

**Сборник**  
**докладов Республиканской научно-**  
**технической конференции**  
**аспирантов, магистрантов и**  
**студентов**

**Дорожная климатология**

**В шести частях. Часть 6**



**Председатель**  
**Паращенко Л.А.**  
**Секретарь**  
**Лях Д.М.**

**Научный руководитель**  
**профессор И.И. Леонович**

**Авторы:** ст. гр.114369; науч. руководитель И.И. Леонович

В сборнике представлены доклады студенческой научной конференции по теме «Дорожная климатология». Работы подготовлены студентами группы 114369 специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет  
Пр-т Независимости, 65, г.Минск, Республика Беларусь  
Тел. (017) 293-91-97 факс (017) 292-91-37  
Регистрационный номер БНТУ/ФТК74-56.2013

Рекомендовано к опубликованию: Советом факультета БНТУ от  
28.05.2012г. №5

## Оглавление

Введение .....	4
Адаптация человека к определенным климатическим условиям	5
Видимость на дороге с учетом состояния атмосферы .....	8
Влияние температуры на развитие деформационных процессов в дорожных конструкциях .....	11
Вопросы водно-теплого режима земляного полотна в трудах проф. Н.А.Пузакова.....	13
Закономерности снежных отложений в придорожной полосе ..	15
История развития метеорологической службы в Республике Беларусь.....	18
Источники загрязнения атмосферы и их влияние на состав атмосферного воздуха.....	22
Научные основы циклогенеза.....	29
Особенности водного режима земляного полотна возведенного в различных климатических зонах Беларуси.....	32
Особенности микроклимата на болотах.....	34
Погода и здоровье человека .....	36
Приборы и методы измерения количества осадков .....	39
Приборы и методы измерения солнечной радиации.....	43
Причины и следствия глобального изменения климата .....	46
Роль тумана, дымки и снега в деле организации дорожного движения .....	59
Учет климатических факторов при проектировании асфальтобетонных заводов .....	61
Список используемой литературы.....	76

## 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 ним 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 114369.

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 Парашенко Л.А., секретарь Лях Д.М., редакторы Горский А.Ю., Кажуро С.М.

## **Адаптация человека к определенным климатическим условиям**

*Кажуро С.М.*

Белорусский национальный технический университет

Адаптация (от лат. *adaptatio* — приспособление) — все виды врожденной и приобретенной приспособительной деятельности, которые обеспечиваются на основе физиологических процессов, происходящих на клеточном, органном, системном и организменном уровнях.

Различные люди с разной скоростью и полнотой адаптируются к одним и тем же условиям среды. Скорость и полнота адаптации обусловлена состоянием здоровья, эмоциональной устойчивостью, физической тренированностью, типологическими особенностями, полом, возрастом конкретного человека.

Выделяют несколько видов адаптаций:

1. Срочная (используются все «резервы» организма, имеющиеся в настоящее время).
2. Долговременная – многократное повторение срочных адаптационных процессов (структурные изменения в организме: например, постоянные физические нагрузки спортсмена).
3. Специфическая (совокупность изменений, обеспечивающих поддержание постоянства внутренней среды организма в условиях влияния факторов внешней среды или напряженной жизнедеятельности).
4. Общая или неспецифическая (совокупность изменений, приводящих к мобилизации энергетических и пластических ресурсов организма для обеспечения

специфических адаптационных реакций человека, а также активации общих защитных сил).

5. Физиологическая адаптация (совокупность физиологических реакций, лежащих в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленных на сохранение относительного постоянства его внутренней среды — гомеостаз).

Также выделяются фенотипическая и генотипическая адаптации.

Наиболее часто организму человека приходится сталкиваться с необходимостью адаптации к следующим факторам: температурным режимам, повышенному или пониженному атмосферному давлению, различной влажности.

**Температура** — один из самых важных факторов, влияющих на все функции организма. Физиологическая адаптация к изменению температуры проявляется в том, что запускаются дополнительные механизмы терморегуляции. На восприятие организмом температуры влияет также влажность. При повышенной влажности температура воздуха кажется более низкой, чем в действительности, а при пониженной влажности — наоборот.

При изменении **атмосферного давления** изменяется концентрация в воздухе кислорода, который необходим для функционирования организма и жизнедеятельности человека. Вследствие этого изменяется частота и глубина дыхания, а также продолжительность вдоха и выдоха. Со временем может изменяться объем легких.

Таким образом, адаптация имеет не только очень важное биологическое значение, но и практическое, когда человек осваивает новые пространства (работает в шахтах, под водой, в космосе и т.д.). Роль ее заключается в поддержании оптимального состояния организма человека

и обеспечении нормальной жизнедеятельности в различных, изменяющихся условиях.

Кроме биологической адаптации организма к определенным климатическим условиям, различают также и социальную адаптацию. Под социальной адаптацией подразумевается процесс взаимодействия личности или социальной группы с социумом, включает усвоение индивидуумом принятых норм общения и деятельности, а также изменение социальной среды под влиянием социально-культурных императивов.

## **Видимость на дороге с учетом состояния атмосферы**

*Горнов А.А.*

Белорусский национальный технический университет

**Видимость** дороги определяется метеорологическими условиями (туман, дождь, снегопад), периодом времени (рассвет, сумерки), геометрическими параметрами дороги (радиусами горизонтальных и вертикальных кривых), характером застройки и озеленения, прочими факторами.

Существует понятие "**недостаточная видимость**". Под этим понятием понимается ухудшение видимости, обусловленное лишь временным состоянием окружающей среды в условиях тумана, дождя, снегопада и тому подобного, а также в сумерки (т.е. метеоусловиями и периодом времени).

Ухудшение видимости по метеорологическим условиям является особенно опасным, так как в большинстве случаев не представляется возможным с помощью дорожных знаков предупредить об этом водителей.

**Туманом** называют скопление в приземных слоях атмосферы ледяных кристаллов и мелких водных капель, способных снизить видимость до километра и менее. Если видимость более одного, но менее 10 километров, из-за наличия в воздухе водных капель, то подобное явление называется дымкой. В том случае, если снижение видимости вызвано твердыми частицами (дымом, пылью, песком и т.д.), то такое помутнение называется мглой.

Чем больше мутность атмосферы, тем хуже видны отдаленные предметы и тем короче то расстояние, на котором их удастся рассмотреть. При легком тумане предметы, удаленные на километр, уже становятся



невидимыми для глаза. При тумане средней плотности можно видеть не далее 100-300 м, а при очень плотных туманах видимость иногда ограничивается несколькими метрами.

Главная причина помутнения воздуха и возникновения дымки, туманов - это сгущение водяного пара. Пока пар сохраняет присущие ему свойства газа, он такой же прозрачный, как и воздух, и поэтому на прозрачность атмосферы влияет мало. Но при превращении пара в воду в воздухе образуются мельчайшие, не видимые глазом водяные капельки. Луч света, попадающий на такую капельку, отражается от нее, рассеивается во все стороны. А так как их много, то большая часть проходящих через воздух лучей разбрасывается, рассеивается в разные стороны, и в результате вся толща воздуха светится тусклым белым светом. Из прозрачного и бесцветного воздух становится мутным, белым, как молоко.

Чем гуще туман, чем больше капелек приходится на единицу объема воздуха, тем меньше прозрачность атмосферы и тем хуже видны далекие предметы. При продолжающемся сгущении пара, капли становятся крупнее и начинают постепенно опускаться книзу. Получается "морось", или морозящий дождь, при котором воздух заполняется мелкой водяной пылью, медленно оседающей на мокрую землю.

Зимой на видимость сильно влияет выпадение замерзшей влаги - снега. Во время метелей завеса из снежных хлопьев нередко скрывает даже самые близкие предметы. Когда падающие из туч на землю снежные хлопья смешиваются со снежным вихрем, поднятым сильным ветром с земли, воздух становится для световых лучей настолько непроницаемым, что ничего не видно даже в двух шагах.

Таким образом видимость на дороге зависит от прозрачности воздуха и наличия в нем водяных капель,

кристалликов льда, мелких твердых частиц. Чем больше их концентрация в атмосфере, тем меньше ее способность пропускать свет, тем меньше дальность видимости.

Для повышения видимости на дороге используются различные методы. Среди них освещение проезжей части использованием светоотражающих элементов в дорожных знаках и в инженерном обустройстве автомобильных дорог, установка на транспортных средствах противотуманных фар и т.п.

Для искусственного улучшения видимости в туманах применяются стационарные и мобильные генераторы мелкодисперсных частиц льда, работающие на жидком азоте ( $N_2$ ).

Введение в переохлажденный туман азота (температура которого  $-195,8^{\circ}C$ ) вызовет резкое локальное понижение температуры, что приведет к замерзанию капелек тумана и превращению их в кристаллы льда, а вместе с тем к повышению видимости.

## **Влияние температуры на развитие деформационных процессов в дорожных конструкциях**

*Чужеземец М.В.*

Белорусский национальный технический университет

При резком снижении температуры воздуха осенью и больших перепадах температур зимой на покрытиях образуются поперечные температурные трещины из-за недостаточного сопротивления асфальтобетона температурным напряжениям. Они распределяются на расстоянии 6 - 10 м одна от другой.

Образование трещин из-за колебаний температур в нижних слоях. Вследствие колебаний температуры в дорожной конструкции под асфальтобетоном происходит изменение ширины трещины. Из-за этого в области трещины возникают растягивающие напряжения в асфальтобетоне. Чем больше эти напряжения, тем скорее увеличивается деформации покрытия и тем быстрее происходит образование трещин. Когда процесс образования трещин уже начался, образование разрыва движется снизу вверх и через относительно короткое время на поверхности покрытия появляется разрыв. Начиная с этого времени асфальтобетон, не является больше водонепроницаемым, и поверхностные воды могут проникать через трещину в нижние слои асфальтобетона и основание.

