использовании берутся

значения предикторов. Уравнения регрессии построены на фактическом материале (идеальный прогноз), а при оперативном использовании полученные связи в «чистом» виде переносятся на прогностические поля, из которых выбираются необходимые предикторы для прогноза метеорологических величин и явлений погоды. При этом мы допускаем, что прогностические поля отражают те же особенности пространственно-временного распределения метеорологических величин и условий циркуляции, что и фактические. На самом деле прогностические модели, лежащие в основе прогноза полей метеорологических величин, не могут учесть всего разнообразия процессов, их формирующих.

Этот процесс можно сравнить с процессом разработки дизайнером модели нарядного платья из тонкого шелка, а на практике модель сошьют по той же выкройке, но из грубой льняной ткани – модель одна и та же, но конечный результат будет отличным от модельного, разработанного автором.

По мере совершенствования гидродинамических моделей прогностические поля всё более приближаются к фактическим, но всё же между ними остаются более или менее существенные различия.[5]

Поэтому для уменьшения методической ошибки в уравнения регрессии можно ввести коэффициенты, учитывающие несоответствие прогностических и фактических полей метеорологических величин.

Второй путь – это использование для построения прогностических моделей концепции MOS.

Концепция MOS предполагает отбор предикторов и построение уравнений регрессии непосредственно для связей между фактически наблюдавшимися явлениями погоды и прогностическими значениями параметров атмосферы из конкретной гидродинамической модели.

Достоинства MOS-концепции:

При оперативном использовании построенные уравнения регрессии применяются в сочетании с теми же гидродинамическими моделями, на которых производилось обучение.

Здесь исключается замеченный выше методический недостаток РР-концепции. Уравнения регрессии, построенные в соответствии с

MOS-концепцией, действительно наилучшим образом используют прогностическую способность конкретных гидродинамических моделей.

В этом основное достоинство MOS-концепции по сравнению с РР-концепцией, которое останется решающим до тех пор, пока гидродинамические прогнозы не станут практически достоверными.

- Качество прогнозов на основе концепции MOS тем выше, чем выше качество прогностических моделей, чем больше полнота и разнообразие получаемых из моделей метеорологических величин и явлений погоды и чем больше архивы прогностических гидродинамических полей, что позволяет построить зависимости для различных пунктов прогнозирования и для разных сезонов года.

Недостатками MOS-концепции являются:

- Качество прогнозов каждый раз ухудшается, когда в гидродинамические модели происходят перестройки, в том числе, и улучшающие модель. MOS-концепции желательно использовать полностью отработанные гидродинамические модели.

Для построения уравнений регрессии требуется архив прогностических карт, построенных на основе конкретных гидродинамических моделей, что требует известного времени функционирования уже разработанной модели.

Специально проведенные исследования показывают перспективу данного направления для прогноза ветра, температуры воздуха и других элементов и явлений погоды, в том числе, опасных. Качество прогнозов при использовании MOS-концепции выше на 10-15%.

В рамках концепции MOS в США созданы методики прогноза максимальной и минимальной температур воздуха, вероятности выпадения осадков, ветра, ливней, общей облачности, видимости, опасных и стихийных явлений погоды и др. Многие явления и элементы погоды прогнозируются на основе оперативной шестиуровневой модели полей давления и геопотенциала (Shuman F.G., Hovermale D.B. An Operational Six-Layer Primitive Equation Model – PE), которая в оперативной практике с 1967 г. В основе PE использована система полных уравнений в квазистатическом приближении с применением σ -системы координат для стереографической проекции.

Статистическая оценка прогнозов

Полученные методики прогноза (методические прогнозы) проверяются на зависимой и независимой выборках. Оценка успешности прогнозов погоды позволяет установить, насколько методические прогнозы отвечают требованиям, предъявляемым к прогнозу элементов погоды.

Зависимая (обучающая) выборка – это выборка, объясняющие переменные (предикторы) которой использованы для построения прогностических зависимостей – уравнений регрессии, дискриминантных функций. Независимая выборка по содержанию переменных ничем принципиально не отличается от зависимой, но объясняющие переменные здесь не используются для построения решающих правил.

Разработка синоптико-статистических способов прогноза метеорологических величин и явлений погоды

Статистические методы прогноза погоды заключаются в анализе эмпирического материала, накопленного службой погоды, с целью выявления статистическим путем закономерностей в развитии атмосферных процессов. Статистические методы базируются в основном на теории распознавания образов, корреляционном, дискриминантном и регрессионном анализах.

Основными этапами при разработке статистического способа прогноза погоды являются:

- Исследование пространственно-временного распределения метеорологической величины, что рассмотрено в предыдущем разделе. Данная процедура позволяет наметить объект исследования (например, прогнозировать либо модуль скорости ветра, либо направление и скорость, либо меридиональную и зональную составляющие), оценить условия формирования выбранного объекта, его связи с метеорологическими параметрами и циркуляционными характеристиками, оценить имеющиеся возможности по использованию архивов и т.п.

- Выбор предикторов для диагноза (анализа) и прогноза заданной характеристики погоды.
- Формирование обучающей выборки метеорологических величин и установление наличия (отсутствия) статистически значимых связей между переменными и отбор наиболее информативных предикторов для прогноза.
- Построение схемы прогноза.
- Проверка полученных закономерностей на независимом и оперативном материале.

Учёт прогноза погоды в дорожных организациях

Состояние дорог и их транспортно-эксплуатационные характеристики, режим и безопасность движения автомобилей в значительной степени зависят от погодно-климатических условий, особенно в весенне-осенний и зимний периоды. Влияние погодно-климатических факторов ощущается на любой дороге, однако степень их воздействия во многом зависит от технического совершенства дороги, тщательности ее содержания и уровня организации движения.

При оценке безопасности движения приняты следующие основные понятия и определения.

Условия движения - это та реальная обстановка на дороге, в которой движется отдельно взятый автомобиль или поток автомобилей в данный момент времени.

Метеорологические условия - это комплекс погодно-климатических факторов, характеризующих состояние окружающей среды.

Метеорологические условия (состояние окружающей среды) оказывают существенное влияние на состояние дорог и условия движения. Их воздействие на переменные параметры и характеристики дорог подразделяются на воздействия с немедленным откликом и воздействия с накопленным откликом. К воздействиям с немедленным откликом относится влияние ветра, тумана, осадков и гололеда. К воздействиям с накопленным откликом относятся влияние температуры и влажности воздуха и осадков на ровность (пучи-

нообразование, снежные отложения), скользкость покрытия, состояние обочин, видимость (снежные отложения) и др.

Состояние метеорологических условий определяет длительность последствий отдельных метеорологических явлений (просыхание покрытия и обочин, таяние выпавшего снега и др.).

С точки зрения условий движения автомобилей к зимнему периоду относится период с момента устойчивого перехода средне суточной температуры воздуха через 0°C при понижении ее осенью и при повышении зимой.

К переходным периодам относятся весенний и осенний периоды года. Весенним переходным периодом считается период с момента устойчивого перехода средней суточной температуры через 0°C до аналогичного перехода через 15°C при дальнейшем ее повышении. Осенним переходным периодом считается период с момента устойчивого перехода среднесуточной температуры через 15°C до момента ее перехода через 0°C .

При проектировании и реконструкции дорог в районах с продолжительным зимним периодом (более 125 дней в году) особое внимание должно быть обращено на снегозаносимость и снегозащиту дорог. Высота насыпей и глубина выемок должна приниматься в соответствии с требованиями СНиП II-Д.5-72, исходя из максимальной высоты снежного покрова.

В зимний период эксплуатации дорог для обеспечения безопасности и удобства движения необходимо на основании прогнозов погоды проводить профилактическую россыпь соли и патрульную снегоочистку дорог.

В зонах с продолжительным зимним периодом следует отказаться от установки надолб и предохранительных столбиков над трубами, на высоких насыпях, кривых малых радиусов и тому подобных местах, с целью устранения образования снежных валов и значительного сужения проезжей части. Вместо них рекомендуется устраивать ограждения или предусматривать более пологие откосы (1:4 и более).

В целях уменьшения снежных отложений в зоне влияния ограждений их рекомендуется устанавливать на расстоянии 0,7 м от бровки земляного полотна на участках дорог с высотой насыпи до 3 и 1,5 м - на участках дорог с насыпями большей высоты.

Высота просвета между низом ограждения и поверхностью обочины во всех случаях должна быть равна 0,4 м.

В зонах с продолжительным зимним периодом на пересечениях необходимо отказаться от устройства возвышающихся островков с бордюрами. Рекомендуется окаймлять направляющие островки краевой полосой шириной 0,30 м, устраиваемой заподлицо с покрытием, или осуществлять регулирование движения только разметкой. Рекомендуются также съёмные направляющие устройства из железобетона, металла, пластических масс, дерева, которые могут легко убираться на зимний период.

Для районов с продолжительным зимним периодом не следует проектировать ответвления и пересечения в одном уровне на участках спусков и подъёмов с уклоном более 2 %, чтобы предотвратить дорожно-транспортные происшествия из-за образования ледяных полос наката в местах интенсивного торможения перед пересечением.

Для облегчения снегоочистки дорог следует предусматривать установку опор дорожных знаков, километровых знаков и других элементов на присыпных островках за бровкой земляного полотна. Для этих же целей целесообразно устанавливать съёмные ориентирующие столбики, столбики с отгибами за бровкой земляного полотна и съёмные ориентирующие вешки в районах с большой высотой снежных отложений.

Для зон с продолжительным зимним периодом следует проектировать мелкозернистые и среднезернистые поверхностные обработки. Для зон с большим количеством осадков в виде дождя рекомендуется устраивать среднезернистые и крупнозернистые поверхностные обработки. Для остальных зон допускаются все виды шероховатых поверхностных обработок.

На дорожно-эксплуатационную службу возлагаются большие задачи по обеспечению безопасности движения в сложных погодных условиях. Дорожно-эксплуатационная служба должна осуществлять все мероприятия, если они не выполнены при строительстве дороги.

Для предотвращения ухудшения движения в сложных погодных условиях дорожная служба должна своевременно проводить постоянные, временные и кратковременные мероприятия по повышению безопасности движения.

В зимний и весенне-осенний период эксплуатации дорог, в связи с изменившимися условиями движения, следует снимать лишние дорожные знаки на нефункционирующих пересечениях и ответвлениях и устанавливать недостающие в местах дополнительно появившихся сужений проезжей части, образования гололеда и т.п.

Для установления мест снятия лишних и установки недостающих знаков следует руководствоваться данными сезонных графиков коэффициентов аварийности.

Для регулирования движения в сложных погодных условиях (во время гололеда, тумана и т.п.) необходимо своевременно включать знаки со сменной информацией, информирующие водителей об условиях движения. При отсутствии знаков со сменной информацией их необходимо устанавливать силами дорожно-эксплуатационной службы на наиболее опасных для движения участках.

Дорожно-эксплуатационная служба должна регулярно информировать водителей и население о состоянии проезда по автомобильным дорогам в неблагоприятные периоды года через местную печать, радио и телевидение.

Заключение

В результате рассмотрения данной темы реферата можно сделать вывод, что учёт прогноза погоды является очень важным в проектировании, строительстве и эксплуатации дорог для обеспечения безопасности движения.

Список литературы

1. Н.А. Дашко. Курс лекций по синоптической метеорологии. М., 1999.
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с.
3. Источник <http://elib.bsu.by/handle/123456789/9937>
4. Леонович, И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. В 2 ч.-Мн.: БНТУ, 2003.
5. Васильев, А.А. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. - М.: Транспорт, 1986.

Пути улучшения использования в дорожной практике метеорологических данных и прогнозов погоды.

Курилёнок А.А

Белорусский национальный технический университет

Введения

Исторически сложившийся экономический интерес общества к погоде, особенно к ожидаемому ее состоянию, есть объективная реальность, вызванная зависимостью деятельности человека от внешней среды, в частности от гидрометеорологических (погодных и климатических) условий как одной из ее составляющих. Зависимость от погоды увеличивалась по мере развития мирового сообщества, роста численности населения, заселения всё новых территорий. На всех этапах общественного развития этот процесс только усугублялся. Погода выступала все более «ожесточенным» противником созидательной деятельности людей. Поэтому природные ресурсы, сосредоточенные в гидрометеорологической среде и еще недостаточно осознанные обществом занимают особое место и играют важную роль в развитии экономики.

Метеорологические наблюдения и первый опыт прогнозирования открыли огромные возможности, дарованные природой и разумом человека. Известный метеоролог начала XIX в., основатель Харьковского университета В.Н. Каразин писал: «Не имею надобности доказывать пользу метеорологии. Наука, которая бы, руководя земледельцем в его работах, предотвращала неурожай, наука, которая могла бы указать время, когда должно ожидать скудных сборов земных произрастаний, и принимать меры, если не к воспрепятствованию их недостатка, то, по крайней мере, к отклонению голода, такая наука не требует многоречевых похвал». Эти слова, обращенные к метеорологии того времени, отражают, в сущности, и пользу современной метеорологии, но пользу более масштабную и значительную.

Гидрометеопрогнозы

Прогнозирование - это есть научное исследование о перспективах развития какого-либо явления или процесса.

Задачей метеорологических прогнозов является определение возможных состояний погоды или процесса в атмосфере в будущем, основываясь на тенденции их развития в прошлом и настоящем.

В зависимости от времени на которое разрабатывается прогноз, все прогнозы делятся на:

1. Прогноз текущей погоды (наукастинг). Это описание текущей погоды и прогноз метеорологических параметров на период до двух часов.

2. Сверх краткосрочный прогноз. Это прогноз на период до 12 часов.

3. Прогноз метеорологических параметров от 12 до 72 часов (на трое суток).

4. Средне суточный прогноз, прогноз от 3 до 10 суток.

5. Внутри месячный прогноз (увеличенной заблаговременности от 10 до 30 суток).

6. Долгосрочный прогноз (от 30 суток до 2-х лет).

7. Сверх долгосрочный прогноз, свыше 2-х лет (прогноз климата).

Прогнозом погоды называется описание по определённой территории, маршруту или населённому пункту на определённый отрезок времени ожидаемых погодных условий.

Форма представления прогнозов погоды может быть различной:

1. В виде текста

2. В виде таблицы

3. Графическая форма

Прогнозы в виде текста используются для информации населению и некоторых отраслей хозяйства.

В табличной (закодированной) передаются по каналам связи.

В графическом виде оформляется в виде карт или графиков.

В зависимости от назначения прогнозы разделяются на:

а) Общего пользования, которые содержат перечень основных метеорологических величин и явлений. Предназначены для использования населением и организациями которые не требуют специального обслуживания.

б) Специализированные, которые содержат те величины и явления которые необходимы только для данной отрасли ($^{\text{ж}}/\text{д}$ транспорта, $^{\text{с}}/\text{х}$).
морского транспорта, $^{\text{с}}/\text{х}$).

Терминология прогнозов определяется специальными наставлениями, где указан перечень метеорологических величин, явления, порядок.

Формулировка прогнозов должна быть достаточно определённой, конкретной. В зависимости от количества прогнозируемых характеристик, прогнозы могут быть индивидуальными. Это когда прогнозируется какая либо одна метеорологическая величина или явление. И прогнозы могут быть комплексными это когда прогнозируется несколько метеорологических величин и явлений.

Количественные прогнозы - ошибка которых может быть оценена числом (t, f).

Качественные - малооблачные (это прогноз формы облаков).

По степени точности прогнозы разделяются на методические и неметодические, стандартные.

Методические - результата применения определённого физически обоснованного метода.

Неметодические (формальные) - они не требуют никакой аналитической работы или расчёта. Они делятся на случайные, инерционные, климатологические. Они используются для сравнения с методическими.

а) Случайный прогноз составляется без использования какой-либо методики. Случайно выбирается какое либо значение метеоэлемента или явления. Такие прогнозы не требуют метеорологической информации.

б) Инерционные прогнозы. Это прогнозы в которых указывается (сохраняется) исходное состояние погоды. Дело в том, что атмосферные процессы обладают определённой инерционностью. Это самый простой прогноз который учитывает текущую погоду, но с увеличением заблаговременности оправдаемость этих прогнозов уменьшается и ошибка приближается к ошибке случайных прогнозов. Причём если процессы циклонические т.е. с быстрой сменой воздушных масс, фронтов, то эти прогнозы имеют низкую оправдаемость. При Антициклонических процессах оправдаемость довольно хорошая.

в) Климатологические прогнозы - когда в качестве прогностической величины берётся среднее многолетнее значение (норма). Для его составления не надо специальной работы синоптика, а надо знать климатический справочник.

По формулировке прогноза делятся:

1. Категорическую
2. Вероятностную

Категорические содержат утверждение о том какая ожидается погода. Она ожидается в виде числа или качественной характеристики. Почти все прогнозы в нашей стране в категорической форме.

Вероятностные - когда даётся вероятностное значение того или иного явления.

2. Метеорологическое обеспечение транспорта

Транспорт - особая сфера в материальном производстве. Он представляет самостоятельную отрасль народного хозяйства, осуществляя перевозки, тем самым связывает в единое целое различные отрасли хозяйства, являясь поставщиком сырья, топлива, промышленной и пищевой продукции.

Все виды транспорта образуют единую транспортную систему, не зависимо от формы собственности и отраслевой принадлежности. По экономической значимости виды транспорта выстраиваются следующим образом: ж/д, морской, автомобильный, речной, воздушный, нефтепроводной, газопроводной. Работа всех видов транспорта существенно зависит от природных факторов, а именно, географической и гидрометеорологической среды.

Географическая среда обуславливает географию транспорта, а именно пункты базирования и систему маршрутов. Гидрометеорологическая среда существенно влияет на пропускную и провозную способность наземного, водного и воздушного транспорта.

3. Автомобильный транспорт

Автомобильный транспорт возник в конце XIX века и до конца Первой Мировой войны оставался транспортом местного значения. Тем не менее значение транспорта быстро растет и к началу 20 - х годов он начинает конкурировать с железнодорожным и водным. И

в настоящее время является связующим звеном трех транспортных систем: ж/д, морского и речного.

