

Сборник

Докладов Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Инновации в технике и технологии дорожно-транспортного комплекса»

факультета транспортных коммуникаций

«Дорожная климатология»

в 6-ти частях. Часть 3

Председатель
Секретарь

Гаврюш Е.А.
Шаповалов Д.А.

Научный руководитель

профессор И.И. Леонович

УДК 551.582-625.7.07

Авторы: студенты гр. 114339; научный руководитель профессор И.И. Леонович

В сборнике «Дорожная климатология» представлены доклады республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Инновации в технике и технологии дорожно- транспортного комплекса». Доклады посвящены общим вопросам климатологии и метеорологии. Рассмотрены приборы и методы используемые при исследовании атмосферы и физических процессов, протекающих в ней; учет прогнозов погоды при выполнении дорожных работ и другие.

Белорусский национальный технический университет
Пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел. (017) 293-91-97 факс (017) 292-91-37
Регистрационный № БНТУ / ФТК74-50.2013

ВВЕДЕНИЕ

1. Влияние антропогенной деятельности на химический состав воздуха, Белич В.В.
2. Современные проблемы синоптической метеорологии, Большаков А.В.
3. Микроклимат на автомобильных дорогах и учет при организации движения, Буткевич А.В.
4. Картирование климатических условий на автомобильных дорогах, Гаврюш Е.А.
5. Учет прогнозов погоды при выполнении работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог, Гончаров Д.С.
6. Вопросы климата и погодно-климатических условий в нормативной литературе по нормативным документам, Дорум Н.В.
7. Климат планета Земля, Дубовик А.В.
8. Развитие учения о климате Земля, Есман Е.Г.
9. Классификация и местные особенности климата, Земба Д.Н.
10. Земная атмосфера и ее строение, Казусенок Е.А.
11. Приборы и методы, используемые при исследовании атмосферы, Каленик А.С.
12. Экологические проблемы окружающей среды и основные направления по их научному решению, Кемко А.Ю.
13. Физические характеристики атмосферы и динамика их явления в пространстве и времени, Ковшик Д.А.
14. Современная динамическая метеорология и ее основные законы, Конецкий Е.С.
15. Энергия Солнца и ее влияния на климат Земли, Коробчук К.М.
16. Озоновый слой и особенности его формирования, Крегель О.Н.
17. Закономерности распределения солнечной радиации по поверхности Земли, Курейчик Е.П.
18. Влияние солнечной радиации на биологические процессы и климат, Матюкевич А.И.
19. Круговорот воды в природе, Михаленя В.А.
20. Влажность воздуха и способы ее измерения, Мишанский М.А.
21. Динамика и термодинамика атмосферы, Ровдо В.М.
22. Закономерности испарения воды и конденсации водяного пара, Румянцева Т.Е.
23. Продукты конденсации водяного пара в атмосфере, Субарова М.В.
24. Атмосферное давление и способы его измерения, Шамина В.С.
25. Природа возникновения ветров и закономерность развития ветровых процессов, Шаповалов Д.А.
26. Циклонические процессы в различных районах земного шара, Шатер Д.И.

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 «Автомобильные дороги». 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 26 статей студентов группы 114339.

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 студентка Гаврюш Е.А., секретарь Шаповалов Д.А.

Влияние антропогенной деятельности на химический состав воздуха

Белич В.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Атмосферный воздух - это природная смесь газов приземного слоя атмосферы за пределами жилых, производственных и иных помещений, сложившаяся в ходе эволюции Земли. Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Жизненная важность воздуха состоит в том, что без него невозможно существование не только человека, но и других живых и растительных организмов. Ежедневно человек потребляет 15-16 кг воздуха, т.е. во много раз больше, чем воды и пищи.

В последнее время атмосферный воздух подвергается наиболее интенсивному загрязнению в связи с тем, что он используется для удаления вредных веществ, образующихся в процессе хозяйственной деятельности человека.

Загрязнение атмосферного воздуха – это поступление или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха. Ухудшение качества атмосферного воздуха влечет рост заболеваемости и смертности населения. Таким образом, перед человечеством возникает очень большая проблема.