Образование трещин из-за колебаний температур на поверхности асфальта. Напряжения в асфальтобетоне, возникшие вследствие теплового эффекта, а также напряжения от транспортной нагрузки приводят к тому, что асфальт достигает такой точки, когда он теряет свою

прочность, то есть состояние битума, выходит за пределы своей возможной эластичности, и на поверхности асфальтобетона возникают трещины. При наличии сцепляющего материала между слоем асфальтобетонного покрытия и несущим слоем в момент образования разрыва предотвращается проникновение трещины в нижние слои благодаря армированной битумной мембране (пропитанный битумом сцепляющий нетканый материал).

Тем самым гарантируется водонепроницаемость дорожной конструкции, и вода не может проникнуть в нижние слои, то есть дорожная конструкция под слоем асфальтобетона сохраняет свою работоспособность.

## **Вопросы водно-теплового режима земляного полотна в трудах проф. Н.А.Пузакова.**

*Мазур А.А.*

Белорусский национальный технический университет

Земляное полотно автомобильных дорог является важнейшей их конструктивной составляющей. Оно проектируется и возводится в различных гидрогеологических условиях, имеет форму насыпей, выемок, полунасыпей, полувыемок, а также различные параметры по высоте (глубине), ширине рабочей зоны, глубине откосов, системе водоотвода и способов сопряжения с искусственными сооружениями. Для возведения земляного полотна используются различные грунты, а для его строительства - различные природные и искусственные материалы.

Работа земляного полотна протекает под действием постоянной нагрузки от дорожной одежды и переменной (временной) от проходящего по дороге транспорта. Условия, в которых работает земляное полотно, зависят от рельефа местности, внешних силовых воздействий и главным образом от водно-теплового режима, который формируется под влиянием погодно-климатических факторов.

Исследование водно-теплового режима земляного полотна проводились многими учеными России, Беларуси, Украины и других стран. Среди них Н.П. Вырко, И.Е. Евгеньев, И.А. Золотарь, В.Д. Казарновский, М.Б. Карсутский, В.М. Сиденко, А.Я. Тулаев, В.Н. Яромко и многие другие.

В настоящем сообщении нам представляется необходимым остановиться на работах профессора Николая Антоновича Пузакова, которые можно считать

оригинальными по постановке задач, системными по теоретическому обоснованию и результативными по предложенным практическим рекомендациям.

Его исследования были начаты в 1935 г. и продолжались на протяжении всей жизни. Было опубликовано большое количество научных работ. В них раскрыты закономерности миграции и накопления влаги при промерзании грунта, даются рекомендации по определению расчетной влажности грунта в земляном полотне, прогнозированию зимнего влагонакопления и пучинообразования грунтов земляного полотна, обоснованию расчетных показателей свойств и состояния грунтов земляного полотна в различных условиях, назначению необходимых расстояний от уровня грунтовых вод до низа дорожной одежды в районах с сезонным промерзанием грунтов.

Большое внимание проф. Н.А. Пузаковым уделялось вопросам устойчивости земляного полотна в зоне вечной мерзлоты, вопросам районирования территории Сибири по погодно-климатическим условиям местности, подготовке нормативно-технических документов. О научной деятельности проф. Н.А. Пузакова можно судить по его публикациям и по обзорной научной информации.

## **Закономерности снежных отложений в придорожной полосе**

*Стрельчук Е.В.*

Белорусский национальный технический университет

Для борьбы со снежными заносами необходимо знание физических свойств снежного покрова и закономерностей процессов сдувания, переноса и отложения снега в естественных условиях. Различают четыре основных вида явлений переноса снега, вызывающих заносы. Это низовая метель, поземок, верховая метель и общая метель.

Низовая метель обычно протекает при ясной морозной погоде с сильным ветром. Разновидностью низовой метели является поземок. Он характеризуется переносом частиц ранее выпавшего снега, срываемого ветром с поверхности снежного покрова. Основная масса снега (около 89 %) при поземке перемещается не выше 10 см над поверхностью снежного покрова.

С увеличением силы ветра поземок перерастает в низовую метель. Высота распространения низовой метели при скорости ветра 15 - 20 м/с достигает 2 - 3 м и сопровождается резким ухудшением видимости. Под действием низовых метелей и поземки переносятся значительные массы снега, которые в местах отложений в короткое время образуют плотные и мощные заносы.

Верховая метель обычно проходит при скорости ветра от 0 до 5 м/с. Верховая метель со скоростью, близкой к 0, называется снегопадом. Снежинки, выпав на поверхность покрова, остаются в дальнейшем без

движения.

Общая метель возникает от слияния верховой и низовой метелей. Опасность заносов от общей метели зависит от силы ветра, продолжительности и интенсивности выпадения осадков. По этим признакам различают слабые, средние и сильные метели.

Слабые метели - это верховые метели с легким поземкой при силе ветра до 10 м/с.

Средней считается метель, сопровождающаяся ветром от 10 до 15 м/с с выпадением большого количества снега. Эти метели довольно опасны и вызывают значительные заносы.

Сильные метели, как правило, бывают циклонического происхождения и опасность их возрастает не только от увеличения силы ветра, скорость которого достигает 16 - 20 м/с, но и от продолжительности действия. Нередко такие метели длятся несколько суток и могут перерасти в снежные бураны. Области распространения таких циклонов крайне обширны и достигают радиуса действия более 1000 км.

Отложение снега в придорожной полосе характеризуется объемом снегоприноса и зависит от направления ветра и географического положения дорожной трассы, параметров земляного полотна, особенностей ландшафта и других факторов.

Территория Беларуси исходя из снегоприноса за расчетный период разделена на четыре района:

- северо-восточный;
- центральный;
- западный южный;
- юго-западный.

Для каждого района с учетом направления



снегопереноса установлены среднемаксимальные объемы снегоприноса.

Заносы дорог снегом зависит не только от объема снегоприноса, но и от микроландшафтных особенностей дороги. Малозаносимыми считаются высокие насыпи и глубокие выемки, участки дороги проложенные по водораздельной линии.

Для борьбы с заносами дорог снегом разработаны и широко применяются защитные меры: установка щитов, посадка деревьев и кустарников, прокладка траншей и т.д.

Очистка дороги от снежных отложений, образовавшихся во время снегопада, производится с помощью снегоочистительной и снегоуборочной техники.

## **История развития метеорологической службы в Республике Беларусь**

*Паращенко Л.А.*

Белорусский национальный технический университет

Первые инструментальные наблюдения на территории Беларуси относятся к началу первой половины XIX столетия.

Наблюдения были организованы: Могилев с 1808г., Витебск с 1810г., Брест с 1834г., Бобруйск с 1836г., Свислочь с 1836г., Гродно с 1837г., Горки с 1841г, Минск с 1846г. Наблюдения в этих пунктах не были постоянными, прерывались и возобновлялись. В 1849 году эти метеорологические станции вошли в опорную сеть Главной физической обсерватории (ГФО) г.Санкт-Петербурга. К концу 1890 года на территории Беларуси насчитывалось уже около 40 пунктов, где велись метеонаблюдения.

Первые гидрологические исследования рек Беларуси начались в начале XVIII столетия, когда начали осваиваться водные пути и строиться судоходные каналы. К началу первой мировой войны гидрологическая сеть Беларуси состояла из 63 водомерных постов и, в основном, принадлежала Министерству путей сообщения (МПС) и Министерству земледелия. Материалы гидрологических наблюдений обрабатывались и публиковались.

К 1914 году метеорологическая сеть состояла из 27 станций, 65 дождемерных и 63 водомерных постов. К 1917 году действовало 110 подразделений гидрологических сетей.

После Октябрьской революции и гражданской войны эта небольшая сеть пришла в упадок. В 1919 году в Беларуси работало всего 7 станций, около 20 дождемерных и 24 гидрологических постов.

1 июля 1924 года в Беларуси было создано метеобюро, заведующим которого был назначен профессор, метеоролог, геофизик Мышкин Николай Павлович. Создание Белорусского метеобюро призвано было устранить трудности и обеспечить развитие единой метеослужбы, аналогичной службе РСФСР. С 1926 года в Минске проводятся шаропилотные наблюдения, и к 1929 году на территории Белоруссии существовала широкая сеть шаропилотных наблюдений.

В соответствии с Постановлением ЦИК и СНК СССР от 7 августа 1929 года Совет Народных Комиссаров БССР создает в республике Гидрометеорологический комитет, в этом же году в Минске создается Геофизическая обсерватория. В октябре 1930 г. образована Минская гидрометеорологическая обсерватория, в основном как научно-исследовательское подразделение. 23 марта 1933 г. СНК БССР создает Главное управление гидрометеослужбы БССР. Было построено здание Минской геофизической обсерватории, которая начала функционировать с 1 января 1936 года.

К середине 1941 года в БССР действовала большая государственная гидрометеорологическая сеть с хорошим, по тем временам, техническим оснащением. К этому времени на территории БССР насчитывалось 464 пункта, являющихся составной частью гидрометеослужбы СССР. Из них: метеостанций II и III разряда 139, гидрологических станций и постов 325. Белорусские гидрометеорологии проводили широкий круг исследований по климату, сельскохозяйственной метеорологии, актинометрии. В годы Великой Отечественной войны гидрометеослужба

Белоруссии понесла тяжелые потери, однако к началу 1945 года на территории Беларуси уже действовало 46 станций и 185 постов, работали органы службы прогнозов, Белорусская геофизическая обсерватория и органы управления. Наблюдательная сеть была не только восстановлена, но и реорганизована в соответствии с научными принципами рационального размещения.

С развитием познаний в области физики, метеорологии и гидрологии и других смежных наук появилась возможность усовершенствовать конструкции установок и оборудования.

Период 60-х годов прошлого века характеризуется внедрением инструментальных наблюдений за видимостью (М-53, М-71, М-37, РДВ-1), параметрами ветра, регистрацией нижней границы облаков. Начата автоматизация процесса производства, сбора, обработки и распространения гидрометеорологической информации на территории Республики Беларусь.

Первыми автоматическими метеорологическими станциями были автоматические гидрометеорологические станции М-106 с комплектом датчиков. А в 1976 году на всей сети метеостанций была произведена замена станций М-106 на более совершенные М-106М, которые использовались в работе до конца 80-х годов.