Широко используются пассажирские и грузовые автомобили, однако перевозке грузов принадлежит основная роль в экономическом значении автомобильного транспорта. Основными факторами, определяющими его эффективное использование является: состояние дорог как федерального, так и местного значения, техническое оснащение дорог, и особое место занимает специализированное метеорологическое обеспечение транспорта. Специфика работы этого вида состоит в том, что в течении всего года транспортные операции проводятся на открытом воздухе. Особые условия для работы создаются в зимний и переходный периоды. Зимой трудности создают метели, снегопады, поземки, вызывающие заносы дорог, отложение гололеда на полотне создают возможности ДТП, ухудшение видимости из-за тумана, пыльных бурь, осадков приводят к сокращению скорости движения. Сильные ливни и дожди могут привести к разрушению и размыву полотна, особенно шоссейных дорог, затоплению низких участков дороги. И во все сезоны года опасным является ветер со скоростью 15 м/с.

В повседневных оперативных условиях необходима следующая метеорологическая информация:

1. Фактические данные о текущей погоде.
2. Суточные и полусуточные прогнозы как по городу, так и по автотрассам, а также прогнозы на 3 суток, период и месяц.
3. Консультации и справки.

Составляемые прогнозы обычно детализируются в зависимости от характера ожидаемой погоды и местных физико-географических особенностей района, по которым проходит дорога. При описании дорог акцентируется внимание на рельеф, характер почв, лесистость, открытость отдельных участков дороги, пересечение рек и т.д. Прогнозы погоды и предупреждения, даваемые Гидрометцентрами поступают на производственные участки через диспетчерские службы. Но кроме этого составляются прогнозы на 10, 7 дней и 3 суток. На основании этих прогнозов осуществляется планирование и корректирование заданий автотранспортных предприятий. Если ожидается туман, метель, сильный мороз, автомашины и автобусы в дальние рейсы не допускаются. Этим предотвращаются задержки в пути пассажиров и водителей. При внезапной же отмене

рейса водители простаивают, т.к. не всегда удается быстро занять их работой. Простой же оплачивается в размере 37% от среднего заработка, что является убытком для автопредприятий.

4. Дорожное хозяйство и методы улучшения использования прогнозов погоды

Это отрасль базируется на производстве строительных материалов, строительной и транспортной техники. Выполнение всех этапов строительства (от нулевого цикла до отделочных работ) зависит от условий погоды. Влияние неблагоприятных условий выражается в потере рабочего времени, в простое строительной техники и транспорта и в порче строительного материала и оборудования.

Температура воздуха, осадки, ветер оказывает влияние на весь ход строительных работ, подвоз строительных материалов и другие виды.

Для определенных климатических поясов и отдельных видов работы установлены предельные температурно-ветровые нагрузки, при которых выполнение работ ограничивается или прекращается.

Поэтому в строительной индустрии используются прогнозы погоды как суточные, трехдневные, периодные и месячные, которые позволяют уточнить очередность работ, расстановку рабочей силы и техники, прекращение отдельных видов работы и замену одних видов другими. Штормовые оповещения должны быть доведены до прорабов, которые принимают необходимые решения по обеспечению безопасности работ.

Погодно - климатический фактор, как метеорологический ресурс играет важную роль при оптимизации строительства на всех этапах. Метеорологические факторы оказывают влияние на прочность, долговечность, комфортность строящихся объектов и в значительной мере определяют их стоимость.

Строительная климатология - это прикладная область, где изучаются все погодные характеристики, величины и явления, влияющая на весь комплекс строительных объектов в различных климатических зонах.

В 2009г. В РБ были введены ДИС – дорожно-измерительные станции на которых отображается :

фотоизображения
температура воздуха
температура покрытия
вид осадков
видимость
состояние покрытия дороги

Основной функцией ДИС является прием измерений от дорожных станций , обработка и архивация , отображения состояния дорог в виде карт , таблиц и графиков, выдача предупреждений об опасных явлениях, обмен данными с рабочими станциями ДЭУ.

ДИС состоит:

Регистрирующий блок

Средство передачи данных

Датчики скорости и направления ветра

Датчик температуры и влажности воздуха

Датчик вида и интенсивности осадков

Датчик фактического состояния погоды

Датчик влажности и засоленности покрытия

Датчик толщины слоя воды и наличия льда/снега на поверхности

Датчик электрической проводимости поверхности

Датчик электрохимической поляризации

Датчик частоты черного льда

Датчик температуры на поверхности покрытия и на глубине 5 см

Исходя из полученной информации делаются выводы и даются заключения.

Заключение

На мой взгляд улучшение метеоданных будет связано с применением новых более лучших приборов для получения метеоинформации.

Список литературы

<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=489835>

<http://www.dissercat.com/content/meteorologicheskie-prognozy-kak-faktor-snizheniya-ushcherba-ot-yavlenii-pogody>

Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович. – Мн.: БНТУ, 2005. – 485с.

Строительная климатология: справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990.

Влияние туманов на видимость **Лапутько А.Б.**

Белорусский национальный технический университет

Понятие тумана и его виды

Туман — атмосферное явление, скопление воды в воздухе, когда образуются мельчайшие продукты конденсации водяного пара (при температуре воздуха выше -10° это мельчайшие капельки воды, при $-10\dots-15^{\circ}$ — смесь капелек воды и кристалликов льда, при температуре ниже -15° — кристаллики льда, сверкающие в солнечных лучах или в свете луны и фонарей).

На метеостанциях отмечают следующие виды тумана

Поземный туман — туман, низко стелющийся над земной поверхностью (или водоёмом) сплошным тонким слоем или в виде отдельных клочьев, так что в слое тумана горизонтальная видимость составляет менее 1000 м, а на уровне 2 м — превышает 1000 м (обычно составляет, как при дымке, от 1 до 9 км, а иногда 10 км и более). Наблюдается, как правило, в вечерние, ночные и утренние часы. Отдельно отмечается поземный ледяной туман — наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10\dots-15^{\circ}$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

Просвечивающий туман — туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаше наблюдается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днём, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. Отдельно отмечается просвечивающий ледяной туман — наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10\dots-15^{\circ}$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

Туман — сплошной туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м (обычно она составляет несколько сотен метров, а в ряде случаев снижается даже до нескольких десятков метров), достаточно развитый по вертикали, так что невозможно определить состояние неба (количество и форму облаков). Чаше наблюдается вечером, ночью и утром, но может наблюдаться и днём, особенно в холодное полугодие при повышении температуры воздуха. Отдельно отмечается ледяной туман — наблюдаемый при температуре воздуха ниже $-10 \dots -15^\circ$ и состоящий из кристалликов льда, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

Влияние туманов на видимость

Если сквозь туман проходит луч света, то интенсивность этого луча уменьшается. Чем длиннее путь луча в воздухе и чем более загрязнен этот воздух, тем меньше света пройдет сквозь него. Это хорошо знают прожектористы. Когда освещают какую-нибудь цель мощным лучом прожектора, то освещение получается тем слабее, чем дальше расположен освещаемый предмет. Потеря света быстро возрастает с увеличением мутности воздуха, и в туманную погоду атмосфера так плохо пропускает свет, что пользоваться прожектором на далекие расстояния совсем невозможно.

Это происходит оттого, что при прохождении света через мутный воздух часть его теряется, или, как иногда говорят, "поглощается". Для того чтобы выразить это ослабление в цифрах, пользуются так называемым коэффициентом прозрачности.

Измерим полное количество света в каком-нибудь пучке лучей, например, в пучке от прожектора, сначала до вступления в воздух, а потом после того, как этот пучок пройдет слой воздуха толщиной 1 км. Во втором случае света окажется меньше. Число, показывающее, какая часть света прошла через слой воздуха в 1 км толщины, и называется коэффициентом прозрачности.

Иначе говоря, для того, чтобы вычислить коэффициент прозрачности, надо разделить количество света, прошедшее через 1 км воздуха, на то количество света, которой вступило в этот слой воздуха.

Для того чтобы определять прозрачность воздуха, построено много разных специальных приборов. На рис. 11 показана схема

измерений при помощи прожектора. Сноп света направлен вдоль земной поверхности. В двух точках, расположенных вдоль снопа, устроены наблюдательные станции. На каждой из них находится наблюдатель, вооруженный специальным прибором - фотометром, позволяющим измерять интенсивность света. Сравнивая измерения, произведенные на одной и на другой станции, определяют, сколько света потеряно на пути между станциями

Если известен коэффициент прозрачности, отнесенный к расстоянию в 1 км, то нетрудно рассчитать, какая доля света проходит через слой в 2, 3, 4 и т. д. километров. Для этого надо возвести значение коэффициента прозрачности в степень, равную числу километров. Пусть, например, коэффициент прозрачности равен 0,8. Тогда через слой воздуха в 2 км пройдет доля света, равная

$$0,8 \times 0,8 = 0,82 = 0,64.$$

После прохождения через слой в 3 км останется часть света $0,8 \times 0,8 \times 0,8 = 0,83 = 0,512$ и т. д.

Куда же девается свет, задержанный в мутном воздухе? Очень небольшая часть его "поглощается" по-настоящему и переходит в теплоту, нагревающую воздух. Остальной свет сохраняет форму световых лучей, но только лучи эти меняют направление. Встретив плавающую в атмосфере каплю тумана, пылинку или даже молекулу воздуха, световой луч отражается, точнее, рассеивается ею в разные стороны. Этот рассеянный свет отнимается от основного пучка лучей, но за его счет начинает светиться весь объем воздуха, пронизанный световыми лучами. Это особенно хорошо видно, когда смотришь на луч прожектора в темную ночь. С какой бы стороны ни стоял наблюдатель, он всегда ясно видит путь световых лучей в виде длинного светлого столба, протянувшегося между прожектором и освещаемым предметом. На всем пути луча воздух становится светлым и хорошо видимым на темном фоне. За счет, какого света мы его видим? За счет той части лучей прожектора, которая рассеивается частицами среды в разные стороны.

Движение во время тумана

Туман нередко становится причиной ДТП. Он резко уменьшает зону видимости и способствует обману зрения, нарушая ориентировку в пространстве. При этом искажаются представления о рас-

стоянии до других автомобилей и неподвижных препятствий, о скорости их приближения. Рассеянный туманом свет фар создает впечатление, что автомобили и предметы находятся дальше, чем это есть на самом деле.

При въезде в туман важно вовремя включить ближний свет фар. Это необходимо не только для того, чтобы самому видеть дорогу, но и для того, чтобы ваш автомобиль лучше видели другие участники движения. Ближний свет фар создает зону видимости, в зависимости от протяженности которой (т. е. густоты тумана) водителю следует выбирать безопасную скорость движения автомобиля. Еще лучше, чем ближний свет фар, в тумане «работают» противотуманные фары. Дальний свет фар в тумане не просто бесполезен, а даже опасен, т. к. направленные вперед (а не вперед-вниз) световые лучи, отражаясь капельками влаги, образуют яркую светящуюся пелену, скрывающую дорогу и расположенные на ней объекты.

Плохая видимость в тумане влияет и на психику водителя. Порой у него создается обманчивое впечатление полного безлюдья, и, когда внезапно и беззвучно появляются контуры встречного автомобиля водитель может испугаться и даже испытать состояние стресса.

Обгон и движение задним ходом в тумане недопустимы! Задние фонари габаритного света заметить в тумане гораздо сложнее, поэтому попутные столкновения не являются редкостью. С целью их предотвращения водителям следует включать фонари заднего противотуманного света, которые гораздо эффективнее задних фонарей. Однако при выключенном двигателе фонари заднего противотуманного света не работают, поэтому при необходимости остановки или стоянки автомобиля в условиях тумана следует непременно покинуть проезжую часть дороги и сместиться на обочину. Обозначить стоящий автомобиль лучше всего включением аварийной сигнализации.

При движении в тумане необходимо периодически включать стеклоочиститель, поскольку мельчайшие капельки влаги, оседая на ветровом стекле автомобиля, образуют тонкую пленку, которая сильно ухудшает видимость.

Список литературы

Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович. - Мн.: БНТУ, 2005. - 485с.

2. <http://ru.wikipedia.org/>

3.

http://kursor70.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=331&Itemid=326

Закономерности распространения света в зависимости от состояния атмосферного воздуха

Любко К. Г.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Атмосферный воздух - естественная смесь газов (главным образом азота и кислорода - 98-99% в сумме, а также углекислого газа, воды, водорода и пр.) образующая земную атмосферу. Атмосфера нашей планеты представляет собой оптическую систему, показатель преломления которой уменьшается с высотой вследствие уменьшения плотности воздуха. Это обстоятельство приводит к появлению целого ряда оптических явлений в атмосфере, обусловленных преломлением (рефракцией - явлением искривления световых лучей при прохождении света через атмосферу) и отражением (рефлексией) лучей в ней. С высотой плотность воздуха (значит, и показатель преломления) убывает. Представим себе, что атмосфера состоит из оптически однородных горизонтальных слоев, показатель преломления в которых меняется от слоя к слою. При движении оптического луча в такой системе он будет в соответствии с законом преломления «прижиматься» к перпендикуляру. В реальности плотность атмосферы уменьшается не скачками, а непрерывно, что приводит к плавному искривлению луча при прохождении атмосферы.

Закономерности распространения света в зависимости от состояния атмосферного воздуха

С оптической точки зрения атмосферный воздух представляет собой аэрозоль. Его дисперсная фаза образует незначительную по массе примесь — вне облаков и туманов это десятки или сотни микрограмм на килограмм воздуха. Тем не менее, она играет решающую роль и в ходе конденсационных процессов и в оптике атмосферы.

Изменчивость оптического состояния атмосферы в основном обусловлена трансформацией дисперсной фазы в ходе конденса-

ционных процессов, в которых она выступает в качестве ядер конденсации.

Очевидно, что на разных уровнях, где природа дисперсной фазы совсем различна, микроструктура конденсата, а, следовательно, и его оптические свойства должны быть непохожими.

Помимо дисперсной фазы, причиной рассеяния света служат флуктуации показателя преломления газовой фазы. Их обуславливает турбулентное перемешивание воздуха при наличии градиента температуры. Сами флуктуации очень малы — они составляют величины порядка 10^{-6} и меньше. Несмотря на это, они создают весьма ощутимые эффекты: искажения фазового фронта световой волны, случайные смещения луча, флуктуации интенсивности, связанные с перераспределением энергии внутри сечения пучка, мерцание и дрожание далеких огней и звезд и т. п.

Оптические свойства туманов сходны с оптическими свойствами облаков. Солнечный свет хорошо отражается от слоя тумана. Отраженный свет составляет около 80 % падающего, т.е. альbedo (коэффициент отражения) туманов, как и облаков, весьма велико. При высоком положении Солнца альbedo уменьшается (однако количественная сторона этого процесса мало исследована).

Часть падающих лучей поглощается туманом. При этом проявляется избирательный характер поглощения: капельки воды, как и водяной пар, хорошо поглощают длинные световые волны (инфракрасные, или тепловые, лучи). Сами капельки тумана также излучают длинные волны в соответствии со своей температурой; с этим связано уменьшение ночного охлаждения почвы и приземного слоя воздуха при наличии облаков или тумана.

Ухудшение видимости предметов в тумане связано, в основном, с рассеянием света. Мелкие частицы тумана (радиусом меньше $0,0005$ мм) наиболее сильно рассеивают короткие световые волны (синие лучи), меньше рассеивают длинные волны (красные и инфракрасные лучи). Именно поэтому туманная дымка, когда капельки очень малы, имеет синеватую окраску. В обычных туманах, когда радиус капелек превышает $0,001$ мм, световые волны всех длин рассеиваются практически одинаково. Во всех случаях степень рассеяния света, а следовательно, и степень ухудшения видимости предметов, пропорциональны числу капелек или ледяных кристаллов в единице объема. В свою очередь, число капелек в тумане тем

больше, чем меньше их радиус и чем больше водность тумана. Поэтому справедлива следующая приближенная формула для оценки видимости L в тумане:

$$L = 2,5 \times (r\mu/a), \text{ м,}$$

где $r\mu$ – средний радиус капелек тумана в микронах;

a – водность тумана в граммах на 1 м³.

Из этой формулы следует, что при одинаковой видимости при низких температурах размеры капелек в туманах с меньшей водностью меньше, чем в туманах с большей водностью.

При наличии яркого источника света в тумане могут наблюдаться оптические явления, обусловленные особой формой рассеяния света – дифракцией. Так, вокруг уличных фонарей при сильном тумане часто наблюдаются радужные венцы. При расположении тумана на некотором расстоянии от наблюдателя в виде четко очерченной туманной массы в отдельных случаях наблюдаются глории – тени от предметов, окруженные радужными венцами, а иногда и белые радуги. Это явление особенно характерно для горных районов. В ледяных туманах возможно образование кругов вокруг Солнца и Луны.

Заключение

Процесс распространения света в природных условиях представляет собой сочетание разнородных физических явлений. Дифференцированное понимание их механизма необходимо при решении, как фундаментальных научных проблем, так и прикладных задач во многих отраслях современной техники.

Список литературы

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85>
2. Дорожная климатология: учебник / И.И. Леонович. — Мн.: БНТУ, 2005. — 485с.

3. Г.В. Розенберг, В.И. Татарский, В.И. Дианов-Клоков. Некоторые особенности распространения света в различных слоях атмосферы. Вестник Академии Наук СССР, No 2, стр. 21-29, 1970.

Оптические свойства Атмосферы и их учёт при решении до- рожных задач Мельник А.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Многообразие оптических явлений в атмосфере обусловлено различными причинами. К наиболее распространенным феноменам относятся молния и весьма живописные северное и южное полярные сияния. Кроме того, особенно интересны радуга, гало, паргелий (ложное солнце) и дуги, корона, нимбы и призраки Броккена, миражи, огни святого Эльма, светящиеся облака, зеленые и сумеречные лучи.