В данном докладе «Влияние антропогенной деятельности на химический состав воздуха» я рассмотрел следующие вопросы:

1. Химический состав воздуха;
2. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе;
3. Антропогенные источники загрязнения и характеристика загрязняющих веществ.

1. Химический состав воздуха

Атмосферный воздух представляет собой смесь различных газов. В его составе имеются постоянные компоненты атмосферы: кислород-21%; азот – 78,08%. А также в небольших количествах различные примеси природного и антропогенного происхождения, которые занимают примерно 1%. Это было экспериментально доказано в 1754 году Джозефом Блэком. подробный состав воздуха приведен в таблице 1.1.



Нормальное соотношение этих газов в атмосфере является оптимальным для жизнедеятельности человека и животного мира. Уменьшение содержания какого-либо компонента воздуха, так же как и его увеличение, губительно сказывается на здоровье людей.

Таблица 1.1.- Содержание различных химических элементов в воздухе.

Вещество	Обозначение	По объёму, %	По массе, %
Азот	N ₂	78,084	75,50
Кислород	O ₂	20,9476	23,15
Аргон	Ar	0,934	1,292
Углекислый газ	CO ₂	0,0314	0,046
Неон	Ne	0,001818	0,0014
Метан	CH ₄	0,0002	0,000084
Гелий	He	0,000524	0,000073
Криптон	Kr	0,000114	0,003
Водород	H ₂	0,00005	0,00008
Ксенон	Xe	0,0000087	0,00004

2. *Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе*

ПДК - количество вредного вещества в компонентах окружающей среды (воде, воздухе, почве), при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства. Устанавливается в законодательном порядке или рекомендуется компетентными учреждениями. В последнее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом

ПДК для атмосферного воздуха. Приоритет разработки принципов гигиенического нормирования допустимого содержания атмосферных загрязнений, принадлежит отечественной школе под руководством В. А. Рязанова. В СССР первые ПДК для 10 наиболее распространенных загрязнителей (сернистый газ, взвешенные вещества, двуокись азота, окись углерода и др.) были утверждены Минздравом уже в 1951г. В 1989 г. были установлены ПДК для 324 химических соединений при их изолированном действии и дана характеристика комбинированного действия 49 смесей, включающих в себя 2, 3 и 4 вещества, а также более чем для 400 веществ ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Регламентирование допустимого содержания атмосферных загрязнений основано на представлении о наличии порогов в их действии, хотя сами пороговые величины являются относительными и зависят от многих причин, как физических (режима и длительности поступления, агрегатного состояния), так и биологических (физиологическое состояние организма, адекватности избранных показателей и т.д.). Прежде всего изучается рефлекторное действие вещества. Результаты этого изучения лежат в основе установления максимальных разовых ПДК - максимальных концентраций, отнесенных к 20 минутному периоду определения, не вызывающих при регламентированной вероятности их появления изменения рефлекторных реакций человека. Изучение резорбтивного (обще токсического, аллергенного, гонадотоксического, эмбриотропного, мутагенного и т.п.) действия атмосферных загрязнений с целью установления ПДК длительного периода осреднения (среднесуточная, среднемесячная и среднегодовая ПДК) проводится на лабораторных животных в хроническом эксперименте.

Концентрации, определяемые в одной и той же точке, но с различной степенью осреднения по времени отбора проб, могут иметь существенное различие. Поэтому понятие ПДК должно использоваться с указанием степени осреднения по времени: мгновенная, среднесуточная, среднемесячная, среднегодовая. ПДК каждого периода осреднения имеют свое

самостоятельное значение как для предупреждения различных неблагоприятных эффектов у людей, так и в деле планирования и осуществления воздухоохраных мероприятий долговременного и оперативного характера. Согласно “Временным указаниям по определению фоновых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе для нормирования выбросов” (1981) в качестве фоновой концентрации C_f принимается концентрация, которая не превышает в 95% случаев. Любой максимум концентрации может быть превышен, хотя и с очень малой вероятностью. Именно по этой причине во многих странах установлена для среднесуточных ПДК (стандартов) допустимая частота их превышения, как правило 2 - 5%.