Комплексная автоматизация коснулась не только метеорологии и приземных наблюдений. В этот период прошли испытания автоматические гидрологические посты, внедрена машинная обработка агрометеорологической информации с машинным получением таблиц ТСХ-1, создана система автоматизированной обработки аэрологической информации, проводились испытания аппаратуры для автоматической обработки данных МРЛ, внедрен комплекс

автоматической обработки актинометрических наблюдений.

В настоящее время гидрометеорологическую деятельность в Республике Беларусь осуществляет Департамент по гидрометеорологии в составе: Республиканский гидрометеорологический центр, Республиканский авиационно-метеорологический центр, Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды, областные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 39 метеорологических, 2 гидрологических, 9 специализированных (6 агрометеорологических, фоновый мониторинг, озёрная, болотная), 8 авиационно-метеорологические станций гражданских, 137 гидрологических постов.

В последние годы активно внедряются новые технологии гидрометеорологических наблюдений, идет техническое переоснащение государственной сети гидрометеорологических наблюдений с установлением автоматических датчиков и автоматизированных метеорологических систем фирмы «Вайсала» и «Пеленг», модернизация сети метеорологических радиолокационных наблюдений, внедрение новых и совершенствование существующих методов прогнозов погоды. Все это позволяет смотреть в будущее развитие гидрометеорологической службы с оптимизмом.

## **Источники загрязнения атмосферы и их влияние на состав атмосферного воздуха**

*Гурбо Н.Д.*

Белорусский национальный технический университет

Внешняя оболочка Земли — атмосфера — один из важнейших элементов биосферы. Атмосфера выполняет жизнеобеспечивающие, защитные, терморегулирующие, геологические и другие функции. Она оказывает решающее влияние на здоровье и производственно-хозяйственную деятельность человека, растительный и животный мир.

В газовый состав современной атмосферы входят (в %): азот — 78,9, кислород — 20,95, аргон — 0,93, углекислый газ — 0,03, неон — 0,00018. В атмосфере содержатся также пары воды. В результате фотосинтеза современных растений кислород в атмосфере обновляется за 5 тыс. лет, углекислый газ — за 11 лет (за счет метаболизма высших растений, водорослей и бактерий).

Атмосферный воздух — неисчерпаемый ресурс, однако в отдельных районах земного шара он подвергается столь сильному антропогенному воздействию, что вполне уместно ставить вопрос о качественном изменении воздуха в результате атмосферного загрязнения.

Под атмосферным загрязнением понимают избыточное наличие в воздухе различных газов, частичек твердых и жидких веществ, паров (поступивших из природных или антропогенных источников), концентрация которых отрицательно влияет на флору и фауну Земли и жизненные условия человеческого общества.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

Природные (естественные загрязнители минерального, растительного или микробиологического происхождения, к которым относят извержения вулканов, лесные и степные пожары, пыль, пыльцу растений, выделения животных и др.)

Искусственные (антропогенные), которые можно разделить на несколько групп:

— Транспортные — загрязнители, образующиеся при работе автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского и речного транспорта;

— Производственные — загрязнители, образующиеся как выбросы при технологических процессах, отоплении;

— Бытовые — загрязнители, обусловленные сжиганием топлива в жилом секторе и переработкой бытовых отходов.

По составу антропогенные источники загрязнения атмосферы также можно разделить на несколько групп:

Механические загрязнители — пыль цементных заводов, пыль от сгорания угля в котельных, топках и печах, сажа от сгорания нефти и мазута, истирающиеся автопокрышки и т.д.;

Химические загрязнители — пылевидные или газообразные вещества, способные вступать в химические реакции;

Радиоактивные загрязнители.

Во время пребывания в атмосфере антропогенных загрязнителей их температура, свойства и состояние могут существенно меняться. Эти изменения проявляются в виде осаждения тяжелых фракций, распада на компоненты (по массам и размерам), химических и фотохимических реакций и т.д.

Газообразные выбросы образуют соединения углерода, серы и азота. Диоксид серы  $SO_2$  является одним из наиболее токсичных веществ и составляет почти 99% выбросов сернистых соединений, содержащихся в отходящих газах теплоэнергетических установок.

Выбросы радиоактивных веществ в атмосферу наиболее опасны для всего живого на Земле, поэтому источники образования их и закономерности размещения в атмосфере являются объектом постоянных наблюдений.

Наиболее сильное загрязнение атмосферы в результате антропогенной деятельности наблюдается, в последние годы.

Загрязнение атмосферы наносит огромный вред здоровью людей, приводит к значительному ущербу в сельском и лесном хозяйствах, в различных отраслях промышленности.



## Научные основы прогнозирования погоды

*Сушко П.А.*

*Белорусский национальный технический  
университет*

### Введение

Погода – это состояние атмосферы в той или иной местности в определенный момент или ограниченный промежуток времени (сутки, неделю, месяц, год). Погода играет решающую роль в производственных процессах, в организации сельского хозяйства, состоянии здоровья людей, их бытовом укладе и т.п.

Во второй половине XIX столетия были заложены основы динамической метеорологии, то есть применения законов гидромеханики и термодинамики к исследованиям атмосферных процессов. Большой вклад в эту область метеорологии был сделан Кориолисом и Пуассоном во Франции.

Прогноз погоды ежедневно и регулярно передают все информационные службы. Эта информация интересует практически всех.

### Научные основы прогнозирования погоды

В настоящее время составляются прогнозы погоды общего пользования, рассчитанные на жителей планеты и распространяемые СМИ, и специальные прогнозы погоды. Специальные предназначены для отдельных отраслей народного хозяйства: морской, воздушный и наземный транспорт; строительство и т.д.

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

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 %.

Определение прогноза погоды производится синоптическим методом. Нанесенные на синоптическую карту метеорологические элементы позволяют одновременно обозревать состояние погоды на достаточно большой территории, выявить характер развития атмосферных процессов и на этой основе рассчитать вероятное изменение погодных условий.

На карты погоды наносятся данные метеорологических наблюдений у поверхности земли и на всех доступных для наблюдения высотах, проведенных едиными метеорологическими приборами и по определенной программе. Эти данные стекаются с метеорологических станций.

Составленные синоптические карты тщательно анализируются. На основе полученных данных синоптик определяет состояние облачности, температуру воздуха дня и ночи, направление и скорость ветра, количество атмосферных осадков и характер их выпадения.

Предвычисление погоды осуществляется с помощью ЭВМ. В память машины непрерывным потоком поступает метеорологическая информация с сотен

метеорологических станций и с тысяч метеорологических постов. Эта информация фиксирует фактическое состояние погоды в данный отрезок времени. Метеорологическая информация опознается машиной, проходит сортировку и подвергается специальной обработке. В таком виде она вновь подвергается дальнейшему объективному анализу. Необходимо пересчитать значения основных метеорологических элементов таким образом, чтобы метеорологические величины равномерно покрывали исследуемую территорию.

Когда метеоинформация равномерно распределена на прогнозируемой территории, она считается исходной для выполнения расчетов. Она вводится в термодинамические уравнения, которые описывают состояние погоды в исходный момент времени, учитывая все возможные явления и факторы.

Решение уравнений осуществляется на основании ранее разработанной программы. Рассчитываются величины атмосферного давления, направление и скорость ветра, температуры приземной части воздуха, количество осадков на 12, 24 и 36 ч вперед. Эти результаты подаются на автоматические графопостроители, которые вычерчивают карты будущего состояния погоды. Прогностические карты уточняются снимками, полученными со спутников.

### Заключение

Прогнозирование погоды представляет сложный и трудоемкий процесс, основы которого были заложены еще в XIX столетии. Большой вклад в эту область метеорологии был сделан Кориолисом и Пуассоном во Франции.

Прогнозирование осуществляется на основании полученной и предварительно обработанной метеорологической информации введенной в термодинамические уравнения, которые описывают состояние погоды в исходный момент времени, учитывая все возможные явления и факторы. Решение уравнений осуществляется с помощью ЭВМ, на основании ранее разработанных программ. Рассчитываются величины атмосферного давления, направление и скорость ветра, температуры приземной части воздуха, количество осадков.

Прогноз погоды ежедневно и регулярно передают все информационные службы. Эта информация играет решающую роль в производственных процессах, в организации сельского хозяйства, состоянии здоровья людей, их бытовом укладе и т.п.

## Научные основы циклогенеза

*Корбут Е.О.*

Белорусский национальный технический университет

В атмосфере нередко формируются образования, воздух и содержащаяся в нём влага и твёрдые вещества вращаются циклонически в Северном полушарии и антициклонически — в Южном, т.е. в сторону, противоположную движению часовой стрелки в первом случае, и по её движению – во втором. К ним относятся циклоны тропические и средних широт, торнадо, тайфуны, тромбо, ураганы, смерчи и т. д. Природа этих образований во многом общая. Назовём их циклоническими образованиями.

**Циклогенез** – это процесс возникновения и развития циклонов и антициклонов в атмосферном воздухе. Под циклоном подразумевается область пониженного давления с определенной системой ветра. При циклоне в северном полушарии движение ветра совершается против часовой стрелки, а в южном – по часовой стрелке. Различают собственно циклоны и тропические циклоны. Антициклоны – это область повышенного давления с определенной системой ветра. Обычно развиваются в однородной воздушной массе и не имеют фронтов.

Циклоны умеренных и полярных широт принято называть собственно циклонами. Они представляют собой крупные вихревые образования от 1 тыс. км (в начале развития) до 2-3 тыс.км и более (при их углублении). Атмосферное давление на уровне моря снижается до 950-960 мб. В разных частях циклонов наблюдаются температурные контрасты. Перемещаются они преимущественно вдоль воздушных фронтов с запада на восток. Скорость при перемещении 30-40 км\ч. В каждом полушарии за год бывает несколько сотен циклонов.

Продолжительность действия – от нескольких дней, до 1-2 недель.

Тропические циклоны обычно в диаметре меньше, чем средних широт и составляют 100-300 км, но скорости движения воздуха в них большие, достигающие 50-100м/с. Циклонические образования с большими скоростями движения воздуха в районе субтропической зоны западной части Атлантического океана около Северной и Южной Америки получили название торнадо или ураганы, аналогичные около Европы — тромбо, около юго-западной части Тихого океана — тайфуны. Ежегодно на Земле возникает до 70-80 тропических циклонов.