Виды оптических явлений Полярное сияние

Полярное сияние — поразительное явление свечения, наблюдаемое на небе, чаще всего в полярных областях. В Северном полушарии его называют также северным сиянием, а в высоких широтах Южного полушария - южным. Предполагается, что этот феномен существует также и в атмосферах других планет, например Венеры. Природа и происхождение полярных сияний — предмет интенсивных исследований, и в этой связи были разработаны многочисленные теории. Явление свечения, до некоторой степени близкое полярным сияниям, называемое «свечением ночного неба», можно наблюдать при помощи специальных приборов на любой широте. Полярные сияния имеют весьма разнообразные формы, включая проблески, пятна, однородные дуги и полосы, пульсирующие дуги и поверхности, всполохи, лучи, лучистые дуги, драпри и короны.

Свечение, как правило, начинается в виде сплошной дуги, которая является одной из самых обычных форм и не имеет лучистой структуры. Яркость может быть довольно постоянной во времени или же пульсировать с периодом менее минуты. Период яркость сияния, увеличивается, однородная форма часто распадается на лучи, лучистые дуги, драпри или короны, в которых лучи как бы сходятся к вершине. Всполохи в форме быстро движущихся вверх волн света часто венчаются короной.

Расчеты, выполненные на основе множества фотонаблюдений на Аляске, в Канаде и, особенно в Норвегии, показывают, что около 94 % полярных сияний приурочено к высотам от 90 до 130 км над земной поверхностью, хотя для разных форм полярных сияний характерно свое собственное высотное положение. Максимальная до сих пор зарегистрированная высота появления полярного сияния — около 1130 км, минимальная — 60 км.

Радуга

Радуга — самое красивое атмосферное явление. Обычно это огромная арка, состоящая из разноцветных полос, наблюдаемая, когда Солнце освещает лишь часть небосвода, а воздух насыщен каплями воды, например во время дождя. Разноцветные дуги располагаются в последовательности спектра (красная, оранжевая, желтая, зеленая, голубая, синяя, фиолетовая), однако цвета почти никогда не бывают чистыми, поскольку полосы взаимно перекрываются. Как правило, физические характеристики радуг существенно различаются, поэтому и по внешнему виду они весьма разнообразны. Их общей чертой является то, что центр дуги всегда располагается на прямой, проведенной от Солнца к наблюдателю. Главная радуга представляет собой дугу, состоящую из наиболее ярких цветов — красного на внешней стороне и фиолетового — на внутренней. Иногда видна только одна дуга, но часто с внешней стороны основной радуги появляется побочная. Она имеет не столь яркие цвета, как первая, а красная и фиолетовая полосы в ней меняются местами: красная располагается с внутренней стороны.

Образование главной радуги объясняется двойным преломлением и однократным внутренним отражением лучей солнечного света. Проникая внутрь капли воды, луч света преломляется и разлагается, как при прохождении сквозь призму. Затем он достигает противоположной поверхности капли, отражается от нее и выходит из капли наружу. При этом луч света, прежде чем достичь наблюдателя, преломляется вторично. Исходный белый луч разлагается на лучи разных цветов с углом расхождения 2° . При образовании побочной радуги происходит двойное преломление и двойное отражение солнечных лучей. В этом случае свет преломляется, проникая внутрь капли через ее нижнюю часть, и отражается от внутренней поверхности капли. В определенной точке свет преломляется, выходя из капли в сторону наблюдателя.

На восходе и закате Солнца наблюдатель видит радугу в виде дуга, равной половине окружности, так как ось радуги параллельна горизонту. Если Солнце располагается выше над горизонтом, дуга радуги меньше половины окружности. Когда Солнце поднимается выше 42° над горизонтом, радуга исчезает. Везде, кроме высоких широт, радуга не может появиться в полдень, когда Солнце стоит слишком высоко. Когда дождь или водяная пыль образуют радугу, полный оптический эффект достигается за счет суммарного воздействия всех капелек воды, пересекающих поверхность конуса радуги с наблюдателем в вершине. Роль каждой капли мимолетна. Поверхность конуса радуги состоит из нескольких слоев. Быстро пересекая их и проходя при этом через серию критических точек, каждая капля мгновенно разлагает солнечный луч на весь спектр в строго определенной последовательности — от красного до фиолетового цвета. Множество капель таким же образом пересекает поверхность конуса, так что радуга представляется наблюдателю непрерывной как вдоль, так и поперек ее дуги.

Гало

Гало — белые или радужные световые дуги и окружности вокруг диска Солнца или Луны. Они возникают вследствие преломления или отражения света находящимися в атмосфере кристаллами льда или снега. Кристаллы, формирующие гало, располагаются на поверхности воображаемого конуса с осью, направленной от наблюдателя (из вершины конуса) к Солнцу. При некоторых условиях атмосфера бывает насыщена мелкими кристаллами, многие грани которых образуют прямой угол с плоскостью, проходящей через Солнце, наблюдателя и эти кристаллы. Такие грани отражают поступающие лучи света с отклонением на 22° , образуя красноватое с внутренней стороны гало, но оно может состоять и из всех цветов спектра. Реже встречается гало с угловым радиусом 46° , располагающееся концентрически вокруг 22° -градусного гало. Его внутренняя сторона тоже имеет красноватый оттенок. Причиной этого также является преломление света, происходящее в этом случае на образующих прямые углы гранях кристаллов. Как 46° -градусные, так и 22° -градусные гало, как правило, имеют наибольшую яркость в верхней и нижней частях кольца. Изредка встречающееся 90° -градусное гало представляет собой слабо светящееся, почти бес-

цветное кольцо, имеющее общий центр с двумя другими гало. Если оно окрашено, то имеет красный цвет на внешней стороне кольца.

Миражи

Миражи — оптический эффект, обусловленный преломлением света при прохождении через слои воздуха разной плотности и выражающийся в возникновении мнимого изображения. Удаленные объекты при этом могут оказаться поднятыми или опущенными относительно их действительного положения, а также могут быть искажены и приобрести неправильные, фантастические формы. Миражи часто наблюдаются в условиях жаркого климата, например над песчаными равнинами. Обычны нижние миражи, когда удаленная, почти ровная поверхность пустыни приобретает вид открытой воды, особенно если смотреть с небольшого возвышения или просто находиться выше слоя нагретого воздуха. Подобная иллюзия обычно возникает на нагретой асфальтированной дороге, которая далеко впереди выглядит как водная поверхность. В действительности эта поверхность является отражением неба. Ниже уровня глаз в этой «воде» могут появиться объекты, обычно перевернутые. Над нагретой поверхностью суши формируется «воздушный слоеный пирог», причем ближайший к земле слой — самый нагретый и настолько разрежен, что световые волны, проходя через него, искажаются, так как скорость их распространения меняется в зависимости от плотности среды. Верхние миражи менее распространены и более живописны по сравнению с нижними. Удаленные объекты (часто находящиеся за морским горизонтом) вырисовываются на небе в перевернутом положении, а иногда выше появляется еще и прямое изображение того же объекта. Это явление типично для холодных регионов, особенно при значительной температурной инверсии, когда над более холодным слоем находится более теплый слой воздуха. Данный оптический эффект проявляется в результате сложных закономерностей распространения фронта световых волн в слоях воздуха с неоднородной плотностью. Время от времени возникают очень необычные миражи, особенно в полярных регионах. Когда миражи возникают на суше, деревья и другие компоненты ландшафта перевернуты.

Оптические свойства туманов

Оптические свойства туманов сходны с оптическими свойствами облаков. Солнечный свет хорошо отражается от слоя тумана. Отра-

женный свет составляет около 80 % падающего, т.е. альbedo (коэффициент отражения) туманов, как и облаков, весьма велико. При высоком положении Солнца альbedo уменьшается (однако количественная сторона этого процесса мало исследована).

Часть падающих лучей поглощается туманом. При этом проявляется избирательный характер поглощения: капельки воды, как и водяной пар, хорошо поглощают длинные световые волны (инфракрасные, или тепловые, лучи). Сами капельки тумана также излучают длинные волны в соответствии со своей температурой; с этим связано уменьшение ночного охлаждения почвы и приземного слоя воздуха при наличии облаков или тумана.

Ухудшение видимости предметов в тумане связано, в основном, с рассеянием света. Мелкие частицы тумана (радиусом меньше 0,0005 мм) наиболее сильно рассеивают короткие световые волны (синие лучи), меньше рассеивают длинные волны (красные и инфракрасные лучи). Именно поэтому туманная дымка, когда капельки очень малы, имеет синеватую окраску. В обычных туманах, когда радиус капелек превышает 0,001 мм, световые волны всех длин рассеиваются практически одинаково. Во всех случаях степень рассеяния света, а следовательно, и степень ухудшения видимости предметов, пропорциональны числу капелек или ледяных кристаллов в единице объема. В свою очередь, число капелек в тумане тем больше, чем меньше их радиус и чем больше водность тумана. Поэтому справедлива следующая приближенная формула для оценки видимости L в тумане:

$$L = 2,5 \times (rm/a), \text{ м,}$$

где rm – средний радиус капелек тумана в микронах;

a – водность тумана в граммах на 1 м^3 .

Из этой формулы следует, что при одинаковой видимости при низких температурах размеры капелек в туманах с меньшей водностью меньше, чем в туманах с большей водностью.

При наличии яркого источника света в тумане могут наблюдаться оптические явления, обусловленные особой формой рассеяния света – *дифракцией*. Так, вокруг уличных фонарей при сильном тумане часто наблюдаются радужные венцы. При расположении ту-

мана на некотором расстоянии от наблюдателя в виде четко очерченной туманной массы в отдельных случаях наблюдаются *глюрии* – тени от предметов, окруженные радужными венцами, а иногда и белые радуги. Это явление особенно характерно для горных районов. В ледяных туманах возможно образование кругов вокруг Солнца и Луны.

Учёт погодно-климатических факторов в практике решения дорожных задач

1. Температура воздуха – выбор и обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих требуемый технический уровень дороги, удобство и безопасность движения в течение всего срока её эксплуатации; обоснование технологии производства дорожных работ с использованием различных материалов; организация строительства дорог; расчёт температурного режима дорожных конструкций; прогнозирование и оценка эксплуатируемого состояния дорожных одежд; технологические расчёты, связанные с проектированием теплоизоляционных слоёв, защитных покрытий, битумохранилищ, пропарочных камер, других сооружений и установок.

2. Влажность воздуха – оценка состояния погоды; прогнозирование льдообразования и скользкости на дороге; защита гидрофильных материалов от увлажнения.

3. Солнечная радиация – расчёт температуры дорожного покрытия; проектирование составов органоминеральных смесей; расчёты испарения; определение альбедо для различных материалов; расчёт энергетической освещённости.

4. Атмосферное давление – расчёт мощности двигателей внутреннего сгорания; прогнозирование погоды; оценка давления в приборах и установках; проектирование мероприятий по защите людей, работающих в экстремальных условиях.

5. Атмосферные осадки – определение объёмов ливневого и снегового оттоков; организация строительных работ; проектирование противозащитных мероприятий; определение длительности различных состояний покрытия; расчёт отверстий искусственных сооружений, обеспечение отвода поверхностных вод.

6. Гололедица – борьба с зимней скользкостью; выбор оптимального режима движения автомобиля; расчёт теплообогрева дорожной одежды; регулирование теплотехнических свойств покры-

тия; устройство гидрофобной поверхности покрытия, устройство шероховатой поверхности; планирование оснащённости дорожной службы противолёдными средствами; проектирование баз хранения противогололёдных материалов и систем сигнализации о гололёде.

7. Ветер – проектирование дороги с учётом форм рельефа и расчёта на скорость ветра; проектирование ветрозащитных насаждений и ограждений; назначение ширины полосы движения с учётом отклонения автомобиля; расчёт устойчивого движения автомобиля; размещение АБЗ, ЦБЗ и других предприятий с учётом “розы ветров”; расчёт сопротивления движению; определение объёмов снегоприноса; расчёт инженерных сооружений; учёт ветровой нагрузки на мосты; проверка устойчивости сооружений; проектирование контактных сетей воздушных линий электропередачи и связи.

8. Метель – проектирование дороги с учётом влияния на неё снеготранспорта, высоты насыпи и глубины выемок, форм рельефа, растительности, скорости и направления ветра, наличия инженерного оборудования; проектирование снегозащитных полос и ограждений; снегозадерживающих и снегопериодических заборов; организация борьбы со снежными заносами и работ по зимнему содержанию дорог; обеспечение потребности в ресурсах и оснащённости дорожной службы для предотвращения заносов.

9. Туман – определение дальности метеовидимости; выбор оптимальной скорости движения автомобилей; проектирование дороги с учётом влияния рельефа, ландшафта и растительности на частоту образования тумана; устройство специального искусственного освещения и разметки.

10. Температура почвы – выбор технических средств для производства земляных работ; организация работ по строительству, ремонту и содержанию дорог; производство работ по озеленению и уходу за снегозащитными и декоративными насаждениями; укрепление откосов путём посева трав и одерновки.

11. Промерзания грунта – расчёты водно-теплового режима земляного полотна; теплотехнические расчёты конструктивных слоёв дорожной одежды и земляного полотна; проектирование теплоизоляционных прослоек определение количества циклов “замораживания-оттаивания”; определение оптимальных сроков производства земляных работ.

12. Солнечное сияние – расчёт продолжительности солнечного сияния; определение времени восхода солнца, определение времени захода солнца; разработка графика работы предприятия; подсчёт расхода электроэнергии на освещение рабочих мест и дорог.

13. Снежный покров – определение высоты снегозаносимых насыпей; проектирование снегозащитных полос и ограждений; разработка мероприятий по борьбе со снежными лавинами; организация зимнего содержания автомобильных дорог.

14. Облачность – организация работ по строительству, ремонту и содержанию автомобильных дорог; оценка погодных условий; расчёты видимости на дороге; определение дальности метеорологической видимости.

15. Грозы – учёт при производстве дорожных работ; проектирование молниеотводов.

16. Град – защита свежеуложенных цементобетонных покрытий; проектирование наружной осветительной арматуры; организация строительного производства.

17. Пыльные бури – проектирование защитных сооружений; организация содержания дорог; регулирование движения.

18. Испарение – решение задач тепломассопереноса и сушки материалов; определение физических параметров атмосферы.

19. Конденсация – анализ образования осадков и туманов, увлажнение поверхности дороги, защита гигроскопических материалов от влаги.

Средства защиты глаз человека, сидящего за рулем от ослепления

Применительно к машинным зеркалам заднего вида можно классифицировать и выделить в три группы:

- Оптические (спектральные) средства защиты;
- Электрооптические средства защиты;
- Механические средства защиты.

Механическое противоослепляющее устройство

Зеркало с механическим средством защиты от ослепления предполагает изменение коэффициента отражения путем механических перемещений разных узлов. Самое простое средство - переключение положения "ночь - день" в зеркалах, которые имеют клино-

видные оптические элементы. Иная конструкция предполагает наличие в зеркале отражателя с пониженным коэффициентом отражения, он устанавливается вместо или перед основным оптическим элементом. Управление подобным зеркалом осуществляется при помощи электромеханического привода или вручную.

Работа и устройство зеркала с оптическим клиновидным элементом

При нормальном положении зеркала человек видит отражение от зеркальной поверхности; в противоослепляющем изображение будет передаваться от наружной поверхности стекла. Так как стекло зеркала имеет форму клина, данные отражения находятся под разными углами. Сам водитель чаще всего вручную выполняет переключение положений. Есть такие конструкции зеркал, где предусмотрен измеритель освещенности, который обнаруживает источник яркого света, и электромеханический привод, который по сигналу измерителя переводит зеркало из обычного положения в противоослепляющее.

Смысл зеркал с электрооптическими средствами защиты глаз против ослепления

Такие зеркала оснащаются оптическими элементами с переменной отражающей способностью, к примеру, на жидких кристаллах или на электрохромных стеклах.

Зеркала, которые оснащены переменной отражающей способностью, весьма эффективно защищают глаза водителя от ослепления и при этом сохраняют максимальный уровень об информации о дороге. Но у этих типов противоослепляющих зеркал - высокая стоимость - в силу дороговизны электрохромных жидкостей и жидких кристаллов или сложной технологии покрытия.

Устройство зеркала с переменной прозрачностью на жидких кристаллах

В своем составе зеркало имеет жидкокристаллический материал, который заключен между двумя слоями стекла с использованием прозрачных электродов, а также электронной схемы управления и измерителя освещенности.

В обычных условиях жидкокристаллический слой отражает свет, который на него падает с высоким отражательным коэффициентом. Когда измерителем обнаруживается слепящий свет, на жидкокристаллический слой схемой управления подается разность потенциалов. Это приведет к изменению ориентации кристаллов в слое и, следовательно, увеличению его прозрачности. Часть света, который попал на зеркало, в результате проходит сквозь слой и совокупная яркость изображения понижается. Этим и обеспечивается защита от ослепления.

Устройство электрохромного зеркала

Есть два типа электрохромных зеркал: зеркала на основе тонких электрохромных твердых пленок и на основе электрохромных жидкостей на стекле.

В виде зеркал на основе электрохромных жидкостей между двумя стеклянными пластинами пространство заполнено особой жидкостью, которая прозрачна в обычном состоянии и темнеет под действием тока. На наружную пластину наносится прозрачный электрод, а внутренняя пластина оснащается отражающим металлическим слоем. Когда обнаруживается опасность ослепления, к жидкости передается поток электрического тока - под его воздействием жидкость темнеет и поглощает немного света. От этого и происходит защита от ослепления.

Но самыми распространенными оказались противоослепляющие зеркала на основе оксида вольфрама - твердого электрохромного материала. В конструкции подобных зеркал нет никаких жидкостей.

Спектральные или оптические средства защиты от ослепления

Такие средства основываются на соотношении спектральных характеристик ламп излучения, которые используются в фарах автомобиля, спектров отражения зеркал с новейшим покрытием и спектральной чувствительности зрения человека. Спектральные средства защиты - оптимальное решение проблемы ослепления с точки зрения соотношения результат/цена. Они обеспечивают довольно эффективную защиту при минимальной цене. Помимо этого, спектрально селективная оптика может исключить из конструкции зеркал механические узлы и дорогостоящие материалы.

Работа спектральных средств защиты

Спектральные средства защиты работают по принципу специального подбора спектра отражения зеркала. Подобное зеркало приобретает некоторый цветовой оттенок - тон. Как правило, тон зеркал бывает, синий, зелено-голубой или голубой. Есть зеркала, которые имеют розовый оттенок. Зеркала желто-золотистого тона - это оригинальная разработка компании В«ПолитехВ».