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации некоторых загрязняющих веществ

Основные загрязнители воздуха	ПДК (мг/м ³)	Источники загрязнений
Угарный газ (СО)	1,0	Автомобиль, курильщик табака
Окислы азота (NO _x)	0.04	Автомобиль, газовая плита
Окислы серы (SO _x)	0.05	ТЭЦ
Фенол	0.03	Мебель, строительный утеплитель
Формальдегид	0.003	Мебель, строительный утеплитель
Стирол	0.002	Строительный утеплитель
Бензопирен	0.000001	Автомобиль
Органические амины	1	Пищевые продукты (рыба, мясо)
Хлорорганические соединения	0.5	Одежда после химчистки
Диоксины	Токсичны	Ядохимикаты(в том числе и бытовые)
Пиридин	0.001	Табачный дым
Озон (O ₃)	0.03	Офисная оргтехника
Свинец	0.03	Дизель

3. *Антропогенные источники загрязнения и характеристика загрязняющих веществ*

Источниками антропогенного загрязнения атмосферного воздуха являются все виды хозяйственной или иной деятельности человечества. Антропогенные источники 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

Доля каждого из этих источников в общем, загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство. Источники загрязнения - теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух оксиды азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие вторичные признаки. Основным источником пирогенного загрязнения на планете являются тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки, потребляющие более 70% ежегодно добываемого твердого и жидкого топлива. Основными вредными примесями пирогенного происхождения являются следующие:

1. Оксид углерода. Получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий. Ежегодно этого газа поступает в атмосферу не менее 1250 млн. т. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта.

2. Сернистый ангидрид. Выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива или переработки сернистых руд (до 170 млн. т. в год). Часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Только в США общее количество выброшенного в атмосферу сернистого ангидрида составило 65 % от общемирового выброса.

3. Серный ангидрид. Образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека. Выпадение аэрозоля серной кислоты из дымовых факелов химических предприятий отмечается при низкой облачности и высокой влажности воздуха. Листовые пластинки растений, произрастающих на расстоянии менее 11 км. от таких предприятий, обычно бывают густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшихся в местах оседания капель серной кислоты. Пирометаллургические предприятия цветной и черной металлургии, а также ТЭС ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида.

4. Сероводород и сероуглерод. Поступают в атмосферу отдельно или вместе с другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимические, нефтеперерабатывающие, а также нефтепромыслы. В атмосфере при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида.

5. Окислы азота. Основными источниками выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитро соединения, вискозный шелк, целлулоид. Количество окислов азота, поступающих в атмосферу, составляет 20 млн. т. в год.

Аэрозольные загрязнители- это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 1-5 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 1 куб. км пылевидных частиц искусственного происхождения. Большое количество пылевых частиц образуется также в ходе производственной деятельности людей.

Заключение

В данном докладе представлена подробная характеристика атмосферного воздуха, приведены ПДК некоторых загрязнителей воздуха, обозначены основные источники загрязнения атмосферы.

По всем вышеприведенным подразделам можно сделать следующие выводы, а именно:

1. Охрана окружающей среды должна быть на первом месте у человека, иначе это может привести к губительным для него последствиям;
2. Каждый химический элемент содержащийся в воздухе играет не маловажную роль в оценке качества воздуха;
3. Деятельность человека и его самочувствие также зависят от химического состава воздуха;
4. При оценке качества воздуха руководствуются ПДК различных химических элементов, что позволяет определить на сколько загрязнен воздух;
5. Использование привычных нам видов топлива является самым крупным источником загрязнения воздуха, и учёным следует задуматься о разработке новых источников топлива и энергии.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Загрязнение_атмосферы_Земли
2. http://human_ecology.academic.ru/1668/Предельно_допустимая_концентрация
3. <http://votedeath.ru/2011/01/28/zagryaznenie-vozduxa>