Считается, что возникновение циклонов и пополнение их энергией происходит в результате подъёма больших масс тёплого воздуха и скрытой теплоты конденсации. Считается, что в районах образования тропических циклонов вода теплее атмосферы. В этом случае воздух нагревается от океана и поднимается вверх. В результате влага конденсируется и выпадает в виде дождей, давление в центре циклона падает, что и приводит к возникновению вращательных движений воздуха, влаги, твердых веществ, заключенных в циклоне. Естественно предположить: если воздух в образовании поднимается, что происходит в циклонических образованиях, то он должен быть легче, чем воздух на его периферии. Так и считается: воздух поднимается, влага конденсируется, давление падает, возникают вращательные движения циклонического образования.

Циклонические образования формируются температурными аномалиями поверхностных вод с отрицательной температурой: в центре аномалии температура воды ниже, на периферии – выше. Аномалии формируются волнами Россби Мирового океана, в которых происходит подъём холодной воды с глубины океана к его

поверхности. При этом температура воздуха в рассматриваемых эпизодах обычно бывает выше температуры воды. Впрочем, выполнение этого условия не обязательно, циклоны могут быть образованы, когда температура воздуха над океаном или морем ниже температуры воды. Главное условие образования циклона: наличие отрицательной аномалии воды и разности температур вода – воздух. В этих условиях и создаётся отрицательная аномалия воздуха. Чем больше разность температур атмосфера – вода океана, тем активнее развивается циклон. Если температура воды аномалии равна температуре воздуха, то циклон не образуется, а существующий циклон в этих условиях не развивается. Далее всё происходит так, как было описано.

**Особенности водного режима земляного полотна  
возведенного в различных климатических зонах  
Беларуси**

*Лях Д.М.*

Белорусский национальный технический университет

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.

При высоком расположении уровня грунтовых вод увлажнение земляного полотна происходит по капиллярам снизу вверх. В зимнее время капиллярная вода является основным источником льдонакопления в земляном полотне. Вода, застаивающаяся на поверхности дороги или в боковых канавах, вследствие затрудненного поверхностного стока, может накапливаться в грунте в результате действия пленочного или капиллярного механизма передвижения влаги. Для дорог, существенным источником увлажнения грунтов земляного полотна также является миграция влаги из боковых канав, в которых вода может застаиваться 40 и более суток. Миграция влаги из боковых канав в тело земляного полотна происходит за счет действия градиента влажности.

Важная характеристика водно-теплового режима земляного полотна – коэффициент влагопроводности грунтов. Его значение зависит от степени уплотнения грунта. Следовательно, уплотнение грунта является одним из наиболее эффективных мероприятий по стабилизации водно-теплового режима дорожной конструкции. Перемещение капиллярной и пленочной воды обусловлено наличием в дорожной конструкции температурного градиента.



Изменение температуры воздуха существенно влияет на режим влажности в грунтах земляного полотна. При повышении температуры повышается испарение влаги из грунта потому, что относительная влажность воздуха уменьшается, а дефицит влаги увеличивается.

Установлено, что интенсивное водонасыщение грунта происходит в первые пять суток после начала увлажнения, по истечении 15–20 сут почти прекращается.

## **Особенности микроклимата на болотах**

*Лежнюк О.И.*

Белорусский национальный технический университет

Участки земной поверхности с избыточным увлажнением называют болотами.

Болота имеют важное водоохранное значение. Они накапливают влагу, регулируя уровень воды в колодцах, прудах, озерах. Из них берут начало ручьи и реки. Болота уменьшают засухи в близлежащей местности. Над ними формируется своеобразный микроклимат. Ночью болота холоднее, чем окружающая местность, осень здесь наступает несколько раньше, а весной дольше длятся заморозки. С этой точки зрения, болота оказываются наиболее благоприятными в качестве мест обитания многих болотных растений и животных.

Верхний слой болота часто состоит из разложившегося торфа, имеющего малую теплопроводность. Вследствие этого на таком болоте летом в ясную погоду верхний слой днем обычно значительно нагревается, ночью же он сильнее охлаждается. Однако резкие колебания температуры болота быстро уменьшаются и на глубине около 50 см они уже малозаметны. На торфяных болотах бывают более частые и интенсивные заморозки, причем последние заканчиваются весной в более поздние сроки, а осенью наступают раньше.

Следует заметить, что болота бывают разных типов, с разной растительностью и поэтому наблюдается большое разнообразие микроклиматических условий на болотах.

Болота обычно начинают промерзать позднее, чем суходолы. По сравнению с последними они промерзают на меньшую глубину, а если снежный покров устанавливается раньше или одновременно с наступлением морозов, то часто болота совсем не промерзают или же промерзают только на небольшую глубину. Поэтому осушение болот и заболоченных участков способствует увеличению глубины их промерзания.

## **Погода и здоровье человека**

*Емельянович Д.В.*

Белорусский национальный технический университет

Перед выходом на улицу мы интересуемся какая там погода, чтобы одеться соответственно. При этом ограничиваемся, как правило, лишь несколькими факторами: температурой, ветром и вероятностью осадков. Влияющих на здоровье человека природных физических факторов намного больше – это влажность воздуха, атмосферное давление, электромагнитное излучение солнца, направленность и сила ветра, концентрация кислорода в воздухе и др. Большую роль играет также их совокупность.

Здоровый организм адаптируется к изменяющимся погодным условиям и переносит их относительно безболезненно. У больного человека адаптационные возможности ослаблены, поэтому организм теряет способность быстро подстраиваться. Механизмы адаптации у детей ещё не сформировались окончательно, а значит они тоже попадают в "группу риска". Продолжительное изменение погоды (например, осенью), может вызвать изменение самочувствия и у вполне здорового человека, так называемая осенняя депрессия.

Изучением влияния погоды на здоровье человека занимается целая наука, называемая биометеорологией.

Метеочувствительность, по своей сути не является проблемой – это нормальная физиологическая реакция организма, в ответ на изменяющиеся климатические факторы. Проблемой она может стать, когда изменения погоды провоцируют патологические реакции в организме.

Всего, в зависимости от влияния на самочувствие человека, выделяют пять типов погодных условий.

**Индифферентный тип:** незначительное изменение метеоусловий, которые практически не сказываются на состоянии здоровья и самочувствии человека.

**Гипоксический тип:** тёплый фронт, низкое атмосферное давление, повышенная влажность, как правило, усиление ветра, увеличение облачности, осадки, содержания кислорода в приземном слое воздуха снижено (совокупность этих явлений называют циклоном). Этот тип неблагоприятен для людей с дыхательной недостаточностью, низким артериальным давлением; благоприятен для тех, кто предрасположен к гипертонической болезни, спазмам сосудов.

**Спастический тип:** резкое понижение температуры, повышение атмосферного давления и содержания кислорода в воздухе, усиление ветра, небо, как правило, ясное. Этот тип неблагоприятен для страдающих повышенным артериальным давлением, стенокардией и бронхиальной астмой; благоприятен для гипотоников.

**Тонизирующий тип:** вызывает повышение тонуса сосудов. Этот тип неблагоприятен для людей с индивидуальной непереносимостью; благоприятен для страдающих хронической кислородной недостаточностью, гипертонией, ишемической болезнью сердца, хроническим бронхитом.

**Гипотензивный тип:** понижение атмосферного давления, содержание кислорода пониженное, вызывающее снижение тонуса сосудов. Этот тип неблагоприятен для людей с индивидуальной непереносимостью; благоприятен для гипертоников.

Известно, что каждый человек реагирует на изменение погоды по-разному. В общем случае необходимо своевременно и правильно реагировать на

изменение самочувствия под влияние погодных факторов. При этом целесообразно изменять режим работы, заниматься аэротеропией, принимать адаптогены, рекомендованные врачом лекарства. При необходимости обращаться за помощью к медицинскому персоналу.

Несомненным является и то, что для нормального самочувствия в различных метеорологических условиях человеку необходимо физически работать, тренироваться, изучать какие защитные меры в различных метеорологических условиях для него являются предпочтительными.

## **Приборы и методы измерения количества осадков**

*Сухманский А.В.*

Белорусский национальный технический университет

Интенсивность и количество осадков зависят от содержания в них воды, а также от скорости и амплитуды охлаждения воздуха. Выделяются два основных типа осадков:

1. Осадки, выпадающие на обширной территории в результате циклонической деятельности; их можно подразделить на фронтальные, которые формируются, когда теплый воздух поднимается над холодным, и нефронтальные, когда происходит горизонтальная конвергенция, и поднимающийся воздух перетекает в область низкого давления.

2. Осадки, выпадающие на меньшей территории и представляющие собой интенсивные грозовые ливни, при которых более теплый воздух нижних слоев быстро выносится вверх сильными конвективными течениями.

Осадки конвективного типа могут быть одной из стадий циклона; оба типа осадков могут усиливаться за счет дополнительного подъема воздуха над высокими формами рельефа.

Современный инструмент для измерения осадков - автоматический плювиограф, непрерывно регистрирующий в графической форме количество, продолжительность и интенсивность атмосферных осадков. Используются также дождемеры, улавливающие осадки. Там, где снег выпадает нерегулярно и в небольшом количестве, применяются те же приборы, что и для измерения жидких осадков. В горных областях

устанавливаются емкости-ловушки, аккумулирующие снег иногда в течение всего холодного сезона. Попадая в емкость, снег тает под воздействием концентрированного солевого раствора. Количество выпавшего снега измеряется также при помощи снегомерной трубки, которой берут снежный керн, взвешиваемый для определения эквивалентного слоя воды.

Осадкомер Третьякова представляет собой систему, включающую два сменных водносорбных ведра с общей крышкой, приспособления для установки ведра, планочной защиты и измерительного стакана.

На метеорологической площадке осадкомер устанавливается с таким расчетом, чтобы верхний срез приемного ведра находился на высоте 2 м над поверхностью земли

Место установки осадкомера должно быть достаточно открытым и, вместе с тем, защищенным со всех сторон деревьями или строениями. От окружающих предметов осадкомер должен находиться на расстоянии не менее трехкратной высоты.