Заключение

Разнообразие оптических явлений велико, так же, как и их влияние на решение дорожных задач. В зависимости от вида оптического явления, выбирают определённые меры. Нельзя забывать, что природа – могучая сила, с которой стоит считаться.

Список литературы

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с.
2. Метеорология и климатология энциклопедия
<http://students.russianplanet.ru>
3. Хромов С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов. — Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1964. — С. 30. — 500 с.
4. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебное пособие для студентов специальности 29.10 – “Строительство автомобильных дорог и аэродромов”/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 1994.-500с.

Ветровые нагрузки на сооружения

Пискун А.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Действие ветра на сооружения проявляется в виде статической ветровой нагрузки и в возбуждении колебаний конструкций. Недостаточность знаний о действии ветра на сооружения приводила к обрушению мостов, высоких зданий, опор линии электропередачи, радиомачт. Основными причинами аварий были ошибки в назначении величины расчетной ветровой нагрузки, неправильное представление о характере ее распределения по сооружению, недостаточный учет аэродинамических характеристик, вибрация конструкций. Если известны расчетная скорость ветра, его порывистость, профиль ветра по высоте, вероятность ветров различной силы и «роза ветров», может быть установлено действие ветра на сооружение.

Ветер — динамическая нагрузка, так как скорость его все время меняется. Реакция сооружения на ветер будет различной: жесткие конструкции воспринимают ее как статическую, реакция гибких конструкций зависит от частоты свободных (собственных) колебаний. Влияние порывов ветра часто оценивают динамическим коэффициентом, учитывающим и повторное их действие.

Для высоких сооружений ветровая нагрузка является основной; при расчете их на прочность и деформативность необходимы более детальные сведения о ветре в месте предполагаемого строительства, чем сообщаемые в нормативных документах.

Карта районирования территории страны по интенсивности ветровой нагрузки, приведенная в книге, составлена для равнинных районов. Местные особенности рельефа географического пункта не показаны на ней из-за недостаточной частоты расположения метеорологических станций и малого масштаба карт. Поэтому большое значение приобретают общие сведения о влиянии на величину скорости ветра долины, холма, горной системы большой водной по-

верхности, городской застройки с высокими зданиями, лесных массивов и др.

Оценка расчетной скорости ветра и анализ влияния его порывов на сооружение вследствие случайного характера явления не могут быть сделаны без привлечения математической статистики.

Ветровая нагрузка на сооружения зависит не только от размеров сооружения и скорости ветра, но и от конструктивной формы, оцениваемой аэродинамическими коэффициентами. Только ясное физическое представление о действии ветра на сооружения, для познания которого привлечены и смежные научные дисциплины, в частности прикладная климатология, аэромеханика, математическая статистика, теория колебаний, может быть гарантией правильного расчета сооружений.

Общие сведения о ветре

Строитель рассматривает ветер как кратковременную нагрузку и источник вибрации конструкций. Для высоких сооружений и зданий, большепролетных конструкций, мостов и др. ясное представление о структуре ветра, законах распространения, интенсивности его, частоте сильных ветров, порывистости является обязательным условием проектирования, поскольку действие ветра определяет прочность и стоимость конструкции

Движение масс воздуха относительно земной поверхности происходит под воздействием разности атмосферного давления, определяемого барическим градиентом, силой трения, отклоняющей силой вращения земли и центробежной силой. Сила трения заметно сказывается в нижних сотнях метров. Барический градиент (бар— единица давления, принятая в метеорологии), являющийся разностью давления обычно на один градус меридиана, выражается в миллибарах $A000 \text{ мбар} = 750 \text{ мм рт. ст.}$

Вследствие турбулентности воздушного потока скорость и направление в той или иной мере колеблются. Величину скорости как осредненную величину определяют с помощью стационарных приборов (флюгера, анемометра и др.), а в свободной атмосфере на больших высотах — с помощью радиозондов, шаропилотных наблюдений и аэростатов. Скорость ветра измеряется в м/сек, иногда оценивается узлами или баллами международной шкалы. Узел— 1

морская миля в час (около 0,5 м/сек). Направление ветра указывают по 8 или 16 румбам горизонта или по азимутальным углам, считая за 0 направление на север; углы отсчитывают по часовой стрелке. Особое значение для общей циркуляции атмосферы имеют возникающие области низкого и высокого атмосферного давлений, называемые циклонами и антициклонами. Они часто наблюдаются в средних широтах и вызывают сильные воздушные течения.

Трение частиц воздуха о поверхность земли отклоняет направление ветра от прямолинейного так, что слева по движению остается более низкое давление атмосферы. С ростом высоты над поверхностью земли влияние силы трения уменьшается, что приводит к повышению скорости ветра. На большой высоте, где влияние трения о поверхность земли исчезает, а движение установившееся и равномерное, ветер дует по изобаре. В метеорологии его называют градиентным. Изобары циклонов и антициклонов не прямые, а замкнутые линии вида эллипсов и окружностей; по ним происходит движение воздушных масс, вследствие чего возникает еще центробежная сила. Для вихря, вращающегося против часовой стрелки, если в центре его пониженное давление, т. е. циклон, радиус действия которого достигает 3000 км, характерны большая порывистость и сильные осадки.

Наиболее разрушительны по своей силе тропические циклоны, иногда движущиеся со скоростью более 50 м/сек. В зоне Карибского моря такие ураганы причиняют колоссальные разрушения и уносят сотни, а иногда и тысячи человеческих жизней. В Восточной Азии их называют тайфунами. Они обрушиваются на наш Дальний Восток, наиболее сильно страдают от них Курильские острова. Вихри над морем называют смерчами, над сушей — тромбами. По визуальным наблюдениям скорость ветра достигает 100 м/сек. Предвестником смерча является длительная жаркая погода и влажность воздуха. Вследствие низкого давления/воздуха внутри вихря и огромной скорости вращения смерч всасывает в себя воду и предметы, встречающиеся на его пути. Летом 1904 г. над Москвой пронесся тромб, почти полностью уничтоживший Анненгофскую рощу, разрушивший массу зданий в Лефортове, в окрестностях Москвы и близлежащих селах. Скорость ветра достигала 60 м/сек.

Движение воздуха в атмосфере турбулентное. С турбулентностью атмосферы связана порывистость ветра. При значительных

кратковременных отклонениях от средних величин скорости говорят о шквалистости ветра. Порывистость ветра в исследованиях характеризуют с помощью средних квадратов пульсации составляющих скорости ветра и стандартных отклонений. Восходящие и нисходящие токи воздуха могут вызвать вихрь с горизонтальной осью — шквал: ветер как бы скачком повышается от слабого до ураганного, достигая 30 м/сек и даже больше. В Москве шквал в мае 1937 г. причинил огромные разрушения, хотя продолжался всего 3—4 мин. Сильные шквалы наблюдаются при жаркой сухой погоде, длившейся в течение многих дней.

Ветровая нагрузка на сооружения

Ветровая нагрузка на сооружения стала привлекать внимание строителей еще в прошлом столетии в связи с появлением стальных конструкций мостов больших пролетов, а применение мачт и башен высотой до 600 м заставило обратить внимание на профиль ветра по высоте. За последнее время интерес к ветровой нагрузке появился у авторов проектов высотных зданий¹, строителей заводов с оборудованием, расположенным на открытом воздухе. Ветровая нагрузка стала доминирующей для линий электропередачи напряжением 220 кВ и более.

Появление сооружений, деформативность которых во многом определяет нормальное протекание технологического процесса, заставило по-иному взглянуть на ветровую нагрузку, не ограничивая ее ролью участника только в прочностных расчетах. Все более широкое внедрение теории вероятностей и математической статистики в практику проектирования строительных конструкций потребовало сведений о вероятности ветров различной силы. Более того, расчет строительных конструкций на ветровую нагрузку стал неотделим от технологических вопросов, когда рассматривается общая надежность системы или выясняется ее оптимальное решение.

Совершенствование методики расчета сооружений, внедрение высокопрочных материалов привело к повышению гибкости конструкций и облегчению их веса, заставило отказаться от взгляда на ветровую нагрузку только как на статическую. Вопросы порывистости ветра важны при проектировании гибких сооружений, динамическое действие ветра на которые вызывает иную реакцию, чем

на жесткие или массивные конструкции. Для сооружений, характерных большими периодами свободных колебаний, особенно у таких, ветровая нагрузка на которые определяет их прочность, нельзя ограничиваться учетом порывистого характера ветра только введением динамического коэффициента в статический расчет.

Ранее порывы ветра рассматривали в виде упругого удара на сооружение и учитывали это динамическим коэффициентом в расчете. При таком подходе оставался открытым вопрос о влиянии повторных порывов ветра, что привело к введению еще коэффициента повторяемости.

Ветровая нагрузка на сооружение зависит от скорости и порывистости ветра, параметров конструкции, включая ее динамические характеристики, аэродинамических коэффициентов формы, размеров и положения конструкции относительно потока. Аэродинамические коэффициенты определяют опытным путем

Ветровая нагрузка на сооружение может быть определена по формуле

$$Q = n \sum c_x \beta q S,$$

где n — коэффициент перегрузки, вводимый при расчете сооружений по предельным состояниям;

c_x —аэродинамический коэффициент—коэффициент лобового сопротивления;

q — нормативный скоростной напор ветра на уровне середины рассматриваемого участка сооружения;

β —коэффициент, называемый динамическим, учитывающий реакцию сооружения на действие порывов ветра;

S — проекция площади сооружения на плоскость, нормальную к направлению ветра.

Здесь скоростной напор ветра

$$q = \frac{1}{2} \rho V^2 \quad \text{кг/м}^2,$$

где ρ —плотность воздуха, зависящая от давления, температуры и влажности;

V — скорость ветра в м/сек.

На больших высотах, в условиях Крайнего Севера температура воздуха может быть ниже нормальной, принимаемой в стандартной

атмосфере равной 15°C , что вызывает повышение расчетного скоростного напора ветра и что иногда учитывают в расчетах.

При неизменной температуре воздуха давление атмосферы с высотой понижается. Это приводит к снижению скоростного напора ветра вследствие уменьшения плотности воздуха. Чаще всего температура воздуха с высотой снижается, что, учитывая понижение атмосферного давления с высотой, позволяет оперировать с постоянным значением плотности воздуха, равным $0,125\text{ кг-сек}^2/\text{м}^3$. Тогда скоростной напор ветра

$$q = V^2/16 \text{ кг/м}^2.$$

Формула показывает, что ветровую нагрузку на сооружение сначала необходимо определить приближенно, затем назначить размеры конструкции, после чего выяснить ее динамические параметры и, наконец, откорректировать величину динамического коэффициента, зависящего от периода свободных колебаний и логарифмического декремента затухания.

Сама природа ветра, когда на среднюю скорость накладываются порывы ветра, подсказывает представления ветровой нагрузки в виде двух компонент, одна из которых статическая, а другая — динамическая:

$$q_D = n(q_0 + q_d),$$

где n — коэффициент перегрузки, учитывающий возможное повышение нормативного скоростного напора q_0 . Он определяется из вероятности появления скорости ветра за больший промежуток времени, чем принятый при определении нормативной величины скоростного напора.

Если в формулу ввести m — коэффициент пульсации скоростного напора, т. е. динамической добавки, определяемой статистическим путем (см. выше), g — коэффициент динамичности, учитывающий реакцию сооружения на пульсацию ветра, тогда расчетный скоростной напор ветра

$$q_D = nq_0(1 + \xi m)$$

$$\text{или } q_D = n\beta q_0,$$

$$\beta = 1 + \xi m$$

коэффициент, учитывающий динамический характер воздействия порывов ветра.

Действие порывов ветра на сооружение зависит от периода свободных колебаний и, что не менее важно, от затухания, характеризуемого чаще всего логарифмическим декрементом b . Последний зависит от вида основного материала и конструктивного решения. Декремент затухания, определяемый опытным путем, принимают по данным о поведении подобных конструкций.

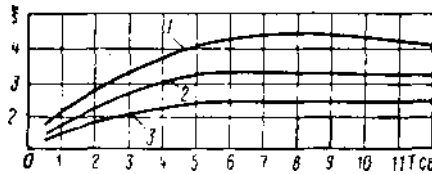


Рис. 1 Коэффициент динамичности в зависимости от периода свободных колебаний сооружений

1 — для гибких стальных сооружений ($b \ll 0,1$); 2 — для металлических и деревянных сооружений ($b \ll 0,15$); 3 — для железобетонных и каменных сооружений ($b \gg 0,3$)

Динамические коэффициенты могут быть представлены в виде семейства кривых в функции периода свободных колебаний сооружения. На рис. 1 приведены графики для трех характерных групп: гибких стальных конструкций, металлических, деревянных и железобетонных и каменных, что следует из рекомендаций С-НиП. Эти графики являются осредненными для всех семи районов по интенсивности ветровой нагрузки.

Влияние порывов ветра на сооружение становится пренебрежимо малым, если период его свободных колебаний меньше 0,25 сек.

Период свободных колебаний сооружения определяют обычным путем, после чего по рис. 1 находят коэффициент для рассматриваемого вида конструкций, а затем по формуле — коэффициент B .

Для гибких сооружений, большепролетных мостов и др., характеризующихся значительно большим влиянием высших форм свободных колебаний, нельзя ограничиться учетом только основного тона. Например, вертикальные консольные стержни большой гибкости, что характерно для телевизионных башен, различных выста-

вочных конструкций, монументов, оказываются перегруженными, если в их расчетах не были учтены вторая и третья формы свободных колебаний. В мачтах с оттяжками иногда учитывают и четвертую гармонику (проект СНиП).

Аэродинамические коэффициенты, связывающие сопротивление конструкций ветру и наветренную площадь, определяют по справочным материалам, основанным на исследовании моделей и, реже, природы. Величина ветровой нагрузки зависит от абсолютных размеров сооружения, потому что среднее удельное давление на большое по площади тело, например щит, меньше, чем на подобное по форме тело, но меньших размеров.

Суммарная ветровая нагрузка на горизонтальные провода, канаты, а также на большой длины сооружения, по данным натурных наблюдений, оказывается меньше, чем следовало бы из рассмотрения постоянной по пролету наибольшей расчетной скорости ветра. Это учитывают понижающими коэффициентами при расчете проводов линий электропередачи и других конструкций.

Коэффициент перегрузки, вводимый в расчет прочности, зависит от назначения сооружения, планируемого срока службы и роли ветра в общем комплексе нагрузок. Для высоких сооружений и других, преобладающее значение ветровой нагрузки для которых, очевидно, коэффициент перегрузки принимают 1,3, т. е. выше, что и учтено СНиП.

Для проектирования радиомачт и телевизионных опор, опор линий передачи электрической энергии, конструкций подъемных кранов издаются свои правила. Ветровую нагрузку на железнодорожные, автодорожные и городские мосты, канатные дороги, кабель-краны, перегружатели часто выделяют в отдельные нормативные документы, базирующиеся на основных нормах- стандартах.

При проектировании уникальных сооружений, большепролетных мостов, выставочных павильонов, часто самой разнообразной формы, требуется более тщательное рассмотрение ветровой нагрузки, в котором наряду с рациональным назначением величины скоростного напора ветра большое внимание уделяют аэродинамическому комплексу вопросов. Часто без исследований моделей сооружения в аэродинамической трубе нельзя обойтись. Это, например, стало обязательным при проектировании, всяческих мостов, радиотелескопов, радиомачт большой высоты.

Заключение

Учёт ветровой нагрузки на сооружения является очень важным фактором, который стоит учитывать на всех стадиях проектирования и строительства зданий и сооружений.

Список литературы

Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения / Г. А. Савицкий, Москва, 1972г.

СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.

**Учет «Розы ветров» при проектировании зданий, сооруже-
ний и предприятий дорожной индустрии
Свирков В.П.**

Белорусский национальный технический университет

Понятие «Роза ветров»

Роза ветров (в большинстве языков она называется «Роза компаса»), — векторная диаграмма, характеризующая в метеорологии и климатологии режим ветра в данном месте по многолетним наблюдениям и выглядит как многоугольник, у которого длины лучей, расходящихся от центра диаграммы в разных направлениях (румбах горизонта), пропорциональны повторяемости ветров этих направлений («откуда» дует ветер). Розу ветров учитывают при строительстве взлётно-посадочных полос аэродромов, автомобильных дорог, планировке населенных мест (целесообразной ориентации зданий и улиц), оценке взаимного расположения жилого массива и промышленной зоны (с точки зрения направления переноса примесей от промышленной зоны) и множества других хозяйственных задач (агрономия, лесное и парковое хозяйство, экология и др.).

Роза ветров, построенная по реальным данным наблюдений, позволяет по длине лучей построенного многоугольника выявить направление *господствующего*, или *преобладающего* ветра, со стороны которого чаще всего приходит воздушный поток в данную местность. Поэтому настоящая роза ветров, построенная на основании ряда наблюдений, может иметь существенные различия длин разных лучей. То, что в геральдике традиционно называют «розой ветров» — с равномерным и регулярным распределением лучей по азимутам сторон света в данной точке (см. рисунок) — является распространённой метеорологической ошибкой; на самом деле это всего лишь географическое обозначение основных географических азимутов сторон горизонта в виде лучей.

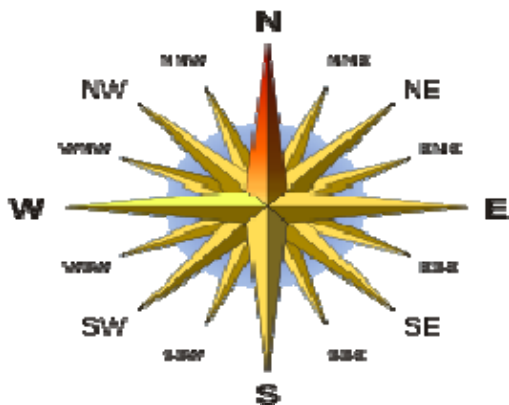


Рис1.-лучевая роза ветров

Ветер

Общие сведения и способы измерения

Определение ветра. Воздух лишь в редких случаях находится в состоянии покоя. Обычно он перемещается как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях. *Движение воздуха в горизонтальном направлении и называют ветром.*

Причина ветра. Причиной возникновения ветра является неравномерное распределение давления воздуха у земной поверхности, вызываемое неравномерным распределением температуры воздуха. Неравномерное же распределение температуры воздуха связано с тем, что в зависимости от географической широты и характера подстилающей поверхности одни участки земной поверхности нагреваются больше, чем другие.