Современные проблемы синоптической метеорологии

Большаков А.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Практическим выходом многочисленных метеорологических исследований в значительной степени (прямо или косвенно) является прогноз погоды. Научной основой современных оперативных методов прогноза большинства погодных характеристик служит синоптическая метеорология. Ее основная задача — изучение атмосферных процессов, формирующих погодные условия, и применение этих знаний при разработке прогнозов погоды. Таким образом, синоптическая метеорология является одной из ключевых тем в дисциплине дорожная климатология, формирующих современного инженера-дорожника.

1. Общие сведения

Синоптическая метеорология (от греч. *synoptikós* — способный всё обозреть), раздел метеорологии, изучающий атмосферные процессы, определяющие условия погоды и их изменения с целью разработки методов прогноза погоды.

Синоптический метод — метод анализа и прогноза атмосферных макропроцессов и условий погоды с помощью синоптических карт и различных вспомогательных материалов (аэрологических диаграмм, вертикальных разрезов атмосферы и др.)

Исследование синоптических процессов и условий погоды с помощью синоптических карт и вспомогательных средств — **синоптический анализ**

Синоптические процессы — это возникновение, перемещение и изменение свойств (трансформация) синоптических объектов. Синоптические процессы, изучаемые с помощью карт погоды, являются причиной той или иной погоды на больших географических пространствах.

Для оперативного прогноза на сутки для пункта или небольшого района необходимы данные с территории, радиусом не менее 1000 км, на 2 суток — 20000 км и т.д. Основные синоптические объекты

По сути, прогноз погоды структурно состоит из 2-частей. Первая — это прогноз синоптического положения, и вторая — это на его основе прогноз собственно условий погоды, которые определяются данным синоптическим положением.

Совокупность взаимно связанных синоптических объектов над некоторым районом Земного шара, определяющая здесь условия погоды, есть *синоптическое положение*

Синоптический прогноз — это прогноз синоптического положения и условий погоды с помощью синоптического метода

Синоптические объекты — это воздушные массы, атмосферные фронты, циклоны, антициклоны, барические и термические ложбины и гребни, очаги тепла и холода, струйные течения, высотные фронтальные зоны и т.д.

Процессы адвекции (переноса новой воздушной массы на данную поверхность) и трансформации (приобретения воздушной массой новых свойств над данной поверхностью) определяют погодные условия на определенный момент или за определенный отрезок времени. Погода характеризуется значениями основных метеорологических величин (температуры воздуха, ветра, влажности, облачности) и наличием метеорологических явлений (дождь, снег, гололед, туман и т.д.).

Возможность и преобладание различных погодных условий в определенном регионе, районе, населенном пункте зависит от их климата.

Климат определенной местности – это характерный для нее в многолетнем разрезе режим погод, отражающий не только обычные, но и возможные редкие погодные ситуации в разные сезоны, месяцы и даже дни.

Климаты отдельных регионов есть проявление глобального климата Земли, который зависит от энергии, поступающей от солнца, ее распределения по сезонам и широтным зонам, преобразования (поглощения, отражения и рассеяния) в атмосфере и на земной поверхности.

Поступление радиации на верхнюю границу атмосферы связано с астрономическими факторами, в первую очередь с колебаниями элементов земной орбиты. Периоды этих колебаний известны и это позволило, например, югославскому ученому Миланковичу рассчитать количества радиации, поступающие от Солнца к разным широтным зонам в разных полушариях за последние 600 тыс. лет. Т.е. если бы климат зависел только от астрономических факторов, его изменение вполне можно было бы предсказать. Но климат Земли в очень большой степени зависит от того, что происходит с этой радиацией в атмосфере и на Земле. Эти процессы были бы всегда одинаковыми, если бы и атмосфера и поверхность Земли на протяжении всей истории нашей планеты (4.6 млрд. лет) оставалась неизменной. Но это не так. И в историческом, и тем более в геологическом масштабе времени они существенно изменялись.