Измерение количества осадков проводится 4 раза за сутки, а по результатам определяется суточное количество. В момент наблюдения наблюдатель приносит на метеоплощадку пустое ведро, закрытое крышкой, и заменяет установленное в осадкомере. Ведро с осадками закрывается крышкой и переносится на станцию, где его содержимое (твердые осадки - после их растаивания) переливается в мерный цилиндр, цена деления которого равна 2 см<sup>3</sup>.

Суммарный осадкомер предназначен для измерения осадков в малонаселенных и труднодоступных местах.

Прибор позволяет измерять сумму осадков за год. Осадки попадают в емкость через приемник. В верхней части емкости имеется приспособление для измерения их



количества. Для предупреждения испарения осадков в осадкомер заливается минеральное масло, которое всплывает на поверхность воды. Количество воды измеряется при помощи измерительного стакана. Твердые осадки расплавляются паяльной лампой.

Полевой дождемер представляет собой измерительный стакан с делениями 1 мм для определения объема, заполненного осадками.

Вверху стакана имеется уширенная часть, которая служит приемником осадков. Внутри этой части размещается воронка, в которую стекают осадки, содержащиеся в стакане. Дождемер вместе с защитой устанавливается на деревянном столбе или металлической подставке. Прибор обычно используют в сельскохозяйственных и организационно-строительных целях, а также при проведении некоторых экспериментальных работ. Количество осадков определяется как отношение их объема к площади отверстия в верхней части измерительного стакана.

**Плювиограф** - прибор, предназначенный для непрерывной записи количества, интенсивности и продолжительности осадков.

Прибор состоит из приемника, регистрационной системы и металлического шкафа с дверцами. Измерение осадков основано на записи их количества в поплавковой камере при ее последовательном заполнении и принудительном опорожнении.

Запись на ленте самописца затем обрабатывается. На ленте обозначаются начало и конец, количество и продолжительность осадков, их интенсивность.

Плювиограф на метеоплощадке закрепляется на столбе с таким расчетом, чтобы приемная камера была на высоте 2 м от поверхности земли и имела строго горизонтальное

положение. На зимний период пювниограф снимается и сохраняется в помещении метеостанции.

**Росограф** - прибор для записи количества осадков, образующихся на поверхности почвы, растений и предметов в результате конденсации водяных паров, находящихся в воздухе.

Прибор состоит из основного приемника, квадратных весов, уравновешивающего груза, малого приемника и регистрирующей части. На одном конце коромысла весов закреплен приемник росы, представляющий собой конусообразную тарелку из винипласта, на другом - уравновешивающий груз. Количество выпавшей росы определяется по отклонению коромысла, с которым соединена стрелка с пером, осуществляющим запись показаний на бумажную ленту барабана, вращающегося при помощи часового механизма.

## **Приборы и методы измерения солнечной радиации**

*Пилецкий Р.С.*

Белорусский национальный технический университет

Для измерения интенсивности прямой солнечной радиации служат приборы – пиргелиометры и актинометры. Пиргелиометры являются абсолютными приборами; они определяют солнечную радиацию непосредственно в калориях. Актинометры дают величины радиации в относительных единицах.

Для измерения интенсивности суммарной, приходящей на горизонтальную поверхность, т. е. прямой и рассеянной вместе, служит пиранометр. При помощи пиранометра можно определить и напряжение одной только рассеянной радиации. Для этого нужно его защитить от действия прямых солнечных лучей небольшим экраном.

Пиранометр, обращённый к земле, может служить для измерения отражённой радиации, направленной снизу вверх от поверхности земли, растительного покрова и т. д. Пиранометр, приспособленный для измерения отражённой радиации (в опрокинутом положении), называется альбедометром. Наиболее распространённым является походный альбедометр Янишевского – Белова. По этому альбедометру делают два наблюдения: одно – с приёмной поверхностью, обращённой вверх, другое – с повернутым прибором, обращённым приёмной поверхностью вниз, к земле. Первое наблюдение даёт величину суммарной радиации, второе – величину отражённой радиации от поверхности почвы, растительности и т. д. Отношение отражённой радиации к радиации падающей, выраженное

в процентах, и будет определять альбедо данной поверхности.

Для измерения величины эффективного излучения применяется прибор, называемый пиргеометром.

Наблюдения за различными видами солнечной радиации проводят в сроки, отличные от сроков, установленных за другими метеорологическими элементами. Измерения составляющих радиационного баланса производятся шесть раз в сутки: в 0 ч 30 мин, 6 ч 30 мин, 9 ч 30 мин, 12 ч 30 мин, 15 ч 30 мин, 18 ч 30 мин.

Составляющие радиационного баланса земной поверхности измеряются многими метеорологическими станциями. На некоторых из них рассчитывают и составляющие теплового баланса.

В тех районах, где актинометрические наблюдения не проводятся, составляющие теплового баланса рассчитываются косвенно – по средним значениям температуры, влажности воздуха, температуры поверхности почвы и облачности.

Для записи времени и продолжительности солнечного сияния применяется прибор называемый гелиографом.

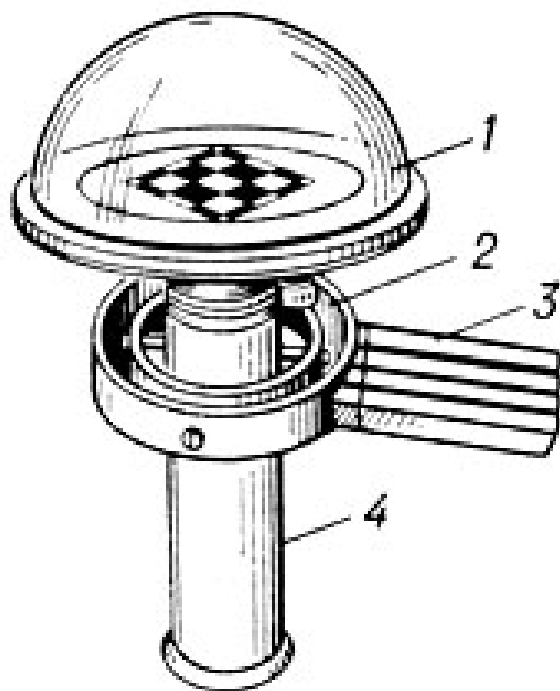


Рис. 1. Альбедометр Янишевского—Былова  
(походный альбедометр):  
1 — головка с термобатареей; 2 — карданный  
подвес;  
3 — рукоятка; 4 — трубка

## **Причины и следствия глобального изменения климата** *Ярошевич Р.В.*

Белорусский национальный технический университет

Парниковый эффект возник не сегодня - он существовал с тех пор, как наша планета обзавелась атмосферой, и без него температура приземных слоев этой атмосферы были бы в среднем градусов на тридцать ниже реально наблюдаемой. Однако в последние век-полтора содержание некоторых парниковых газов в атмосфере очень сильно выросло: углекислоты - более чем на треть, метана - в 2,5 раза. Появились и новые, ранее просто не существовавшие вещества с парниковым спектром поглощения - хлор- и фтор углеводороды и др. Сам собой напрашивается вывод о связи между этими двумя процессами. Тем более, что причину быстрого роста количества парниковых газов тоже долго искать не надо - вся наша цивилизация, от костров первобытных охотников до современных газовых плит и автомобилей зиждется на быстром окислении соединений углерода, конечным продуктом которых и является  $\text{CO}_2$ . С деятельностью человека связан и рост содержания метана (рисовые поля, скот, утечки из скважин и газопроводов) и окислов азота, не говоря уж о хлор органике. Пожалуй, только на содержание водяного пара в атмосфере человек еще не оказывает заметного прямого влияния.

Учитывая результаты исследований Комиссии ООН, среднемировая температура в этом веке может повыситься на 1,4-1,8°C. Межправительственная комиссия по наблюдению над климатическими изменениями (IPCC) настаивает на повышении количества наблюдений для

создания более полной картины глобального потепления климата. ООН подготовила новый доклад, в котором прогнозируются последствия воздействия глобального потепления. Выводы специалистов неутешительны.

Для большей части Европы значительно повысится угроза наводнений. Ледники Альп и большие области вечной мерзлоты начнут таять и полностью исчезнут к концу этого века. Изменение климата положительно скажется на урожаях, собираемых в Северной Европе, однако почти столь же сильное отрицательное влияние будет оказано на сельское хозяйство Южной Европы. В Азии дела обстоят намного хуже. Высокие температуры, засухи, наводнения и эрозия почвы нанесут непоправимый ущерб сельскому хозяйству многих азиатских стран. Повышение уровня моря и более сильные тропические циклоны вынудят десятки миллионов людей покинуть обжитые места и переселяться подальше от берегов моря. Не лучшее положение сложится и в Африке. Урожай зерновых серьёзно упадут, уменьшится количество доступной питьевой воды. Осадки будут выпадать всё реже, приводя к появлению новых пустынных районов.

В Северной Америке и в Австралии картина будет не столь однозначно плохая. Некоторым регионам потепление пойдёт на пользу, сделав сельское хозяйство в них более выгодным. В остальном потепление приведет к наводнениям, засухам, эпидемиям.

Самые большие перемены произойдут в полярных областях. Толщина и площадь арктических льдов продолжит уменьшаться, начнётся таяние вечной мерзлоты. Специалисты ООН установили, планета нагревается быстрее, чем предполагалось ранее, и есть убедительные свидетельства того, что именно человечество несет за это ответственность. Ученые предсказывают, что в Азии и Африке уменьшатся урожаи,

а Австралия и Новая Зеландия будут испытывать нехватку воды. Повысится риск наводнений в Европе, а восточное побережье Соединенных Штатов подвергнется воздействию все более сильных штормов и эрозии побережья. Уровень моря может подняться на несколько десятков сантиметров, угрожая сотням миллионов людей в островных государствах и приморских странах. На планете будет меньше дождей, больше пустынь, больше бурь и наводнений. По мнению ученых, собравшихся на научной конференции в Вашингтоне, глобальное потепление повлечет за собой новые эпидемии. Теплый и влажный климат, который установится на нашей планете в течение следующих 20 лет, поможет опасным болезням, таким как малярия или лихорадка Денге, уже сейчас представляющим для человечества серьезную угрозу, отвоевать новые рубежи.