В более тёплых участках происходит нагревание и, следовательно, расширение воздуха, вызывающее вытеснение части воздуха вверх и отток его в высоких слоях от тёплых участков к более холодным. Вследствие этого у земной поверхности в более нагретых местах будет наблюдаться понижение давления, а в менее нагретых – повышение давления. Это будет вызывать отток воздуха от менее тёплых участков, где давление выше, к более тёплым, где давление ниже. Притекающий к тёплым местам воздух будет нагреваться и расширяться, и в высоких слоях оттекает к холодным участкам, где он будет опускаться вниз и у земной поверхности перемещаться к более нагретым участкам.

Направление ветра. Ветер имеет две основные характеристики – *направление* и *скорость*. Скорость выражается количеством метров, проходимым ветром в 1 сек. Направление ветра определяется точкой горизонта, откуда дует ветер. Направление ветра обычно определяется по 8 или 16 румбам.

Направление ветра не остаётся постоянным. Оно меняется как в течение суток, так и в течение года. По данным определений за большой промежуток времени устанавливают *повторяемость каждого направления ветра* и, таким образом, выясняют для данного пункта характер распределения ветра по точкам горизонта. Для наглядности этого распределения строят чертёж, называемый *розой ветров*. Роза ветров даёт наглядное представление о преобладании различных ветров в данном пункте за какой-либо период времени – месяц, сезон, год.

Порывистость ветра. Ветер обычно не имеет постоянного направления и скорости. Он всегда дует неравномерно – толчками, порывами. Эта порывистость обусловлена очень быстрыми изменениями направления и скорости ветра.

Порывистость ветра создаётся турбулентностью – динамической и термической. Динамическая турбулентность образуется вследствие обтекания воздухом неровностей земной поверхности, термическая – вследствие неодинакового нагревания отдельных участков земной поверхности. В воздушном потоке при таких условиях образуется огромное количество вихрей различных диаметров, которые увлекаются потоком в направлении его движения. Эти турбулентные движения вызывают быстрые изменения направления и скорости ветра и приводят к образованию порывистости.

Турбулентное состояние воздуха усиливается при наличии неровностей на земной поверхности. Оно также усиливается и при термической конвекции. Поэтому порывистость ветра возрастает при наличии возвышенностей, долин, кустов, деревьев и других препятствий. С увеличением высоты порывистость ветра ослабевает. Порывистость ветра возрастает летом в околополуденные часы, когда термическая конвекция достигает наибольшего развития. С усилением ветра возрастает турбулентность, и в связи с этим увеличивается и порывистость. Наконец, порывистость ветра зависит от типа воздушной массы.

Холодная масса воздуха, перемещаясь вдоль более тёплой поверхности, снизу нагревается. В ней создаётся термическая конвекция, которая способствует развитию турбулентности и, следовательно, повышенной порывистости ветра. Тёплая же воздушная масса при перемещении вдоль более холодной поверхности снизу охлаждается и вследствие этого приобретает вертикальную устойчивость. При таких условиях турбулентность ослабевает, и ветер принимает более ровный характер.

Скорость ветра. При движении воздуха вдоль земной поверхности на него действует сила трения о земную поверхность. Последняя вызывает значительные изменения, как в скорости ветра, так и в направлении его, причём наибольшие изменения наблюдаются в слое, который соприкасается с поверхностью земли. Влияние трения на скорость воздуха с высотой ослабевает. Поэтому наименьшие скорости ветра наблюдаются у земной поверхности, по мере же удаления от неё они увеличиваются. Это увеличение скорости в нижних слоях идёт сначала очень быстро, а затем замедляется. Наблюдения показали, что в среднем за год на высоте 300 м скорость ветра в 4 раза больше, чем на высоте 21 м.

В условиях равнинной безлесной местности скорость ветра больше, чем в условиях холмистой или лесистой местности.

Давление ветра. Воздух, перемещаясь вдоль земной поверхности с той или иной скоростью, производит на предметы и сооружения, находящиеся на его пути, давление. Чем больше скорость ветра, тем более значительное давление он оказывает на предметы и сооружения.

Характеристики ветра

Путём обработки данных замеров по упомянутым выше приборам получают следующие климатические характеристики (показатели) скорости и направления ветра.

Основные показатели скорости ветра:

средняя месячная скорость ветра;

среднее квадратическое отклонение, коэффициенты вариации, асимметрии и автокорреляционная функция скорости ветра;

повторяемость различных градаций скорости ветра. Для расчёта повторяемости обычно принимаются неравные градации скорости ветра: 0, 1, 2–3, 4–5, 6–7, ..., 16–17, 18–21, 22–24, 25–28, 29–34,

35–40, 40–45, Обычно определяют скорости ветра, возможные один раз в 10, 25, 50, 100 лет;

месячный и годовой максимумы скорости ветра (наблюденный максимум и расчётные максимумы различной вероятности);

число дней со скоростью ветра, равной или превышающей заданное значение. Принято определять число дней со скоростью ветра более 15 м/сек. Такая характеристика приводится в климатических справочниках. Днём с максимальной скоростью ветра называется день, когда скорость более 15 м/сек наблюдалась хотя бы один раз в срок наблюдений или между сроками;

повторяемость коэффициентов порывистости при различных скоростях ветра. Коэффициент порывистости называют отношение скорости ветра в порыве за 10-минутный интервал к средней скорости за этот же интервал. Коэффициент порывистости вычисляют совместно со скоростью ветра, при которой он наблюдается.

Направление ветра характеризуется повторяемостью различных румбов как по каждому из сроков, так и для всех сроков вместе. Её вычисляют для каждого из восьми румбов и выражают в процентах к общему числу случаев, когда отмечался ветер. При этом штили в общее число случаев не включают. Повторяемость штилей вычисляют отдельно и выражают в процентах от общего числа наблюдений.

Характеристики ветра, включённые в СНиП. В главу СНиП “Строительная климатология” в качестве климатических параметров включены:

- для холодного периода года - преобладающее направление ветра за декабрь – февраль, максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь и средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $J 8^{\circ} C$;

- для тёплого периода года – преобладающее направление ветра за июнь–август и максимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль.

Причины учета «Розы ветров»

Учет розы ветров при выборе мест дислокации предприятий дорожной индустрии

Применение символа Роза Ветров

Прежде всего, Розу ветров используют метеорологи. Перед тем, как построить какой-нибудь важный объект, например аэропорт, специалисты метеорологи составляют график наблюдения за ветром, который и будет называться Роза ветров. И по длине лучей можно определить о преобладающем воздушном потоке в данной территории. Поэтому истинный график Розы Ветров будет иметь различную длину лучей.

Изображение Розы Ветров можно найти в углу практически любой карты

У этого символа есть еще одно название – навигационная звезда. Изначально этот символ использовался мореплавателями, для которых звезды были главными ориентирами.

Роза Ветров используется как символ МЧС в Российской Федерации.

16 лучевая Роза Ветров является символом ЦРУ США.

А на флаге НАТО изображена 4-лучевая Роза Ветров, вероятно, она означает равномерное расширение НАТО на все 4 стороны света.

До сих пор Роза Ветров и компас являются символами искателей приключений, свободы и странствий.

Роза Ветров является символом Специальных сил Южной Африки (SASF).

В астрологии символом звезды Арктур является Роза Ветров черного или темно-синего цвета.

На коллекционной монете в 20 евро (Сан-Марино) на переднем плане – роза ветров – символ поездки Марко Поло.

Мероприятия по защите атмосферного воздуха от загрязнений

Защита окружающей среды — это комплексная проблема, требующая усилий учёных и инженеров многих специальностей. В качестве средств защиты окружающей среды применяют:

- 1) аппараты и системы для очистки газовых выбросов от примесей;
- 2) вынесение промышленных предприятий из крупных городов в малонаселённые районы с непригодными и малопригодными для сельского хозяйства землями;
- 3) оптимальное расположение промышленных предприятий с учётом топографии местности и розы ветров;

- 4) установление санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий;
- 5) рациональную планировку городской застройки, обеспечивающую оптимальные условия для человека и растений;
- 6) организацию движения транспорта с целью уменьшения выброса токсичных веществ в зонах жилой застройки;
- 7) организацию контроля за качеством окружающей среды.

Площадки для строительства промышленных предприятий и жилых массивов должны выбираться с учётом аэроклиматической характеристики и рельефа местности. Промышленный объект должен быть расположен на ровном возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами. Площадка жилой застройки не должна быть выше площадки предприятия, в противном случае преимущество высоких труб для рассеивания промышленных выбросов практически сводится на нет. Взаимное расположение предприятий и населённых пунктов определяется по средней розе ветров тёплого периода года. Промышленные объекты, являющиеся источниками выбросов вредных веществ в атмосферу, располагаются за чертой населённых пунктов и с подветренной стороны от жилых массивов. Размеры этих зон устанавливаются в зависимости от:

- мощности предприятия;
- условий осуществления технологического процесса;
- характера и количества выделяемых в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ.

Группа санитарно-технических мероприятий: установка газопылеочистного оборудования, герметизация технологического и транспортного оборудования, сооружение сверхвысоких дымовых труб. Группа технологических мероприятий: улучшение технологии производства и сжигания топлива; создание новых технологий, основанных на частично или полностью замкнутых циклах, при которых исключаются выбросы вредных веществ в атмосферу. В то же время решается важная задача — утилизация и возвращение в производство ценных продуктов, сырья и материалов. Группа планировочных мероприятий: оптимальное расположение промышленных предприятий с учётом «розы ветров», создание санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий, вынос наиболее токсичных производств за черту города, рациональная планировка городской застройки, озеленение городов. При проектировании,

строительстве, реконструкции городов и других населенных мест необходимо учитывать «розу ветров» (преобладающее направление), состояние атмосферного воздуха и прогноз его изменения. В городах не разрешается размещать промышленные предприятия (металлургические, химические и др.), распространяющие пылевидные и газообразные выбросы и тем самым сильно загрязняющие атмосферный воздух. Такие предприятия следует располагать вдали от крупных городов и с подветренной стороны для господствующих ветров по отношению к ближайшему жилому району. С учетом преобладания западных и северо-западных ветров в городах Беларуси промышленные предприятия размещаются преимущественно на восточных и юго-восточных окраинах. Размещение, проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых промышленных и сельскохозяйственных комплексов, предприятий, сооружений и других объектов должно обеспечить сохранение нормативов качества атмосферного воздуха. Совокупность выбросов, а также вредных физических и других воздействий от проектируемых и действующих предприятий не должна приводить к превышению нормативов ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Планировочные мероприятия по оздоровлению окружающей среды включают также приемы застройки и озеленения территории города, функциональное ее зонирование, учет местных природно-климатических факторов, сооружение транспортных развязок, кольцевых дорог, использование подземного пространства и др. С целью охраны атмосферного воздуха на территориях населенных мест при размещении новых объектов и реконструкции действующих устанавливаются санитарно-защитные зоны. Санитарно-защитная зона — это территория вокруг предприятия, где возможно превышение ПДК для одного или нескольких загрязняющих веществ. Проживание людей в этой зоне не предусматривается, однако в крупных городах данное правило часто не выполняется. Размер зоны определяется в зависимости от класса (токсичности) загрязнителя, типа промышленного предприятия и его производственной мощности. Санитарно-защитная зона должна быть озеленена газоустойчивыми древесно-кустарниковыми породами. Большое значение для защиты атмосферного воздуха имеют мероприятия по озеленению городов и пригородных зон. Известно, что зеленые насаждения — «легкие» города. Они очищают воздух

от вредных веществ, пыли, газов, снижают шум в жилых кварталах, повышают влажность воздуха в жаркие дни. Один гектар зеленых насаждений за год очищает 10 млн м³ воздуха, а за час поглощает 8 кг углекислого газа, который выдыхают за это время 200 человек. Газозащитный эффект зеленых насаждений зависит от характера посадки, видового состава деревьев и кустарников, времени года. Учитывая важную роль зеленых насаждений, в Беларуси последовательно проводится принцип озеленения населенных мест. В проектах застройки городских поселений отражается система мероприятий по созданию, сохранению и использованию зеленых насаждений для улучшения условий жизни населения, оздоровления воздушного бассейна, рационального использования природного ландшафта. Площадь зеленых массивов и насаждений в городах Беларуси составляет около 40 тыс. га, из них в г. Минске — 5,7 тыс. га. На одного горожанина страны приходится 60 м² зеленых насаждений, на каждого жителя столицы — 33 м², по генеральному плану развития г. Минска этот показатель намечается значительно увеличить. Состояние воздушной среды крупных и средних городов во многом обусловлено наличием пригородной зеленой зоны — занятой преимущественно лесами, лесопарками и другими зелеными насаждениями. Первые зеленые зоны в Беларуси появились с 1945 г. вокруг Бобруйска, Барановичей, Борисова, Бреста, Вилейки, Витебска, Гомеля, Гродно, Лиды, Мозыря, Молодечно, Осиповичей и Минска. В настоящее время их около 120 с общей площадью более 1,2 млн га. Самая большая зеленая зона — вокруг г. Минска, в радиусе до 80 км, площадью до 300 тыс. га, что обеспечивает около 180 м² зеленых насаждений в расчете на одного минчанина.

Озеленение промышленных территорий

Современное развитое промышленное производство, несмотря на ряд мер, применяемых для сокращения выбросов, является источником постоянного загрязнения атмосферного воздуха. Поэтому важное значение в оздоровлении окружающей среды имеют озелененные санитарно-защитные разрывы между промышленными предприятиями и жилыми территориями. Для промышленных предприятий в зависимости от класса вредности ширина санитарно-защитной зоны колеблется от 50 до 1000 м, но на практике может достигать 3—5 км и более. Проект озеленения санитарно-защитной

зоны по строительным нормам и правилам является составной частью общей проектной документации на строительство предприятия. Созданию проекта озеленения должны предшествовать: изучение санитарно-гигиенических условий (источники загрязнений и их размещение, состав и концентрация выбросов, зона их распространения, источники шума и других вредностей, а также аэрационные особенности территории и уровень ее инсоляции); изучение почвенных условий и уровня залегания грунтовых вод, ассортимента имеющихся растений и их состояния. Изучается также направление основных пешеходных и транспортных потоков, архитектурно-планировочное, панорамное, технологическое и инженерное решение промышленного предприятия и прилегающих территорий. Разработанные различными научными и проектными организациями рекомендации и технические указания по озеленению санитарно-защитных зон промышленных предприятий содержат ряд общих принципов и положений:

1. Зеленые насаждения должны занимать 60—70% территории санитарно-защитной зоны.

2. Рекомендуется располагать насаждения так, чтобы обеспечить чередование открытых и закрытых (занятых посадками деревьев и кустарников) пространств, что будет способствовать рассеиванию газообразных выбросов. Возникающие при этом горизонтальные и вертикальные потоки воздуха способствуют успешному проветриванию территории промышленного предприятия и всей зоны.

3. Не рекомендуется создание загущенных посадок и очень крупных массивов плотной структуры.

Рекомендуется также зонировать территорию по степени и характеру загрязненности атмосферного воздуха. При этом следует учитывать: мощность и профиль предприятия; взаимное расположение источников организованных и неорганизованных выбросов; рельеф местности; «розу ветров» (особенно важен характер ветров в вегетационный период) и микроклиматические условия. В результате выделяемые зоны не располагаются концентрическими окружностями вокруг основных точек выбросов. Чаще всего зонирование выглядит как система отдельных пятен или взаимосвязанных, вклинивающихся и перемежающихся друг с другом. Например, при преобладании на участке ветров одного направления размещение зон в целом принимает вид эллипсов. Для предприятий нефтехимии ха-

рактрно линейное расположение зон. В понижениях рельефа и в других местах застоя воздуха располагаются, как правило, участки постоянной загазованности, а на продуваемых территориях — периодической. Для каждой зоны выбирается свой тип размещения насаждений и соответствующий ассортимент растений. Размещаемые в санитарно-защитной зоне насаждения должны выполнять одновременно две задачи: защищать атмосферный воздух селитебной территории от загрязнения и защищать себя от повреждений выбросами. С учетом функционального назначения на каждом конкретном участке определяется тип посадки — «изолирующие» или «фильтрующие» насаждения. Важным мероприятием на стадии проектирования является подбор ассортимента растений. При этом учитываются географическое районирование породы, соответствие ее экологическим условиям озеленяемой территории, устойчивость растения к воздействию данного вида выбросов. В санитарно-защитных зонах необходимо создавать смешанные насаждения, обладающие наибольшей биологической устойчивостью и высокими декоративными достоинствами. Однако не следует стремиться к увеличению количества пород. Лучше выбрать одну-две устойчивые древесные и две-три кустарниковые породы с учетом их взаимодействия. При этом не менее 50% общего числа высаживаемых деревьев должна занимать главная древесная порода, обладающая наибольшей жизнеспособностью в данных почвенно-климатических условиях и конкретной производственной ситуации (т. е. устойчивостью к действию выбросов данного предприятия). Остальные древесные породы являются дополнительными, способствующими лучшему росту главной породы.