Хотя люди и воспринимают воздух как нечто само собой разумеющееся, атмосфера Земли – это самое бесценное наше сокровище. Она появилась вскоре после возникновения планеты, как итог освобождения газов при столкновении планетоидов, из которых образовалась Земля. Примерно 3 миллиарда лет назад в растениях начался процесс фотосинтеза; при этом, в результате выделения огромного количества кислорода, изменилась первоначальная атмосфера планеты. На протяжении всей истории Земли менялось содержание газов, входящих в состав атмосферы. Например, содержание углекислого газа, ответственного вместе с водяным паром за “парниковый эффект” на поверхности Земли, изменялось до шести раз. Изменение содержания озона в стратосфере, от которого зависит температура и благополучие всего живого на Земле, заметно даже в пределах последних десятилетий. Конфигурации и площади континентов менялись в истории Земли с периодами около 150 - 300 млн. лет, соответственно менялась глубина и площадь мирового океана.

Льды то полностью исчезали с поверхности Земли, то появлялись в высоких широтах, а в ледниковые эпохи они то наступали, то отступали. Менялась отражательная способность поверхности Земли, процессы обмена теплом и влагой между различными широтными зонами, и таким образом, при одинаковых астрономических условиях на поверхности Земли складывались различные сценарии климата. Ученые считают, что астрономические факторы климата являются только “спусковым крючком”, который приводит в действие более мощные вторичные климатообразующие процессы на земной поверхности взаимодействие в системе “атмосфера-океан-ледниковые покровы поверхность суши”, которую называют климатической системой.