## **Теоретические основы промерзания земляного полотна**

*Кривко В.В.*

Белорусский национальный технический университет

### **Введение**

Водно-тепловой режим – это закономерное изменение влажности и температуры в различных точках земляного полотна в течение года. Изменения влажности и температуры в земляном полотне тесно связаны между собой, а поэтому рассматриваются комплексно в виде водно-теплого режима.

Водно-тепловой режим земляного полотна и окружающей местности имеют тесную связь, но и определенное отличие, которое заключается в том, что теплопроводность и теплоемкость покрытий и поверхности грунта за пределами дороги неодинаковы; структуры грунта земляного полотна и грунта окружающей местности разные. В процессе эксплуатации дороги вода и снег систематически удаляются с покрытия, а на окружающей местности задерживаются продолжительное время. Отличие водно-теплого режима дорожной конструкции и окружающей местности также во многом зависит от технологии возведения земляного полотна, источников получения грунта и типа машин, выполняющих строительство.

### **Теоретические основы промерзания 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 [1,2]:

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 [1], 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 глубина проникновения отрицательной температуры в грунт и температура замерзания грунтов. Крупнообломочные грунты замерзают при температуре, близкой к 0 оС, 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 заземленного 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 оС. 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 оС до минус 2,0 оС, а песок с 10 %-ной влажностью – при температуре минус 0,5 оС. Это говорит о том, что глубина промерзания грунтов зависит не только от вида грунта, но и от его влажности. Чем выше теплопроводность 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.

Вопросу промерзания грунта посвящены работы многих исследователей: М. Н. Гольдштейна, В. С. Лукьянова, И. И. Леоновича, И. А. Золотаря, Н. А. Пузакова, В. М. Сиденко, А. Я. Тулаева и др. Анализируя данные исследования, а также проведенные авторами статьи, можно сделать заключение, что 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. 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 натуральных наблюдений.

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 [3,4]. 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.

### Заключение

По степени увлажнения грунты на территории Беларуси можно отнести к II-й и III-й расчетной схеме.

В зимнее время при образовании пучин капиллярная вода является основным источником льдонакопления в основаниях дорожных одежд. Это наиболее опасный источник увлажнения.

Перемещение капиллярной и пленочной воды обусловлено наличием в дорожной конструкции температурного градиента.

Изменение температуры воздуха существенно влияет на режим влажности в грунтах земляного полотна. При повышении температуры повышается испарение влаги из грунта потому, что относительная влажность воздуха уменьшается, а дефицит влаги увеличивается.

Установлено, что интенсивное водонасыщение грунта происходит в первые пять суток после начала увлажнения, по истечении 15–20 сут почти прекращается.

## *Распределение солнечной радиации по различным регионам Беларуси*

*Русак Э.Э.*

*Белорусский национальный технический университет*

### Введение

Солнечная радиация — электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца.

Солнечная радиация измеряется по её тепловому действию (калории на единицу поверхности за единицу времени) и интенсивности (ватты на единицу поверхности). В целом, Земля получает от Солнца менее  $0,5 \times 10^{-9}$  от его излучения.

Электромагнитная составляющая солнечной радиации распространяется со скоростью света и проникает в земную атмосферу. До земной поверхности солнечная радиация доходит в виде прямой и рассеянной радиации. Спектральный диапазон электромагнитного излучения Солнца очень широк — от радиоволн до рентгеновских лучей — однако максимум его интенсивности приходится на видимую (жёлто-зелёную) часть спектра.

Существует также корпускулярная часть солнечной радиации, состоящая преимущественно из протонов, движущихся от Солнца со скоростями 300—1500 км/с. Энергетический вклад корпускулярной составляющей солнечной радиации в её общую интенсивность невелик по сравнению с электромагнитной. Поэтому в ряде приложений термин «солнечная радиация» используют в узком смысле, имея в виду только её электромагнитную часть.

Солнечная радиация — главный источник энергии для всех физико-географических процессов, происходящих на земной поверхности и в атмосфере. Количество солнечной радиации зависит от высоты солнца, времени года, прозрачности атмосферы. Для измерения солнечной радиации служат актинометры и пиргелиометры.

### Распределение солнечной радиации по различным регионам Беларуси

Угол падения солнечных лучей на севере Беларуси более острый, чем на юге, на протяжении всего года. Продолжительность дня летом больше на севере республики, а зимой — на юге. Количество поступающей солнечной радиации летом почти одинаково на всей территории Беларуси. Зимой южные районы получают значительно больше солнечной радиации, чем северные.

Годовая суммарная солнечная радиация в северных районах составляет 3500 — 3600 МДж/м<sup>2</sup>. Южные районы получают более 4100 МДж/м<sup>2</sup>. Больше всего солнечной радиации поступает в июне. Ее количество примерно в 15 раз больше, чем в декабре. Летом преобладает прямая солнечная радиация. На ее долю приходится 50—55 % от суммарной. Зимой и осенью из-за высокой облачности увеличивается доля рассеянной радиации (70—80 %).

Солнечная радиация, поступающая на земную поверхность, не только расходуется на ее нагревание, но идет на испарение влаги, затем частично возвращается в атмосферу. Разница прихода и расхода лучистой энергии называется радиационным балансом. Величина радиационного баланса на территории Беларуси увеличивается с северо-востока на юго-запад от 1500 до 1800 МДж/м<sup>2</sup>. Зимой земная поверхность на территории страны получает мало солнечной радиации, поэтому радиационный баланс отрицательный. В северных районах Беларуси он отрицательный с ноября по февраль, а в южных — с ноября по январь.



В приведенной ниже таблице приведен среднегодовой уровень солнечного излучения на  $1\text{м}^2$  в день. Имея этот параметр и площадь абсорбера одной солнечной вакуумной трубки диаметром 58мм и длиной 1800мм, которая составляет  $0.13\text{м}^2$  можно вычислить примерную мощность системы. Например коллектор на 20 трубок будет вырабатывать в день:  $20 \text{ трубок} * 0.13\text{м}^2 * 3.1 \text{ кВтч/м}^2/\text{день} = 8.06 \text{ кВтч}$  в день.

Средний месячный уровень солнечной радиации в городах Беларуси ( $\text{кВтч/м}^2/\text{день}$ ) за последние 22 года (по данным NASA) приведен в таблице 1.

Таблица 1

Регионы/ Месяцы	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	среднее
Брест	0,88	1,61	2,69	3,80	5,00	4,97	4,78	4,34	2,86	1,65	0,87	0,68	2,85
Гродно	0,80	1,50	2,62	3,70	4,98	4,90	4,75	4,75	2,82	1,58	0,77	0,61	2,78
Витебск	0,72	1,50	2,70	3,87	5,20	5,24	5,21	5,21	2,75	1,52	0,80	0,51	2,86
Могилев	0,86	1,69	2,85	3,82	5,01	5,05	4,99	4,99	2,84	1,66	0,85	0,65	2,88
Гомель	0,93	1,74	2,91	3,90	5,11	5,18	5,09	5,09	2,95	1,76	0,92	0,69	2,97
Минск	0,81	1,64	2,76	3,75	4,94	4,95	4,86	4,86	2,73	1,55	0,82	0,57	2,81

Источник: <http://atmosferabel.by>

## Заключение

В данной работе мы разобрали общие понятия о солнечной радиации, солнечной энергии, ее количества и методов измерения, приборах измерения солнечной радиации (актинометры и пиргелиометры).

В работе приведена таблица отражающая средний месячный уровень солнечной радиации в городах Беларуси (кВтч/м<sup>2</sup>/день) за последние 22 года (по данным NASA).

Привели годовое значение солнечной радиации, которая поступает на всю территорию Беларуси (в северных районах составляет 3500 — 3600 МДж/м<sup>2</sup>, а южные районы получают более 4100 МДж/м<sup>2</sup>.)

## **Роль тумана, дымки и снега в деле организации дорожного движения**

*Горский А.Ю.*

Белорусский национальный технический университет

Автомобильная дорога находится под постоянным воздействием погодно-климатических факторов. К числу основных из них, оказывающих наибольшее влияние на организацию движения, относятся туман, дымка и снег.

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

В Республике Беларусь насчитывается в среднем от 35 до 100 суток с туманами, причем на равнинах их количество составляет 35-60 суток, а на возвышенности — 80-100 суток. Среднегодовая суммарная продолжительность тумана 140-4000 часов. При слабом тумане видимость 500-1000м, при умеренном — 200-500м, при сильном 50-200м и при очень сильном менее 50м.

**Дымка** (также воздушная или атмосферная дымка) — равномерная световая вуаль, возрастающая по мере удаления от наблюдателя и заволакивающая части ландшафта.

При слабой дымке видимость до 10 км, при умеренной 2-4 км и при сильной до 2 км.

**Снег** — форма атмосферных осадков, состоящая из мелких кристаллов льда. Относится к обложным осадкам, выпадающим на земную поверхность.

Выпадение снега или снегопад классифицируется по различным признакам. Для организации движения важнейшим из признаков является - видимость в период снегопада: малая (менее 1км), средняя (1-10км), большая (более 10км) и интенсивность выпадения: малая (менее 0,1 мм\ч), средняя (0,1-1,0 мм\ч), большая (более 1,0 мм\ч).

## **Учет климатических факторов при проектировании асфальтобетонных заводов**

*Коледа Н.И.*

Белорусский национальный технический университет

Заводы по производству асфальтобетонных смесей, являются активными источниками воздействия на окружающую среду. Основной вклад в загрязнение воздуха вносит неорганическая пыль с размерами частиц до 20 мкм.

Интенсивным пылевыделением характеризуются стационарные (открытые склады хранения материалов, дробление щебня, весовые бункеры-дозаторы, бульдозерные работы, движение автотранспорта и др.). Осуществляемый комплекс организационно-технических мероприятий, направлен на уменьшение запыленности воздушной среды путем гидрообеспыливания.