Озеленение промышленных предприятий

Озеленение промышленной площадки любого предприятия должно представлять собой единую комплексную функциональную систему зеленых насаждений, увязанную с архитектурно-планировочным решением сооружений промышленного комплекса и его пространственной композицией. Решение системы озеленения для каждого типа предприятий должно быть различным. Так, на территории химических предприятий, выделяющих в атмосферу газы, система озеленения должна способствовать улучшению условий труда, создавать хорошую аэрацию территории и препятство-

вать прониканию вредных выбросов в селитебную зону. Здесь не рекомендуется в больших количествах высаживать деревья и кустарники в связи с их ветрозащитными, газозадерживающими и увеличивающими влажность воздуха свойствами. Систему озеленения территории такого типа предприятий составляет газоустойчивый газон, занимающий до 100% озеленяемой площади, с небольшим включением газоустойчивых деревьев и кустарников. Деревья размещаются одиночно или небольшими группами по 3—5 шт., кустарники — рыхлыми группами. Лучшими для этой цели являются высокоствольные с ажурной кроной деревья и низкорослые кустарники. На территории предприятий, предъявляющих высокие санитарно-гигиенические требования к окружающей среде, например на молочных заводах, создается такая система озеленения, которая препятствовала бы образованию пыли, изолировала бы отдельные участки (экспедиционный двор, зону вспомогательных зданий, проезды и другие элементы) от главного производственного корпуса, а предохраняла производство от проникания вредных выбросов с других территорий. С этой целью на территории предприятий создают газоны, густые древесные и кустарниковые посадки, занимающие 50—80% всей озеленяемой площади. Древесные насаждения в пределах нормы приближаются к зданиям. Для озеленения подобных предприятий рекомендуется использовать растения, обладающие бактерицидными свойствами. Озеленение территорий промышленных предприятий, выделяющих в ходе технологического процесса пыль, осуществляется за счет густых древесно-кустарниковых насаждений. Озеленение складских и транспортных зон может состоять из газонов с единичной посадкой деревьев и кустарников. В зависимости от характера производства, величины предприятия и размещения его в системе населенного пункта озеленяемая территория делится на ряд зон. Наиболее часто встречающиеся зоны: санитарно-защитная, предзаводская, производственная, складская и транспортная. На заводской и предзаводской территории могут создаваться скверы, имеющие различное назначение: парадные, у входных площадок, у мест кратковременного отдыха рабочих. Парадные скверы, а при линейном расположении предприятия бульвары являются, как правило, центральным композиционным ядром системы озеленения. Их функция — декоративно-композиционная (озеленение мест массовых собраний и митин-

гов, мест размещения различного демонстрационного и агитационного материала), а площадь зависит от величины промплощадки и количества работающих на предприятии и составляет обычно 2—4 га. Парадные скверы часто разбивают и на предзаводской территории у центрального входа. Большая часть территории сквера отводится под площадку с искусственным покрытием. Преимущество здесь следует отдавать цветочному оформлению и газонам. Деревья и кустарники служат только акцентами или фоном или предназначены для необходимого затенения территории. Возможно создание декоративных древеснокустарниковых групп, использование хвойных растений и др. Скверы, расположенные у входов, должны иметь достаточное количество дорог, предназначенных для прохождения большого числа людей в часы пик. Мощение или покрытие асфальтом таких дорог обязательно. Для предохранения насаждения от вытаптывания деревья и кустарники высаживают плотными группами, насыпают гравий в лунки, устраивают переносные цветники в вазах и ящиках. Большую роль в системе озеленения промплощадок играет озеленение внутривозездных проездов. Его задача — изоляция пешеходов и мест приложения труда от шума, пыли и выхлопных газов движущегося транспорта. Вторая задача — правильная, четкая организация грузопотоков и движения людей, третья — улучшение микроклимата.

Способы размещения предприятий на территории города

На территории предприятия при введении пути на площадку устраивают малые станции - типа постов, приемо-отправочных станции и сортировочные. Пункты питания организуют в бытовых помещениях, при цехах или вблизи них. Общезаводские здравпункты, как правило, следует располагать вблизи наиболее многолюдных цехов или особо опасных в отношении травматизма. Пожарные депо должны находиться вне территории предприятия, на участках с выездами на дороги общего пользования, и на расстоянии от предприятия для зданий категорий А; Б; В не более 1,5 км, для зданий категорий Г и Д - не более 3 км. Территория предприятия одной из своих границ должна примыкать к улице или дороге общего пользования или объединяться с ними проездами. На предприятии с территорией не менее 5 га нужно устраивать не менее двух въездов, расположенных на разных сторонах территории. Если

нет сквозного проезда, должен быть предусмотрен внутривоздушных двор шириной не менее 20 м и площадью не менее 400 м², совмещенный с дорогами общего пользования. Грузовые межцеховые потоки рельсового и безрельсового транспорта не должны пересекаться с массовыми человеческими потоками, связанными с переходом рабочих от проходных до бытовых помещений и от них в цеха, столовой и пунктам медицинского обслуживания. Основными направлениями движения материалов и изделий являются: прямолинейные при параллельном расположении зданий; по одному из вариантов, при П-образном расположении зданий - при Ш-образной застройке зданий - для многопролетных зданий. Промышленные предприятия, выделяющие вредные производственные вещества, а также предприятия с огнеопасным производством нужно располагать с подветренной стороны господствующих ветров по отношению к ближайшему жилому или промышленного района и отделять от границ жилых районов санитарно-защитными зонами (разрывами). Господствующее направление ветров определяют на основе данных метеорологических станций по средней розе ветров теплого периода года (для средних скоростей ветра), так как в этих условиях, особенно при большой влажности воздуха, район сильно задымляются. Размер санитарно-защитных зон зависит от степени вредности производства. По этому признаку промышленные предприятия делятся на пять классов. Ширина санитарно-защитной зоны принимается более 1000 м для зданий I класса и до 50 м - для зданий V класса. В санитарно-защитной зоне можно размещать здания только подсобного характера (гаражи, пожарные депо, столовые, склады) и жилые дома для персонала, который может срочно понадобиться в случае аварии на предприятии. Строительная площадка предприятия должна быть незаболоченной, незатопляемых (с отметкой выше отметки расчетного горизонта высоких вод не менее чем на 0,5 м), с относительно ровной поверхностью, не требующей большого объема земляных работ при ее планировании, с небольшим уклоном (0,003 - 0,03) к внешним границам для обеспечения отвода поверхностных вод и облегчения отвода сточных вод. Длинную сторону площадки желательно располагать в направлении горизонталей. Некоторый уклон площадки может быть использован при выборе направления груженого и порожнего транспорта. В климатических районах со снежным покровом более 50 см нужно

обеспечивать сквозное проветривание площадки предприятия. Для этого основные проезды, продольные оси крупных зданий следует размещать под углом не более 45° к преобладающему направлению ветров зимнего периода года, а в северной строительной-климатической зоне — не более 20° к преобладающему направлению движения снега по розе его переноса. В северной климатической зоне для защиты предприятий от ветра и снежных заносов с наветренной стороны следует размещать наиболее длинные и высокие здания перпендикулярно потоку переносимого снега, а также применять снегозащитные устройства (сетчатые ограждения, переносные щиты и т. п.). Относительно стран света и преобладающего направления ветров здания нужно располагать с учетом обеспечения наиболее благоприятного естественного освещения, проветривания площадки предприятия, предотвращения снежных и песчаных заносов. Продольные оси зданий, аэрационных фонарей и стены зданий с проемами, используемыми для аэрации помещений, следует ориентировать в плане перпендикулярно или под углом не менее 45° к преобладающему направлению летних ветров.

Наиболее благоприятным для размещения зданий и их групп и в целом для территории предприятий считается рельеф с максимально допустимым уклоном $0,03—0,05$; уклон менее $0,003$ не обеспечивает стока поверхностных вод; уклон же более $0,05$ неудобен для размещения укрупненных зданий и их групп.

Список литературы

- Леонович И.И. «Дорожная климатология», Минск, БНТУ 2007
- А.А. Топеха «Основы учета климатических и геодезических условий при проектировании и строительстве искусственных сооружений», Хабаровск 2003
- Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с.
- Справочник по климату Беларуси. В 5 частях.-Л.: Гидрометеоздат, 1968

Определение расчетных метеорологических характеристик по данным многолетних наблюдений

Селютин Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Наблюдение и эксперимент в метеорологии

Фактические сведения об атмосфере, погоде и климате получают из наблюдений. Анализ результатов наблюдений служит в метеорологии и климатологии для выяснения причинных связей в изучаемых явлениях.

В общей физике основным методом исследования является эксперимент. Экспериментируя, исследователь вмешивается в ход физических процессов, меняет условия, в которых они протекают, вводит одни факторы и исключает другие с целью выяснения причинных связей в явлениях. Но атмосферные явления крупного масштаба, такие, как общая циркуляция атмосферы или теплооборот на больших пространствах, еще не могут быть существенно изменены вмешательством человека. Даже энергия термоядерных взрывов невелика по сравнению с энергией процессов циркуляции атмосферы, поскольку взрывы при большой их мощности весьма кратковременны. Изменения в физическом состоянии атмосферы, которые создаются термоядерными взрывами, оказываются ограниченными по распространению их влияния и недолговременными (речь идет о физических процессах, а не о заражении атмосферы радиоактивными продуктами распада). Поэтому метеорология, как и другие геофизические науки, должна прибегать к наблюдениям, т. е. к измерениям и качественным оценкам процессов, протекающих в природной обстановке. Непрерывно наблюдая за атмосферными процессами, человек является зрителем и регистратором тех грандиозных опытов, которые ставит сама природа, без его участия.

В ограниченных пределах в метеорологии применяется и эксперимент. К числу метеорологических экспериментов относятся, например, опыты осадения облаков и рассеяния туманов путем различных физико-химических воздействий на них. Такие опыты преследуют практические цели, но они позволяют также глубже

разобраться в природе явления. Насаждение лесных полос, создание водохранилищ, орошение местности и т. п. вносят некоторые изменения в состояние приземного слоя воздуха. Тем самым и они в некоторой степени являются средствами метеорологического (точнее, климатологического) эксперимента.

Применяется и моделирование некоторых атмосферных процессов в лаборатории, т. е. воспроизведение их в малом масштабе и при упрощенных условиях. Так, например, моделируется даже общая циркуляция атмосферы. Возможности такого метода исследования также ограничены.

Статистический и физико-математический анализ

Результаты наблюдений подвергаются анализу в целях выяснения закономерностей, существующих в атмосферных процессах. Первостепенное значение имеет в метеорологии статистический анализ большого материала наблюдений, особенно применение осреднения, которое отсеивает случайные детали явлений и яснее показывает их существенные особенности.

Особенно велика роль этого метода для климатологии. Климатология берет в качестве исходного материала результаты метеорологических наблюдений; эти результаты сопоставляются, сравниваются во времени и пространстве. Для полного представления о климате недостаточно наблюдений единовременных или в течение коротких промежутков времени. Атмосферные процессы настолько изменчивы и многообразны, что для изучения современного климата во всех его особенностях необходимо наблюдать их в течение длительного, многолетнего периода.

Для получения выводов из очень большого количества наблюдений необходимо подвергать результаты наблюдений статистическому анализу; поэтому климатические характеристики являются статистическими выводами из многолетних рядов наблюдений. Такие характеристики могут представлять собой многолетние средние значения различных метеорологических величин, средние из ежегодных отклонений от этих многолетних средних значений, крайние пределы отдельных значений за многолетний период, повторяемости тех или других величин явлений, средние и крайние сроки наступления определенных явлений и т. д.

С помощью статистического метода корреляции можно также установить наличие большего или меньшего параллелизма или противоположности (или отсутствие их) в изменениях различных метеорологических величин во времени. Тем самым можно выяснить, есть ли связь между этими величинами, и количественно выразить степень этой связи.

Для выражения количественных связей между явлениями в метеорологии употребительны также эмпирические формулы, коэффициенты которых подбираются из опыта, т. е. опять-таки из большого числа сравнительных наблюдений.

Статистика, таким образом, помогает яснее представить факты и лучше обнаружить связи между ними. Но статистика не объясняет фактов и связей. А именно их объяснение открывает наиболее надежный путь к предвидению (прогнозу) дальнейшего развития процессов и к сознательному воздействию на них.

Поскольку в метеорологии рассматриваются физические явления, их объяснение может быть дано только на основании законов физики. Наиболее совершенный путь для этого - физико-математический анализ. В XX столетии достигнуты большие успехи в его применении к задачам метеорологии. На основе общих законов физики составляются дифференциальные уравнения, описывающие атмосферные процессы. Подставляя в эти уравнения исходные данные, полученные из наблюдений, и решая уравнения, можно находить количественные закономерности атмосферных процессов и даже прогнозировать их дальнейшее течение. В одних разделах метеорологии этот метод применяется широко, в других - еще недостаточно.

Применение карт

Основные атмосферные процессы разворачиваются на больших пространствах, а их следствия, в виде определенных условий погоды и климата, обнаруживаются в таком же крупном масштабе. Поэтому существенное значение в метеорологии и климатологии имеет сопоставление наблюдений на географических картах. Последующий анализ наблюдений относится уже не к наблюдениям в отдельных пунктах, а к пространственным распределениям наблюдаемых величин.

На карту можно нанести фактические результаты наблюдений, сделанные в разных местах в один и тот же момент. Такая карта называется синоптической; она позволяет видеть, как распределялись условия погоды и, следовательно, каковы были свойства атмосферы и характер атмосферных процессов в этот момент над большой территорией. Составляя синоптические карты для последовательных моментов времени, можно проследить развитие атмосферных процессов и делать выводы о будущей погоде.

На карты можно наносить и результаты статистической обработки многолетних наблюдений; тогда мы получим климатологические карты. Можно составить, например, карты многолетнего среднего распределения величин температуры или осадков на определенной территории за тот или иной месяц, карты средних дат установления снежного покрова, карты повторяемости гроз, карты наибольших или наименьших температур, наблюдавшихся в данной местности, и пр. Климатологические карты облегчают дальнейший анализ фактов, относящихся к климату, позволяют делать выводы о пространственном распределении особенностей или типов климата и т. д.

Метеорологические наблюдения

Метеорологические наблюдения - это измерения и качественные оценки метеорологических элементов. К метеорологическим элементам относятся в первую очередь температура и влажность воздуха, атмосферное давление, ветер, облачность, осадки, туманы, метели, грозы, видимость. Сюда же присоединяются и некоторые величины, непосредственно не отражающие свойств атмосферы или атмосферных процессов, но тесно связанные с ними. Таковы температура почвы или поверхностного слоя воды, испарение, высота и состояние снежного покрова, продолжительность солнечного сияния и т. п. В меньшем числе мест производятся еще наблюдения над солнечным и земным излучением и над атмосферным электричеством.

Метеорологические наблюдения над состоянием атмосферы вне приземного слоя, до высот около 40 км, носят название аэрологических наблюдений. От них отличаются по методике наблюдения

над состоянием высших слоев атмосферы, которым можно дать название аэрономических наблюдений.

Наиболее полные и точные наблюдения производятся в метеорологических и аэрологических обсерваториях, имеющих во всех странах мира. Число таких обсерваторий, однако, невелико. Кроме того, даже самые точные наблюдения в немногочисленных пунктах не могут дать исчерпывающего представления обо всей жизни атмосферы, поскольку атмосферные процессы протекают в разной географической обстановке по-разному. Поэтому, кроме метеорологических обсерваторий, наблюдения над основными метеорологическими элементами ведутся еще на многих тысячах метеорологических станций и многих сотнях аэрологических станций по всему Земному шару.

Метеорологическая сеть

Для изучения географического распределения метеорологических элементов и сравнения состояния атмосферы (погоды и климата) в различных местах Земли необходимо, чтобы метеорологические станции в каждой стране и во всех странах мира вели наблюдения по возможности однотипными приборами, по единой методике, в определенные часы суток. Иными словами, станции в каждой стране и в мировом масштабе должны составлять единое целое - сеть метеорологических станций, метеорологическую сеть. В каждой стране, в том числе и в России, существует основная государственная сеть метеорологических станций, отвечающая указанному выше требованию - единообразной и согласованной работы. Помимо нее, существуют и метеорологические станции специального назначения, связанные с различными потребностями науки и народного хозяйства (например, станции на курортах, в колхозах, на транспорте и т. п.).

Метеорологические станции общегосударственной сети устанавливаются по возможности равномерно в местах, характерных для данного района. Нужно стремиться к тому, чтобы показания станции были репрезентативными, т. е. характерными не только для ее ближайших окрестностей, но и для возможно большего окружающего района. Метеорологические станции специального назначения размещают исходя из производственных задач.

Длительность и непрерывность наблюдений

Важнейшие условия сетевых метеорологических наблюдений, помимо синхронности, - их длительность и непрерывность. Отдельные годы сильно отличаются друг от друга по режиму атмосферных процессов. Этим определяется необходимость при изучении климата иметь многолетние ряды систематических наблюдений. Для изучения изменений климата метеорологические наблюдения должны производиться вообще неограниченно долго. Важно также, чтобы станции как можно дольше не меняли своего местоположения: перенос станции в другое место обрывает многолетний ряд наблюдений или, по крайней мере, нарушает его однородность. Вредно сказывается на однородности рядов наблюдений застройка местности.

Для целей предсказания погоды также необходимо вести метеорологические наблюдения постоянно и непрерывно: каждый день в атмосфере наблюдаются все новые бесконечно разнообразные условия, а при прогнозе (предсказании) погоды на будущее приходится исходить из фактических условий в настоящем и прошлом.

Программа наблюдений на метеорологических станциях

На наземных метеорологических станциях во всем мире производятся одновременные (синхронные) наблюдения через каждые три часа по единому - гринвичскому - времени (времени нулевого пояса). Результаты наблюдений за эти сроки немедленно передаются по телефону, телеграфу или по радио в органы службы погоды. Там по ним составляются синоптические карты и другие материалы, служащие для предсказания погоды.

На метеорологических станциях основного типа регистрируются следующие метеорологические элементы:

- Температура воздуха на высоте 2 м над земной поверхностью.
- Атмосферное давление.
- Влажность воздуха - упругость водяного пара в воздухе и относительная влажность.

- Ветер - горизонтальное движение воздуха на высоте 10 - 12 м над земной поверхностью. Измеряется его скорость и определяется направление, откуда он дует.

- Облачность - степень покрытия неба облаками, типы облаков по международной классификации, высота нижней границы облаков, ближайших к земной поверхности, скорость и направление движения облаков.

- Количество осадков, выпавших из облаков, их типы (дождь, морось, снег и пр.).

- Наличие и интенсивность различных осадков, образующихся на земной поверхности и на предметах (росы, иней, гололеда и пр.), а также тумана.