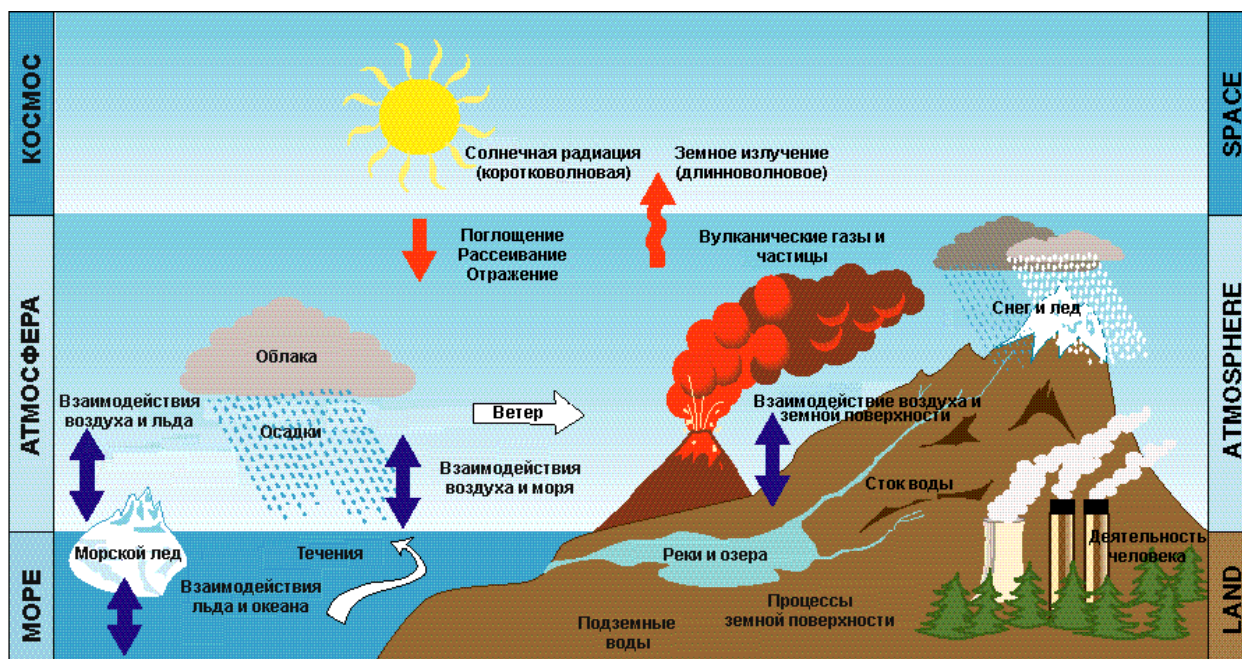


Рис. 1 Схема глобального климатического взаимодействия

Итак, климат менялся всегда. Менялись ширина и положение климатических поясов, и в связи с этим смещались ареалы распространения видов животных и растений, гибли и расцветали цивилизации, менялись –направления производственной деятельности народов, их благополучие. Климат всегда был фактором не только природным, но и экономическим, и социальным.

Проблема предсказуемости климата особенно остро встала на рубеже нового тысячелетия в связи с тем, что климат в настоящее время находится “на перепутье”, в состоянии изменения. Но направление этих изменений в настоящее время однозначно не определено, т.к. наряду с естественными факторами в современную климатическую эпоху соизмеримое с ними воздействие на климат оказывают антропогенные факторы, связанные с негативными результатами производственной деятельности человека – загрязнением атмосферы аэрозолями, повышением содержания углекислого газа из-за интенсивного сжигания ископаемого топлива, разрушением озонового слоя, неправильным землепользованием, итогом которого является 1/3 существующих в мире пустынь и т.д. Если антропогенные факторы будут превалировать в развитии климата, может произойти катастрофический разогрев атмосферы. Если развитие климата пошло бы естественным ходом, примерно через 10 тыс. лет (что в историческом масштабе времени совсем не много, а в геологическом – ничтожно мало) полярные льды снова распространились бы в умеренные широты. От того, что произойдет с климатом, зависят решения проблем обеспечения населения Земли продовольствием (к 2050 г. на Земле будет жить более 10 млрд. человек), электрической энергией и др.

2. Современные проблемы синоптической метеорологии

Идеальный прогноз должен оправдываться по всем параметрам. Установить причину ошибок в прогнозе сложно. Метеорологи считают прогноз оправдавшимся, если его ошибка меньше, чем предсказание погоды с применением одного из двух методов, не требующих специальных познаний в области метеорологии. Первый из них, называемый инерционным, допускает, что характер погоды не изменится. Второй метод исходит из того, что характеристики погоды будут соответствовать средним месячным на данное число.

Продолжительность срока, в течение которого прогноз оправдывается (т.е. дает лучший результат), зависит не только от качества наблюдений, математического аппарата, вычислительной техники, но также и от масштаба прогнозируемого метеорологического явления. Вообще говоря, чем крупнее явление погоды, тем на более длительный срок его можно прогнозировать. Например, часто степень развития и пути движения циклонов можно прогнозировать на несколько дней вперед, но поведение конкретного кучевого облака может быть предсказано не более чем на ближайший час. Эти ограничения, по-видимому, обусловлены особенностями атмосферы и не могут быть пока преодолены с помощью более тщательных наблюдений или более точных уравнений.

Основными принципами синоптического анализа являются: комплексность анализа, трёхмерность анализа, историческая последовательность анализа. Важнейшее достоинство синоптического метода – наглядность и оперативность.

К проблемам синоптического метода относятся:

- дискретность метеорологической информации во времени и пространстве (по вертикали и горизонтали).
- сложность сбора и обработки информации.
- ошибочные данные на картах погоды.
- хаотическое развитие атмосферных процессов.
- модель метеорологических процессов.

Дискретность метеорологической информации во времени и пространстве (по вертикали и горизонтали), т.е. отсутствие информации между станциями, в труднодоступных районах (нельзя забывать, что $\frac{3}{4}$ Земли занимают океаны и моря), между стандартными поверхностями атмосферы. При этом опускаются многие важные явления погоды.

Сложность сбора и обработки информации приводит к некоторой задержке анализа. Конечно, существуют различные методы, позволяющие частично устранить эти недостатки (интерполяция, экстраполяция, использование асиноптической информации – радиолокационной, спутниковой информации и т.д.