Для повышения экологичности заводов необходимо предусмотреть тщательную гидроизоляцию силосов для хранения цемента, скиповые подъемники для подачи инертных материалов в бетоносмеситель, ленточные транспортеры, помещенные в пластиковый разборный кожух. Тщательная герметизация укрытий на 80-90% гарантирует устранение попадания пыли за пределы кожухов.

Также необходимо усовершенствование технологических процессов, сопровождаемых пылением, а именно:

- установление точного тензометрического весового оборудования, которое обеспечивает погрешность дозирования инертных компонентов в 2%, а погрешность дозирования вяжущих и химических добавок - 1%;

- интегрирование всей системы автоматизации асфальтобетонного завода, позволяющее контролировать все операции;

- обеспечение системы очистных установок, задерживающих цементную пыль и песок.

Подобный комплекс технологических решений позволяет максимально снизить уровень запыленности атмосферного воздуха и создать благоприятные условия для проживания в относительной близости к асфальтобетонному предприятию.

## **Влияние атмосферного давления на состояние людей и их работоспособность**

*Богдан А. И.  
Белорусский национальный технический  
университет*

### **Введение**

С древних времён люди эмпирически накапливали сведения о влиянии погоды и климата на здоровье человека. Уже в сочинениях Гиппократ (5—4 вв. до н. э.) содержится краткая оценка влияния сезонных, погодных и различных географических факторов на течение болезней и общее состояние людей. Рекомендации об использовании природно-климатических факторов для лечения некоторых болезней приведены в трудах А. Цельса (1 в.), К. Галена (2 в.) и др. Учёные-медики эпохи Возрождения Ф. Парацельс (16 в.), Т. Сиденхем (17 в.) и др. придавали большое значение роли природных факторов в возникновении и лечении болезней. Успехи естественных наук в 18—19 вв. и развитие метеорологии послужили важной предпосылкой для выявления взаимоотношений организма с внешней средой, позволили начать изучение реакций организма на воздействие климата. В конце 18 в. в ряде стран были предприняты первые попытки лечения некоторых заболеваний в условиях морского, горного и пустынного климата. Изучение влияния климатических факторов на организм человека привело к выделению отдельного научного направления — медицинской климатологии, стоящей на стыке медицины и климатологии, медицинской географии и курортологии. Специальные работы по вопросам медицинской климатологии появились в середине 19 в. Основателями медицинской климатологии в нашей стране являются А.И. Воейков, П.Г. Мезерницкий, А.Н. Обросов, В.И. Русанов, В.Г. Бокша, Н.М. Воронин, раскрывшие

основные механизмы влияния климатических факторов на организм человека.

### Влияние атмосферного давления на состояние людей и их работоспособность

Несмотря на незначительную, казалось бы, плотность, у поверхности земли столб воздуха набирает максимальную массу, обуславливающую собственно давление воздуха — так называемое атмосферное давление. Если рассматривать влияние атмосферного давления на организм человека с разных сторон, то легко можно отметить его многомерность, проявляющуюся многообразием физиологических эффектов, оказываемых на самые различные ткани и системы органов. Во многом благодаря этому очень многие пытаются объяснить причины заболеваний, сопоставляя, к примеру, изменение атмосферного давления и количество выпавших на этот период обострений какой-либо патологии. Для того, чтобы точно знать, относится ли Ваше заболевание к группе «зависимых от давления», и овладеть способами, позволяющими значительно снизить негативный эффект патологии, необходимо понимать наиболее общие механизмы, с помощью которых реализуется влияние атмосферного давления на организм человека в целом.

Низкое атмосферное давление. Понижение атмосферного давления встречается не столь часто, но в некоторых условиях (например, резкий подъем на существенную высоту) может привести к очень серьезным последствиям, проявляющимся в виде достаточно известного симптомокомплекса, получившего название «высотная болезнь», в основе которого лежит кислородное голодание тканей. Происходит это следующим образом: снижение парциального давления вдыхаемого воздуха ведет к увеличению разности давлений между кислородом, находящимся в крови сосудов альвеол легких и кислородом, атмосферного воздуха. Не известно, как это случилось, но природа заложила в любое явление



стремление к равновесию, и этот случай не исключение: происходит выравнивание концентраций кислорода в крови под концентрацию того же газа во вдыхаемом воздухе. Так как система, ответственная за обмен между газами в легких и тканях, не успевает «подготовиться» к такому обороту дел (это эритроциты и содержащийся в них гемоглобин) органы попадают в условия дыхательного голода, при которых уровень углекислого газа, напротив, начинает катастрофически повышаться. Сосуды всех органов (за исключением сердца и мозга) реагируют на гиперкапнию (повышение концентрации оксида углерода) спазмом, существенно повышая давление в большом круге кровообращения. Кровь, не зная куда деваться, врывается в малый круг кровообращения и находит в нем выход — стенки капилляров легких чрезвычайно нежны и не переносят даже слабого воздействия; в результате кровь в альвеолах вспенивается, разрывая хрупкие оболочки капилляров; там где этого не происходит, в просвет альвеол просто фильтруется жидкая часть крови — ее плазма. Эта ядреная жидкость, состоящая из плазмы и крови перемешивается и, в виде кровавой пены, начинает изливаться наружу все чаще с новым приступом кашля. Это опасное явление получило название, которое отражает, в принципе, всю сущность этого патологического процесса, — «отек легких», который без соответствующего лечения заканчивается смертью.

Высокое атмосферное давление. Повышение атмосферного давления, при котором его влияние на организм становится опасным для дальнейшей жизнедеятельности, чаще всего в наше время встречается на производстве в условиях, когда выполнение работы осуществляется в условиях замкнутого пространства, напрямую не сообщаемого с внешним миром: строительство подводных тоннелей, метро, при проведении водолазных работ и пр. Что самое интересное, повышение атмосферного давления само по себе для организма не опасно и, при соблюдении определенных правил безопасности, не вызывает даже дискомфорта, а все

физиологические процессы сводятся к накоплению газов воздуха (главным образом азота) в тканях и крови (так называемая стадия компрессии). Все проблемы начинаются, когда давление начинает падать (в этот момент негативное влияние атмосферного давления на организм достигает своего апогея): начинают из своих депо (жировой ткани и крови) освобождаться накопившиеся за стадию компрессии газы, и кровь буквально вскипает (в основном, из-за неуспевающего выделиться через альвеолы азота) и сосуды насыщаются газовыми эмболами — пузырьками, забивающими сосуды и лишаящими их нормального кровоснабжения (рисунок слева, nevadahyperbarics точка ком). Этот процесс носит название десатурации, а болезнь, возникающая в результате регулярного кислородного голодания тканей — кессонная болезнь.

#### Заключение.

Состояние атмосферы, погода и климат оказывают значительное влияние на здоровье человека, на его трудоспособность и психоэмоциональное состояние. Наибольшее воздействие оказывает резкая смена климатических условий (например, перемещение из одной климатической зоны в другую), что нарушает установившееся равновесие организма с внешней средой. Однако сказываются и менее значимые изменения погоды, особенно при ее быстрых переменах (например, при прохождении атмосферного фронта). В первую очередь изменение погоды влияет на людей с сердечно-сосудистыми и бронхолегочными заболеваниями, а также на людей с психоэмоциональными расстройствами. Также следует обратить внимание на все возрастающее техногенное воздействие на здоровье людей и экологическую ситуацию в целом.

Климатические условия могут влиять на состояние организма человека как отрицательно, так и положительно. Использование знаний в области климатотерапии и

медицинской климатологии поможет укрепить здоровье и повысить сопротивляемость неблагоприятным воздействиям климатических факторов.

## *Перспективы развития климатологии*

*Ковш И.В.*

*Белорусский национальный технический  
университет*

### Введение

Изучая ту или иную науку, невозможно постичь ее основы, не рассмотрев историю ее развития.

На всем протяжении истории человечества развитие науки было одним из элементов этой истории. Уже с той далекой и темной для нас эпохи, когда первые зачатки человеческого познания воплотились в древнейших мифах и в обрядах первобытных религий, мы можем проследить, как вместе с общественными формациями, в тесной связи с ними. Развивались и естественные науки. Они зарождались из повседневной практики земледельцев и пастухов, из опыта ремесленников и мореплавателей. Первыми носителями науки были жрецы, предводители племен и знахари. Лишь античная эпоха увидела людей, имена которых прославили именно занятие наукой и обширность их познаний – имена больших ученых.

Человечество с незапамятных времен интересовалось вопросами климата, так как с климатом были связаны условия жизни человека и его быт.

На данном этапе развития климатологию понимают как географическую науку о совокупности атмосферных условий, свойственных тому или иному месту в зависимости от его географического положения.

### Перспективы развития климатологии

Климатология (от климат и... логия), наука о климате, его типах, обусловленности, распределении по земной поверхности и изменениях во времени. К. входит в систему географических наук, поскольку климат является

одной из географических характеристик местности, но климатообразующие процессы имеют геофизическую природу; поэтому К. опирается на выводы геофизической науки — метеорологии, в составе которой она возникла и с которой остаётся тесно связанной. К. иногда определяют как географическую часть метеорологии.

Начальные представления о климате и его закономерностях сложились ещё в Древней Греции. В 17 и 18 вв. появляются первые описания климатов на базе инструментальных метеорологических наблюдений. Э. Галлей, Дж. Хэдли в Великобритании и М. В. Ломоносов в России высказывают первые соображения о влиянии атмосферной циркуляции на климат. Во 2-й половине 19 в. климатологические исследования стали планомерными и с особым успехом развивались в России, где были сосредоточены в открытой в 1849 Главной физической обсерватории под руководством Г. И. Вильда. В это же время А. И. Воейков выполнил ряд исследований, в которых стремился обосновать как географические закономерности, так и геофизическую природу климата. Ряд важных климатологических закономерностей был установлен и за рубежом. Климатолог В. Кеппен разработал в 1900—20 широко распространённую до сих пор классификацию климатов земного шара, основанную на выделении климатических зон по соотношению годовых режимов приземной температуры воздуха и осадков, а также заложил основы исследований связи климата с солнечной активностью. Австрийский климатолог Ю. Ханн в конце 19 в. составил трёхтомную монографию "Руководство по климатологии" (т. 1 опубликован в 1883) и провёл большое количество региональных исследований.