- Горизонтальная видимость - расстояние, на котором, вследствие мутности атмосферы, перестают различаться очертания предметов.

- Продолжительность солнечного сияния.

- Температура на поверхности почвы и на нескольких глубинах в почве.

- Состояние поверхности почвы.

- Высота и плотность снежного покрова.

- На некоторых станциях - испарение воды с водных поверхностей или с почвы.

- Регистрируются также метели, шквалы, смерчи, мгла, пыльные бури, грозы, тихие электрические разряды, полярные сияния и некоторые оптические явления в атмосфере (радуга, круги и венцы вокруг дисков светил, миражи).

На береговых метеорологических станциях производятся также наблюдения над температурой воды и волнением водной поверхности. Программа наблюдений на судах отличается в деталях от наблюдений на сухопутных станциях. На большом числе дополнительных станций (постов) производятся наблюдения только над осадками и снежным покровом, так как для лучшего выяснения распределения этих элементов нужна более густая сеть наблюдений. В программу работы станций, имеющих определенный производственный профиль, например сельскохозяйственных, транспортных, авиационных, включаются особые дополнительные наблюдения.

Не все метеорологические элементы наблюдаются в каждый срок наблюдений. Например, количество осадков измеряется четыре раза в сутки, высота снежного покрова - один раз в сутки, плотность снега - один раз в пять дней и т. д.

В программы наблюдений обсерваторий и отдельных станций входят еще актинометрические наблюдения над солнечной радиацией, земным излучением, отражательными свойствами (альбедо) поверхности земли и воды; уточненные наблюдения над температурой и влажностью воздуха на разных высотах в приземном слое воздуха (градиентные наблюдения); измерения содержания в воздухе пыли, химических примесей, радиоактивных продуктов и пр.; атмосферно-электрические наблюдения над ионизацией воздуха, т. е. над содержанием в нем электрически заряженных частиц, и над изменениями электрического поля атмосферы.

Список литературы

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с.
2. Метеорология и климатология энциклопедия
<http://students.russianplanet.ru>
3. Хромов С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов. — Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1964. — С. 30. — 500 с.

**Роль методов математической статистики в обоснованных
расчётных характеристиках атмосферы
Тригубович Ю.В.**

Белорусский национальный технический университет

Введение

Атмосфера Земли является естественной средой обитания человечества и всей биосферы Земли. По этой причине стабильность ее состава представляет собой необходимое условие выживания и качества жизни человечества. Кроме этого очевидного соображения, состав атмосферы влияет на радиационный баланс всей планеты и ее поверхности, на уровень и спектральный состав ультрафиолетового облучения, на климат и погоду. В большинстве развитых стран эти идеи попали в фокус внимания общества приблизительно в середине прошлого столетия, когда стало заметным антропогенное влияние на окружающую среду и, в частности, на атмосферу.

В последние годы чрезвычайно большое значение придается проблемам изменения климата Земли и разрушения озонового слоя нашей планеты. Важность экологических проблем признается в настоящее время многими странами, принимаются различные меры для минимизации отрицательных последствий современного развития человеческого общества, его индустрии, сельского хозяйства и т.д. Вследствие этого, исследования характеристик газового и аэрозольного состава атмосферы являются одной из центральных задач современной физики и химии атмосферы. Эти исследования вызваны как необходимостью детального изучения естественного состояния атмосферы для целей климатологии и метеорологии, так и необходимостью контроля антропогенных воздействий на климат Земли и озоновый слой нашей планеты.

Методы математической статистики применяемые в климатологии

Для оценки погодно-климатических характеристик используются методы математической статистики. Использование их устанавливает:

- 1) Повторяемость различных значений элементов;
- 2) Накопленная повторяемость (обеспеченность);
- 3) Среднее арифметическое значение;
- 4) Крайние (максимальные и минимальные) значения;
- 5) Показатели изменчивости;
- 6) Показатели асимметрии и крутости кривой распределения.

Повторяемость – отношение числа случаев со значением рассматриваемого метеорологического элемента, входящего в данную градацию (интервал) к общему числу членов ряда. Выражается в долях единицы или в процентах.

Суммарную повторяемость, полученную на основании длинного ряда наблюдений, называют интегральной вероятностью или обеспеченностью.

Накопленная повторяемость – отношение суммарного числа случаев, входящих в градацию рассматриваемых участков статистического ряда, к общему числу членов ряда. Её можно определить последовательным суммированием относительных или средних абсолютных частот последующих интервалов к ряду статистического распределения.

Среднее статистическое значение определяется, как отношении суммы значений членов ряда к общему его числу. В качестве дополнительных показателей среднее значение применяется в медианах.

Крайнее значение – это показатели метеорологических элементов, которые зафиксированы в определённый период времени в рассматриваемом географическом пункте. Различают абсолютный максимум или минимум, среднее из максимума или минимума значение, максимум или минимум заданной обеспеченности.

Показатели изменчивости – это расчётные характеристики, с помощью которых оценивается степень рассеивания значений исследуемых

двух элементов по отношению к среднеарифметическому его значению. К показателям изменчивости относят:

- среднеквадратическое отклонение;
- коэффициент вариации;
- дисперсия.

Показатели асимметрии – это величины, характеризующие закономерности распределения случайных величин, отличающиеся от нормального распределения. Показателями асимметрии распределения метеорологических величин являются коэффициент асимметрии (A) и коэффициент эксцесса (\mathcal{E}). При $A=0$ имеет место нормальное распределение метеорологических величин. При $A>0$ распределение асимметрии правостороннее. При $A<0$ распределение асимметрии левостороннее. Распределение будет нормальным, когда коэффициент эксцесса равен нулю. Если $\mathcal{E} > 0$, то крутость положительная и кривая распределения имеет большую вершину. При $\mathcal{E}<0$ крутость отрицательная и кривая распределения имеет более плоскую вершину.

Применение методов математической статистики

Атмосферные процессы, обусловленные взаимодействием большого числа факторов, могут рассматриваться, как случайные. Для выявления их основных закономерностей широко используются методы математической статистики.

Большой интерес представляют поиски различного рода периодичностей в циркуляции атмосферы, которые обуславливают периодичность в ходе основных метеорологических величин и явлений погоды.

При статистическом анализе метеорологических величин необходимо:

- Выявить циркуляционные и физико-географические условия, при которых происходит формирование данного метеорологического элемента или явления погоды;
- Рассчитать климатические характеристики и оценки изменчивости метеорологической величины во времени и пространстве;
- Аппроксимировать эмпирические распределения теоретическими законами;

- Оценить вероятность наступления тех или иных градаций величины, в том числе, экстремальных величин.

Анализ циркуляционных процессов предполагает исследование воздушных масс, климатических фронтов, центров действия атмосферы, оказывающих влияние на формирование полей метеорологических величин в различные сезоны.

Статистический анализ требует определения необходимого объёма используемых данных, редакции данных, расчётов статистических оценок (точечных и интервальных), определения закона распределения случайной величины.

Заключение

Приступая к анализу реальных атмосферных процессов, важно определить закономерности распределения изучаемой метеорологической величины во времени и пространстве с целью применения выявленных закономерностей для диагноза и прогноза погоды. Следовательно, роль методов математической статистики очень велика для климатологии.

Список используемой литературы

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович. – Мн.: БНТУ, 2005. – 485с.
2. Строительная климатология: справочное пособие к СНиП. М.: Стройиздат, 1990.
3. Дымников, В.П., Филатов А.Н. Основы математической теории климата. – М.: ВИНТИ, 1994.

Методология поиска необходимых данных о климате местности в справочной литературе
Филькин О.В.

Белорусский национальный технический университет

Общие положения

Климатология как наука базируется на данных многолетних наблюдений и оперирует средними значениями. При этом широко используются статистические приемы обработки данных метеостанций, которые накапливаются постоянно по определенной установленной системе.

Существенное значение для климатологии имеет расположение метеостанций, тип и характер установок, применяемых приборов, длительная и непрерывная работа станций в неизменных условиях. При обобщении материалов наблюдений широко применяются статистические методы обработки (метод средних величин), современные вычислительные комплексы.

По материалам наблюдений метеорологических станций вычисляются средние многолетние величины и их повторяемость по месяцам для указанных элементов.

Основная идея метода состоит в достижении полной сравнимости вычисленных средних и других данных. На этом построены все способы расчета и использования многолетних средних величин, приведения результатов наблюдений к одному уровню и одному периоду времени и т.п. Данные, систематизированные с помощью этого метода, наносятся на карты и служат для климатологических обобщений.

2. Климатические показатели

При проектировании, строительстве и эксплуатации дорог приходится решать различные задачи с учетом климатических показателей, которые можно разбить на три группы:

1. **Показатели временной структуры** – периодические изменения элемента во времени, т.е. суточные, декадные, месячные и годовые изменения параметров, характеризующиеся амплитудой и моментом наступления экстремальных и других значений элементов (средними данными и повторяемостью).

2. **Показатели неперiodичных изменений элемента, связанности рядов между собой, межсуточной изменчивости, непрерывной продолжительности значений элемента выше или ниже заданного уровня** – коэффициент корреляции между соседними членами ряда; среднее значение межсуточных изменений; среднее квадратичное отклонение межсуточных изменений; средняя непрерывная продолжительность значений элемента выше или ниже некоторого заданного значения (уровня); число периодов непрерывной продолжительности значений элемента выше (ниже) заданного уровня; повторяемость и накопленная повторяемость различных значений непрерывной продолжительности выше (ниже) заданного уровня.

3. **Показатели комплексной оценки метеорологических элементов** – повторяемость и накопленная повторяемость сочетаний значений комплексующих элементов; коэффициент корреляции между значениями комплексующих элементов; корреляционное отношение.

Все основные метеорологические показатели имеют вероятностную природу, и поэтому при их определении используются **методы математической статистики** и, в частности, устанавливаются:

- 1) повторяемость различных значений элемента;
- 2) накопленная повторяемость (обеспеченность);
- 3) среднее арифметическое значение;
- 4) крайние (максимальное, минимальное) значения;
- 5) показатели изменчивости;
- 6) показатели асимметрии и крутости кривой распределения.

Повторяемость – отношение числа случаев со значениями рассматриваемого метеорологического элемента, входящих в данную градацию (интервал), к общему числу членов ряда. Выражается в

долях единицы или в процентах. Суммарную повторяемость, полученную на основании длинного ряда наблюдений, называют интегральной вероятностью, или обеспеченностью.

Накопленная повторяемость – отношение суммарного числа случаев, входящих в градации рассматриваемого участка статистического ряда (до и после определенной величины), к общему числу членов ряда. Ее можно определить последовательным суммированием относительных или средних абсолютных частот соответствующих интервалов в ряду статистического распределения.

Среднее арифметическое значение – отношение суммы значений членов ряда к общему их числу. В качестве дополнительных показателей среднего значения применяются **медиана** – значение среднего члена в ряду значений простого ранжированного распределения, и **мода** – значение, наиболее часто встречающееся в ряду метеорологических измерений.

Крайние значения – предельные показатели метеорологических элементов, зафиксированные в определенный период времени в рассматриваемом географическом пункте. Крайние значения климатических параметров (абсолютная минимальная и абсолютная максимальная температура воздуха, суточный максимум осадков) характеризуют те пределы, в которых заключены значения климатических параметров. Эти характеристики выбирались из экстремальных за сутки наблюдений. Различают абсолютный максимум или минимум, среднее из максимальных или минимальных значений и максимум или минимум заданной обеспеченности.

Показатели изменчивости – расчетные характеристики, с помощью которых оценивается степень рассеивания значений исследуемого элемента по отношению к его среднеарифметическому значению. К показателям изменчивости относятся:

1. Среднеквадратические отклонения

$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{t} (x_t - \bar{x})^2},$$

где n – число наблюдений;

x – значение при t -м наблюдении;

x_i – средняя арифметическая величина.

2. Коэффициент вариации

$$C_v = \sigma / \bar{x}$$

3. Дисперсия

$$x = \sigma^2.$$

Показатели асимметрии – величины, характеризующие закономерности распределения случайных величин, отличающихся от нормального распределения. К ним относится коэффициент асимметрии и эксцесса.

Коэффициент асимметрии определяется по формуле

$$A = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 / n\sigma$$

При $A = 0$ распределение нормальное.

При $A > 0$ распределение асимметричное правостороннее.

При $A < 0$ распределение асимметричное левостороннее.

Асимметрия считается малой при $|A| \leq 0,25$, умеренной при $0,25 < |A| \leq 0,5$ и большой при $|A| > 0,5$.

Коэффициент эксцесса определяется по формуле

$$E = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 / n\sigma^4 - 3.$$

При $E = 0$ распределение нормальное. Если $E > 0$, крутость положительная, и кривая распределения имеет более острую вершину, чем при нормальном распределении. Если $E < 0$, крутость отрицательная, и прямая имеет более плоскую вершину.

Дорожным организациям приходится пользоваться различными метеорологическими показателями; иногда их надо учитывать при выполнении конструкторских, проектных, технологических и организационных работ. В качестве расчетных могут быть использованы следующие показатели:

1. **Для учета солнечной радиации** – уровень солнечной радиации; уровень солнечной радиации заданной обеспеченности;

угол наклона местности (рассматриваемой поверхности) по отношению к солнечным лучам; географическая широта.

2. **Для учета температуры воздуха** – средняя температура воздуха; среднесуточная температура; среднемесячная температура; среднегодовая температура; средняя многолетняя температура; средняя температура наиболее холодного периода года; средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца; средняя амплитуда суточных колебаний температуры; абсолютный максимум; абсолютный минимум; точка росы; продолжительность периода со среднесуточной температурой более $t \text{ } ^\circ\text{C}$; продолжительность периода со среднемесячной температурой менее $t \text{ } ^\circ\text{C}$; средняя продолжительность температуры различных градаций; средняя температура периода со среднемесячной температурой менее $t \text{ } ^\circ\text{C}$; вертикальный градиент температуры; число дней с переходом температуры воздуха через $0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

3. **Для учета температуры грунта (покрытия)** – температура грунта (почвы) на поверхности; температура грунта на глубине h ; глубина нулевой изотермы; максимальная глубина нулевой изотермы; средняя годовая температура грунта; мощность сезонно-мерзлого слоя грунта.

4. **Для учета влияния ветра** – преобладающее направление ветра; средняя скорость ветра; динамическое давление; скоростной напор.

5. **Для учета влажности воздуха** – упругость водяного пара; абсолютная влажность; удельная влажность; относительная влажность; дефицит влажности заданной обеспеченности; интенсивность испарения воды; продолжительность периода испарения воды; точка росы.

6. **Для учета атмосферных осадков** – среднее количество осадков; количество осадков за число дней с осадками более h мм; средняя интенсивность дождя; число дождей n %-ной обеспеченности; продолжительность осадков n %-ной обеспеченности.

7. **Для учета влияния снежного покрова** – высота снежного покрова; среднедекадная высота снежного покрова; продолжительность залегания снежного покрова.

8. **Для учета атмосферного давления** – сила, действующая на единицу горизонтальной поверхности (мм рт. ст.; Па; мб; динамическое давление).

9. *Для учета тумана* – физические условия образования; синоптические условия образования; повторяемость туманов; агрегатное состояние капель воды и кристаллов льда; распределение температуры в тумане; влажность тумана.

10. *Для учета облачности* – микроструктура облаков; влажность облаков; высота нижней границы; вертикальная протяженность; степень покрытия неба облаками.

11. *Для учета других атмосферных явлений*: среднее число дней с грозами; среднее число дней с метелями; прозрачность атмосферы (коэффициент); метеорологическая дальность горизонтальной видимости.

Солнечная радиация (МДж/м²) зависит от географического положения рассматриваемой местности, времени года и облачности. Бывает прямая, рассеянная и суммарная. Определяют солнечную радиацию на горизонтальную и вертикальную поверхность, а также на вертикальную поверхность соответствующей ориентации (южную, юго-западную, юго-восточную, восточную, западную, северную, северо-западную, северо-восточную).

Данные по солнечной радиации и радиационному балансу приводятся в климатических справочниках и получены на основе материалов актинометрических наблюдений.

В *комплекс актинометрических наблюдений* входят измерения прямой и рассеянной радиации, приходящей к деятельной поверхности; радиации, отраженной от деятельной поверхности; радиационного баланса этой поверхности. *Деятельной поверхностью* называют поверхность почвы, воды и растительности, непосредственно поглощающую солнечную и атмосферную радиацию и отдающую излучение в атмосферу. Солнечная радиация, поступающая на деятельную поверхность в виде пучка параллельных лучей, исходящих непосредственно от солнца, называется *прямой солнечной радиацией*. На актинометрических станциях измеряется прямая солнечная радиация, поступающая на перпендикулярную к солнечным лучам поверхность S .

Количество прямой солнечной радиации, приходящее на горизонтальную поверхность S' , зависит от высоты солнца над горизонтом и может быть получено из соотношения

$$S' = S \sin h_{\theta},$$

где h_{θ} – угловая высота солнца над горизонтом.

Часть солнечной радиации, поступающая к деятельной поверхности Земли со всех точек небесного свода после рассеяния в атмосфере, называется *рассеянной радиацией* D . На актинометрических станциях измеряется рассеянная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность.

Прямая и рассеянная радиация относятся к коротковолновой части спектра (с длиной волн от 0,17 до 4 мкм). Фактически земной поверхности достигают лучи с длиной волны от 0,29 мкм.

Общий приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность, состоящий из прямой и рассеянной радиации, называется *суммарной радиацией* Q :

$$Q = S' + D.$$

Интенсивности и суммы радиации относятся к горизонтальной поверхности или к поверхности, перпендикулярной лучам солнца. По этим данным можно рассчитать интенсивности и суммы прямой радиации, а приближенно – и суммы рассеянной и суммарной радиации, поступающей на вертикальные (стены) и наклонные (склоны) поверхности любой ориентации.