20 в. ознаменовался быстрым ростом глобальной сети метеорологических наблюдений, охватившей тропики,

Арктику и Антарктику, океаны. В РБ, в частности, многое сделано для метеорологического изучения Северного морского пути, центральных районов Арктики, Антарктиды и океанов. Советская метеорологическая сеть охватила и почти не обследованные ранее районы страны. В результате был получен обширный материал, характеризующий климат всей территории РБ. К середине 20 в. в ряде стран появились фундаментальные справочные издания по климату, в том числе климатические атласы материков, стран, океанов; в порядке международного сотрудничества с 1971 издается мировой климатический атлас. Среди многочисленных советских изданий этого рода следует отметить многотомный справочник по климату РБ, климатический атлас РБ, климатические карты в Морском атласе, в атласах Арктики и Антарктики; получил всемирную известность вышедший двумя изданиями "Атлас теплового баланса земного шара". Появились и крупные монографические обобщения обширного климатологического материала: многотомное немецкое "Руководство по климатологии", издававшееся в 1930—39, начатый в 1969 международными усилиями многотомный "Мировой климатологический обзор", а в РБ серия монографий "Климат РБ". Расширение сети аэрологических наблюдений позволило в середине 20 в. распространить исследования по К. и на высокие слои атмосферы, что привело к появлению многочисленных сводок, аэроклиматических атласов и монографий как в РБ (работы научно-исследовательского института аэроклиматологии), так и за рубежом (в США и Великобритании изданы аэроклиматические атласы, в США и Западном Берлине выходят ежедневные серии высотных синоптических карт и т.п.).

Новые направления К. потребовали усиления внимания к методике обработки метеорологических

наблюдений для целей К. В этих методических разработках советским учёным принадлежит ведущее место (О. А. Дроздов, Е. С. Рубинштейн и др.). В РБ главным образом развивалась и климатология комплексная. В области физической К. в середине 20 в. оформилось представление о тепловом балансе земной поверхности и атмосферы как о физической основе климата. Наибольшую систематизацию и развитие эти идеи нашли в работах М. И. Будыко и его школы в РБ. В США исследования в этом направлении проводили Г. Ландсберг, Д. Миллер и др. Параллельно велись работы по оценке климатообразующей роли влагооборота, особенно в РБ (О. А. Дроздов и др.), а также в США, Японии и ФРГ. За рубежом (Ф. Штейнхаузер в Австрии, М. Кончек в Чехословакии и др.) большое внимание уделяется климатологической обработке наблюдений в горных районах. Еще в 1930 Т. Берджерон в Норвегии выступил с концепцией динамической К., открывающей возможности объяснения и классификации климатов через определенные динамические системы, входящие в общую циркуляцию атмосферы. Это послужило толчком к усиленному изучению климатообразующей роли общей циркуляции атмосферы в РБ (Б. П. Алисов, В. А. Бугаев, В. А. Джорджио, Б. Л. Дзердзеевский, Х. П. Погосян, Т. В. Покровская, С. П. Хромов и др.), ФРГ (Г. Флон), Франции (П. Педлаборд). Климатические описания в РБ обычно сопровождаются анализом циркуляционных условий. Последние положены в основу получившей широкое распространение классификации климатов земного шара Б. П. Алисова (1952). Большие успехи на этом пути достигнуты и в К. тропиков (в Индии, США, Китае, ФРГ).

В связи с бурным ростом больших городов, быстрым изменением во многих районах условий природной среды резко повысился интерес к изучению микроклимата и

местного климата, поскольку к ним, в первую очередь, относятся ненаправленные антропогенные изменения и возможные мелиорации климата (работы Р. Гайгера в Германии, С. А. Сапожниковой, И. А. Гольцберг в РБ). Непрерывно растущими запросами практики стимулируется развитие агроклиматологии и др. прикладных климатологических дисциплин.

В области палеоклиматологии с 30-х гг. 20 в. появляются крупные обобщения у К. Брукса (Великобритания), Г. Флона и др. В Германии Р. Шерхаг, в РБ В. Ю. Визе и Е. С. Рубинштейн тщательно изучали климатические изменения нашего времени (так называемое современное потепление климата). Выяснение влияний солнечной активности на климат является одной из существенных частей проблемы естественных изменений климата; здесь выделяются работы Ф. Баура в Германии, Х. Уиллета в США, Т. В. Покровской, Л. А. Вительса и др. в РБ. Решается задача прогноза климата на ближайшие десятилетия и столетия, особенно усложняемая необходимостью учета растущих антропогенных влияний. Интересные перспективы открываются в этом направлении на основе исследований теплового баланса, в том числе и его возможных антропогенных изменений.

Перспективы дальнейшего развития К. связаны с возможностью применения современного аппарата математической статистики при использовании ЭВМ для анализа обширного эмпирического материала. Углубленное понимание статистических закономерностей пространственно-временной структуры климата увеличит и возможности климатических прогнозов, содержащих практические рекомендации для народного хозяйства. Наряду с этим поставлена задача построения математических моделей (численное моделирование)



климатообразующих процессов путем интегрирования уравнений атмосферной термогидродинамики и переноса радиации в атмосфере. Первоначальные формулировки задачи и первые результаты принадлежат советским учёным (Н. Е. Кочин, Е. Н. Блинова, М. Е. Швец и др.), в дальнейшем в эту работу энергично включились и американские учёные (Х. Филипс, Дж. Смагоринский и др.). Такие модели при достаточном их совершенстве позволят вычислять макромасштабное распределение элементов климата в трехмерной атмосфере и, возможно, откроют путь к удовлетворительному объяснению прошлых и к прогнозу будущих изменений климата. Современные ЭВМ большого быстродействия обеспечивают решение задачи такого моделирования с всё возрастающей степенью приближения к действительности.

### Заключение

Мы рассмотрели зарождение климатологии, и ее развитие вплоть до XIX в. В это время, когда были сделаны первые длительные ряды метеорологических инструментальных наблюдений и зародились некоторые основные понятия климатологии. Ее практическое значение было ясно лишь немногим наиболее просвещенным умам. Так Ломоносов с редкой проницательностью увидел в климатологии науку, важную для практики, и поэтому не раз обращался к исследованию климатов. Быстрыми шагами климатология стала развиваться в XIX в. в это время стало ясным, говоря словами Веселовского, «...неотразимое и многостороннее влияние климата на человека и на целые общества и народы» и особенно на земледельческие работы.

В последующие годы развитие климатологии шло вперед: сеть климатологических станций росла очень

быстро, охватив весь земной шар, в том числе и Арктику; на этой сети получили развитие стандартные методы наблюдений, основы которых были заложены в конце XIX и в начале XX в.; методы математической (статистической) обработки данных стали более совершенными. Многочисленные исследования о климатах отдельных стран, вековых колебаниях климатов, классификациях климатов, наилучших методах систематизации климатологических данных приобрели большой размах. Получили развитие новые разделы науки, например микроклиматология, которая внесла большой вклад в общую теорию климатов.

Перспективы дальнейшего развития К. связаны с возможностью применения современного аппарата математической статистики при использовании ЭВМ для анализа обширного эмпирического материала. Углубленное понимание статистических закономерностей пространственно-временной структуры климата увеличит и возможности климатических прогнозов, содержащих практические рекомендации для народного хозяйства. Наряду с этим поставлена задача построения математических моделей (численное моделирование) климатообразующих процессов путем интегрирования уравнений атмосферной термогидродинамики и переноса радиации в атмосфере. Первоначальные формулировки задачи и первые результаты принадлежат советским учёным (Н. Е. Кочин, Е. Н. Блинова, М. Е. Швец и др.), в дальнейшем в эту работу энергично включились и американские учёные (Х. Филипс, Дж. Смагоринский и др.). Такие модели при достаточном их совершенстве позволяют вычислять макромасштабное распределение элементов климата в трехмерной атмосфере и, возможно, откроют путь к удовлетворительному объяснению прошлых и к прогнозу будущих изменений климата.

Современные ЭВМ большого быстродействия обеспечивают решение задачи такого моделирования с всё возрастающей степенью приближения к действительности.

### Список используемой литературы

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович. – Мн.: БНТУ, 2005. – 485с.
2. <http://www.ai08.org/index.php/term>
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
4. Строительная климатология: справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990.
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%EC%EE%F1%F4%E5%F0%ED%FB%E5\\_%EE%F1%E0%E4%EA%E8](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%EC%EE%F1%F4%E5%F0%ED%FB%E5_%EE%F1%E0%E4%EA%E8)
6. <http://meteocenter.net/meteolib/ww.htm>
7. <http://cafeussr.ru/books/pospelov-pi/vliyanie-atmosferykh>
8. [www.master-3.ru](http://www.master-3.ru)
9. [www.ngpedia.ru](http://www.ngpedia.ru)
10. [http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%EC%EE%F1%F4%E5%F0%ED%FB%E5\\_%EE%F1%E0%E4%EA%E8](http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%EC%EE%F1%F4%E5%F0%ED%FB%E5_%EE%F1%E0%E4%EA%E8)
11. <http://meteocenter.net/meteolib/ww.htm>

12. <http://cafeussr.ru/books/pospelov-pi/vliyanie-atmosfernykh->
13. <http://ru.wikipedia.org>
14. [http://nado.znate.ru/Дефляция\\_\(геология\)](http://nado.znate.ru/Дефляция_(геология))
15. <http://vseforex.ru/deflyatsiya/deflyatsiya-geologiya>
16. Строительная климатология: справочное пособие к СНиП. – М.:Стройиздат, 1990.
17. Васильев, А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. – М.: Транспорт, 1986..
18. Васильев, А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодноклиматических условиях. – М.: Транспорт, 1986.
19. Зимнее содержание автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь. РД 0219.1.18.2000.
20. Леонович, И.И. Дорожная климатология. – Мн., 1994.
21. Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия / Под общ. ред. А.В. Минина. – Мн.: БелЭн, 2002.
22. Леонович, И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог: В 2 ч. – Мн.: БНТУ, 2003.