Прямую радиацию на стену или склон рассчитывают по формулам

$$S_{\text{в}} = S \cos h_{\theta} \cos (A_{\theta} - A);$$

$$S_{\text{скл}} = S_{\text{в}} \sin \alpha + S' \cos \alpha,$$

где $S_{\text{в}}$ – прямая солнечная радиация, поступающая на вертикальную поверхность;

$S_{\text{скл}}$ – прямая солнечная радиация, поступающая на наклонную поверхность ($S_{\text{скл}}$ и $S_{\text{в}}$ имеют одинаковый азимут);

S – прямая солнечная радиация, поступающая на перпендикулярную к лучам поверхность;

S' – прямая солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность;

h_{θ} – высота солнца;

A_{θ} – азимут солнца;

A – азимут нормали к вертикальной поверхности;

α – крутизна склона.

Уровень солнечной радиации заданной обеспеченности определяется на основании многолетних данных для определенного месяца или определенной местности. Например, если требуется определить максимальную суммарную радиацию 5 %-ной обеспеченности, необходимо провести выборку за 30-50 лет. Данные располагаются в убывающем порядке.

Среднесуточная температура воздуха определяется как среднее арифметическое значение на основании систематических измерений температуры на метеостанции, производимых с интервалом 3 часа (в 0; 3; 6; 9 и т.д.).

Среднемесячная температура воздуха определяется как среднее арифметическое на основании среднесуточных температур.

Среднегодовая температура воздуха определяется как среднее арифметическое среднемесячных или среднесуточных температур.

Температура воздуха наиболее холодных суток. Наиболее холодными сутками в рассматриваемом периоде (декада, месяц, год) являются те, у которых средняя арифметическая величина имеет минимальное значение.

Абсолютный максимум (минимум) температуры воздуха.

Различают *абсолютный максимум (минимум)* – самую высокую (низкую) температуру, которая зафиксирована в рассматриваемом периоде времени, и *средний из ежегодных абсолютных максимумов (минимумов)*, определяемый как среднеарифметическое за ряд лет.

Вероятность температуры ниже или выше абсолютного минимума (максимума) определяется путем деления числа членов ряда, выходящих за указанный интервал, к общему числу членов ряда.

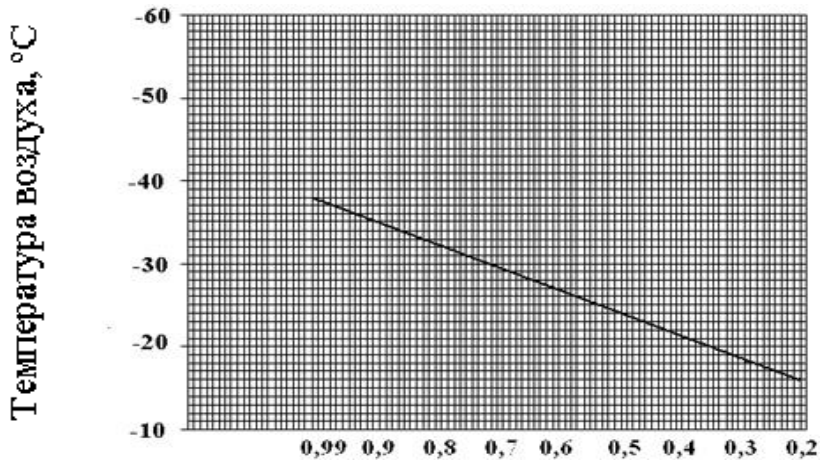
На основании полученных данных в логарифмических координатах строятся интегральные кривые (по оси ординат – логарифмическая шкала температуры воздуха, по оси абсцисс – двойная логарифмическая шкала обеспеченности) (рис. 1.1).

С кривой обеспеченности снимается температура воздуха наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки заданной обеспеченности.

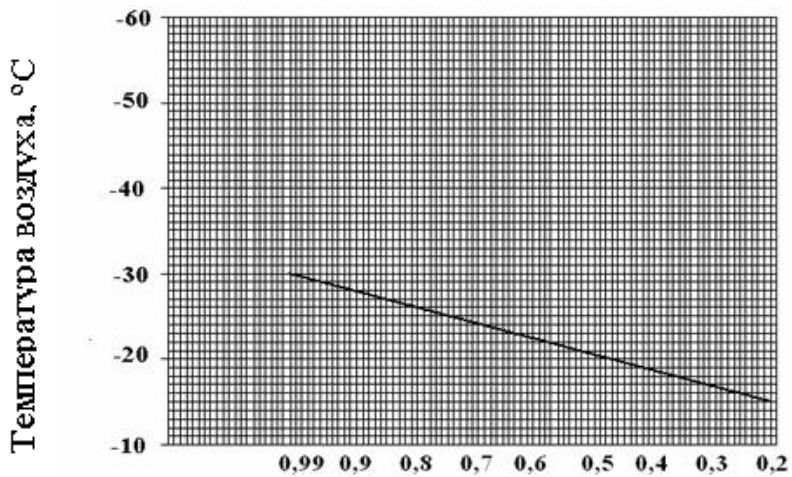
Средняя продолжительность температуры воздуха различных градаций.

За исходную принимается информация о температуре воздуха в определенные сроки наблюдений (обычно – начиная с 0 часов и далее через 3 часа).

а)



б)



Обеспеченность в долях единицы

Рис. 14.1. Интегральные кривые температуры воздуха:
а – наиболее холодных суток; б – наиболее холодной пятидневки

Данные средней продолжительности температуры воздуха различных градаций представляют собой статистическую совокупность числовых значений температуры воздуха t_i , имеющую вид статистического распределения. Оно состоит в группировке числовых значений температуры воздуха по определенным градациям (середина градации t_1, t_2, \dots, t_k) и подсчете абсолютной (m_1, m_2, \dots, m_k) и относительной (P_1, P_2, \dots, P_k) частоты каждой градации температуры воздуха.

Абсолютная частота есть число случаев попадания значений температуры воздуха в ту или иную градацию, причем $\sum m_i = n$, т.е. равна числу наблюдений. Относительная частота градаций выражается отношением $P_i = m_i/n_i$, причем $\sum P_i = 1$.

Статистическая совокупность в виде распределения позволяет получить первое представление об основных закономерностях многолетнего режима температуры воздуха, о наиболее часто встречающихся значениях температуры воздуха и диапазоне ее изменений.

Накопление частоты получают, суммируя последовательно абсолютные или относительные частоты. Выражения для накопленных частот при числе градаций k имеют вид:

не больше t_i :

не меньше t_i :

$$m \leq t_i = \sum_1^i m_j;$$

$$m \geq t_i = \sum_1^k m_j;$$

$$P \leq t_i = \sum_1^i P_j;$$

$$P > t_i = \sum_1^i P_j.$$

Накопленные относительные частоты иногда вычисляют, используя ранжированный ряд (расположение в порядке возрастания или убывания числовых значений членов ряда), по формуле

$$D \leq t_i - m_i(n+1),$$

где m_i – порядковый номер члена ряда;

n – статистический ряд.

Число дней с переходом температуры воздуха через 0 °С. Измерения температуры максимальными и минимальными термометрами позволяют зафиксировать ее экстремальные значения, то есть наиболее высокую и наиболее низкую температуру. Если максимальная температура положительна, а минимальная – отрицательна, имеет место переход температуры воздуха через 0 °С.

При установившейся среднесуточной температуре ниже 0 °С факт перехода температуры в положительную область свидетельствует об оттепели. И, наоборот, при среднесуточной положительной температуре появление отрицательных температур на минимальном термометре свидетельствует о заморозках.

Переходы температуры через 0 °С отрицательно сказываются на состоянии дорожного покрытия; иногда в таких условиях не могут выполняться дорожно-строительные работы.

Расчетная температура воздуха заданной обеспеченности. Расчетную температуру воздуха требуется знать для определения оптимальных размеров дорожных плит, их продольной устойчивости, глубины протаивания оснований и т.д. В зависимости от конкретной задачи расчетная температура обычно выбирается из перечня температур, приведенных в справочниках по климату. В перечнях приводятся среднемесячные, среднегодовые, абсолютные максимальные, минимальные, среднемаксимальные температуры воздуха наиболее жаркого месяца года, а также температуры с обеспеченностью 0,92 и 0,98 для наиболее холодных суток и для наиболее холодной пятидневки и средние температуры наиболее холодного периода для разных пунктов местности.

За **расчетную температуру** необходимо принимать максимальную (минимальную) температуру воздуха в расчетном месяце года за расчетный период эксплуатации объекта. Для покрытия с расчетным сроком эксплуатации n лет обеспеченность расчетной температуры воздуха принимается $n^{-1} \cdot 100\%$.

Для решения задачи в такой постановке расчетная максимальная (минимальная) температура воздуха за сутки, имеющая обеспеченность $p\%$, $t_{a p\%}^{\max(\min)}$, может быть принята равной сумме среднемаксимальной (среднеминимальной) температуры воздуха и нормированной положительной (отрицательной) добавки к ней $\pm \Delta t_{a p\%}$:

$$t_{a p\%}^{\max(\min)} = t_{a \text{mid}}^{\max(\min)} \pm \Delta t_{a p\%}.$$

В формуле знак «+» принимается для определения максимальной, знак «-» – для минимальной суточной температуры воздуха обеспеченностью $p\%$.

Обозначения температур приведены ниже в общем перечне:

t_a – температуры воздуха; t_{ma} – среднемесячная температура воздуха; A_{ma} – среднемесячная амплитуда температуры воздуха; $t_{a\text{mid}}^{\text{max}(\text{min})}$ – среднемаксимальная (среднеминимальная); $\Delta t_{a\text{mid}}^{\text{max}(\text{min})}$ – среднее отклонение температуры от $t_{a\text{mid}}^{\text{max}(\text{min})}$; $t_{a i}^{\text{max}(\text{min})}$ – i -е отклонение температуры от $t_{a\text{mid}}^{\text{max}(\text{min})}$; $t_{a\text{abs}}^{\text{max}(\text{min})}$ – абсолютная максимальная (минимальная); $\Delta t_{a p\%}$ – нормированная (положительная или отрицательная) добавка температуры к $t_{a\text{mid}}^{\text{max}(\text{min})}$; $t_{a p\%}^{\text{max}(\text{min})}$ – расчетная температура воздуха $p\%$ обеспеченности.

Расчетная схема, совмещенная с реальными наблюдениями, представлена на рис. 1.2, там же даны пояснения температур.

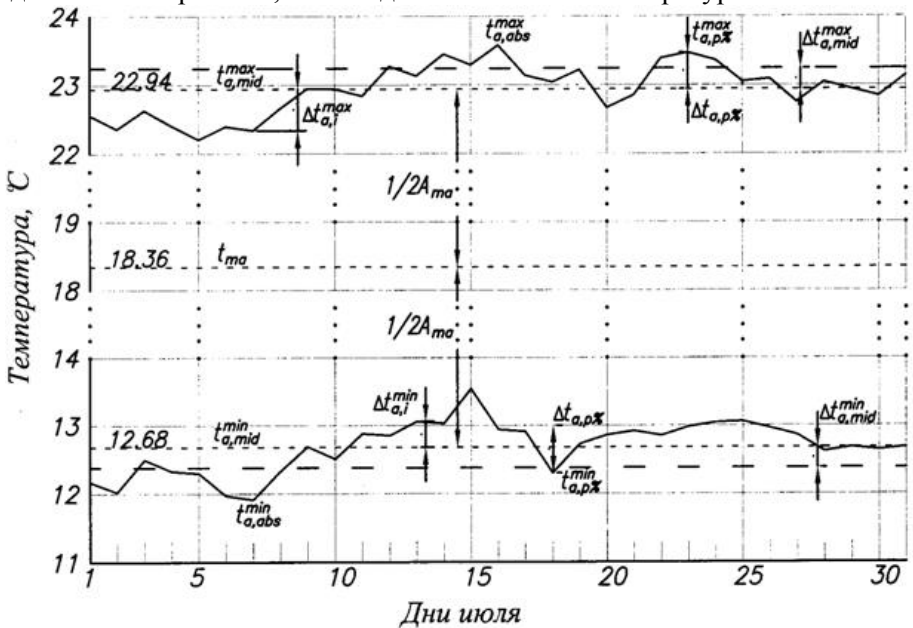


Рис. 1.2. Месячный ход максимальных и минимальных суточных температур

воздуха в г. Минске (июль 2004 г.). Расчетная схема для определения температуры воздуха с обеспеченностью $p\%$

Фактически решение задачи сводится к нахождению закономерности отклонения расчетных температур от среднеголетних – среднемаксимальных или среднеминимальных. При этом принимается, что процесс изменения температур относительно их среднемаксимальных (среднеминимальных) значений является случайным, стационарным и обладает свойством эргодичности. При таком решении задачи закономерность случайных отклонений температур в одном месяце года является такой же, как и за все годы эксплуатации для этого же месяца, поэтому нет необходимости учитывать ее в расчете вариации среднемесячных температур разных лет.

В вышеприведенной формуле параметр $t_{a \text{ mid}}^{\max(\min)}$ принимается по справочным данным, а при их отсутствии определяется равенством

$$t_{a \text{ mid}}^{\max(\min)} = t_{ma} \pm 1/2A_{ma}.$$

Проверка этого равенства для объектов, расположенных в разных природно-климатических условиях, показала, что его точность находится в пределах десятых долей градуса. При использовании для его проверки данных из СНиП 2.01.01-82 и других справочников по климату параметры $t_{a \text{ mid}}^{\max(\min)}$, t_{ma} и $1/2A_{ma}$ для каждого случая необходимо принимать для одного и того же месяца года, учитывая при этом, что наиболее жарким месяцем не обязательно является июль.

Глубина нулевой изотермы. С помощью вытяжных термометров, которые располагаются на глубине 20, 40, 80, 160 и 320 см от поверхности земли, ежедневно определяется температура грунта (почвы). Принимается, что температура изменяется равномерно по мере заглубления. Нулевая изотерма определяется методом линейной интерполяции.

Высота и продолжительность залегания снежного покрова. Высота снежного покрова определяется двумя критериями: средней наибольшей декадной высотой и наибольшей из наибольших декадных. Средняя наибольшая декадная высота снежного покрова за зиму вычисляется как среднеарифметическая наибольших декадных величин за каждый год наблюдения независимо от месяца и декады, когда это имело место.

Продолжительность залегания снежного покрова – это промежуток времени от даты образования устойчивого снежного покрова до его разрушения, причем устойчивым снежным покровом считается

тот, который сохраняется в течение 30 дней с перерывами не более 3 дней подряд; разрушенным же считается снежный покров, если окрестность покрыта снегом менее чем на 60 % (менее 6 баллов).

Скорость ветра определяется на высоте 10-12 м и на расстоянии от окружающих предметов, равном 10-20-кратной высоте. Интервал измерения устанавливается Положением о метеостанциях (1965 г.) 8 раз в сутки. Все вычисления ведутся как среднеарифметические, среднесуточные, среднемесячные, среднегодовые и средние многолетние.

Повторяемость скорости ветра вычисляется как отношение числа ветров заданной градации к общему числу зафиксированных значений.

Фактические значения округляются в соответствии с этой градацией по правилам округления.

Повторяемость может быть вычислена для различных часов суток, а также среднесуточная, среднемесячная, среднегодовая и средняя многолетняя.

Непрерывная продолжительность ветра различной скорости (число градаций) определяется на основании метеорологических наблюдений.

Повторяемость различных направлений ветра и штилей (%) вычисляется для определенного времени (средняя для месяца, средняя для определенного часа дня за месяц, средняя годовая и т.п.). Повторяемость во всех этих случаях будет представлять собой отношение числа случаев заданной градации к общему числу членов рассматриваемого ряда. Классификация ветров по Бофорту представлена в табл. 8.1.

Влажность воздуха. Для характеристики влажности воздуха в различные часы суток, а также для вычисления средних, максимальных, минимальных значений за определенный период используются следующие величины: упругость водяного пара, относительная влажность, недостаток насыщения и др. Как и для других метеорологических элементов, для них могут быть вычислены среднеарифметические величины, определены экстремальные значения (максимальные или минимальные), установлена повторяемость тех или иных значений.

Дальность видимости. Различают дневную и ночную видимость.

Дальность дневной видимости – предельное расстояние, при котором удаленный предмет становится неотличимым от окружающего фона (перестает быть видимым). *Дальность видимости огней* – расстояние, на котором точечный источник света определенной силы перестает восприниматься глазом.

Дальность видимости зависит от ряда факторов – геометрических параметров объекта, освещенности, цвета и яркости предметов и фона, прозрачности атмосферы. Днем человек видит предметы, размеры и расстояние до которых относятся как 1/150 и более. Дневная освещенность колеблется от 400 до 100 тыс. лк, а глаз человека сохраняет устойчивость восприятия в пределах 20-20 тыс. лк. Цвет и яркость предметов и фона принято оценивать величиной яркостного контраста (от 0 до 100 %). Предмет становится видимым, если яркостной контраст превышает 2 %. Прозрачность атмосферы характеризуется коэффициентом прозрачности, который показывает, насколько световой поток, проходящий через слой атмосферы толщиной 1 км, ослабляется находящимися в этом слое различными примесями.

Метеорологическая дальность горизонтальной видимости в дневное время определяется по формуле

$$S_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \frac{K_0}{\varepsilon},$$

где α – показатель ослабления видимости на единицу длины;

K_0 – первоначальный контраст между объектом и фоном;

ε – неразличимая глазом относительная разность между яркостями достаточно большого объекта и фона ($\varepsilon \approx 0,02$).

Сопротивление воздушной среды. При движении на автомобиль оказывает влияние воздушная среда. Аэродинамическая сила сопротивления в элементарном виде может быть выражена формулой

$$W_p = CS \cdot \frac{\rho v^2}{2},$$

где C – коэффициент аэродинамической силы (лобового сопротивления), зависящий от формы автомобиля и степени гладкости его поверхности;

S – лобовая поверхность автомобиля, м^2 ;

v – скорость движения относительно воздуха, м/с ;

ρ – плотность воздуха, кг/м^3 .

При решении других инженерных задач, связанных с учетом метеорологических характеристик, могут потребоваться иные данные. Для их получения целесообразно использовать фундаментальные теории метеорологического анализа и статистики.

Список литературы

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с.
2. Н.А. Дашко. Курс лекций по синоптической метеорологии. М., 1999.
3. Тихомиров Е.И. Фиц-Рой и современная метеорология. Метеор. вестн., 1932.