На картах погоды практически всегда встречаются ошибочные данные. Часть их возможно исправить, часть – следует исключить из анализа.

Причинами ошибочных данных могут быть инструментальные ошибки, связанные и неисправностью приборов, ошибки наблюдателя, неточности приведения давления к уровню моря или неверно определённая высота станции над уровнем моря, искажения, возникающие при составлении, передаче телеграммы, искажения, возникающие при нанесении данных на карту погоды (в случае нанесения данных вручную). Наиболее наглядно ошибочные данные выявляются при анализе карт погоды. Например, при проведении изобар и изогипс можно обнаружить неверно нанесённые давление и геопотенциальные высоты, несоответствие форм облаков и осадков, выпадающих из них, указанных на карте погоды.

Выявление ошибок производятся методом сравнения и сопоставления.

Сравниваются показания каждой отдельной станции с показаниями соседних. Поскольку значения метеорологических величин изменяются в пространстве в пределах одной воздушной массы постепенно, то показания соседних станций должны быть близки друг другу. На картах АТ и ОТ высоты изобарических поверхностей рядом расположенных станций, резко отличные друг от друга следует отнести к ошибочным. Но на приземной карт могут быть резкие изменения на какой-либо станции под влиянием местных условий. Например, температуры воздуха на станциях, расположенных в низине и на возвышенности даже на близком расстоянии друг от друга, могут существенно различаться. Сравниваются показания одной и той же станции в данный и предшествующий

сроки наблюдений. Для хода метеорологических величин в течение суток имеются определённые закономерности – например, наиболее низкие суточные температуры воздуха отмечаются около восхода солнца, наиболее высокие – около местного полудня, от срока к сроку ход температуры довольно плавный. Правда, в случаях вторжения новых воздушных масс и быстром их смещении возникают весьма существенные нарушения суточного хода метеорологических величин и наиболее низкие или наиболее высокие температуры воздуха могут относиться к любому времени суток. Но в этом случае, чаще всего нарушения суточного хода подтверждаются показаниями соседних станций. Сопоставляются показания какого-либо элемента на станции со значениями других элементов на той же станции. Здесь синоптик основывается на знании закономерностей связей между элементами погоды. Надо чётко представлять, из каких облаков выпадают морозящие, обложные или ливневые осадки, какие облака и осадки характерны для фронтов различного типа, как меняется направление и скорость ветра в различных частях циклона и антициклона, как соотносятся градации видимости, тумана и дымки, тумана и ветра, при этом важно знать тип тумана, характерный для данной местности, какова связь между температурой воздуха и формами и количеством облачности, видами осадков и многое другое

3. Методы выявления ошибочных данных на приземных картах погоды

На приземной карте исправления следует делать осторожно – здесь чаще приходится исключать ошибочные данные из дальнейшего анализа. При этом исправить значения на карте погоды можно внести в следующих случаях:

1. атмосферное давление – если отличия составляют целое число десятков гПа;
2. знак барической тенденции – если её величина на данной станции превышает 1гПа/3 часа;
3. знак температуры воздуха – при расчёте на 5-10 °С;
4. направление ветра – если на карту нанесено противоположное направление или допущена ошибка на 100°;
5. скорость ветра – если на фоне сильных ветров отмечен слабый, сильный ветер на фоне слабых может быть обусловлен орографическим эффектом;
6. исправления облачности и погоды в срок наблюдения производится путём сопоставления данных одной и той же станции. Например, при кучевых облаках (Cu hum, Cu med, Cum cong, Cb) не могут быть обложные осадки, при туманах не может быть видимость более 1 км и т.д.

4. Методы выявления ошибочных данных на высотных картах погоды

На картах барической топографии исправлению ошибочных данных необходимо уделять большое внимание, поскольку сеть аэрологических станций гораздо реже, чем метеорологических наземных. Ошибочные данные даже на одной станции могут привести к грубым ошибкам в анализе полей на картах абсолютной и относительной топографии.

Для выявления ошибочных данных на картах барической топографии необходимо сравнивать между собой температуры воздуха и геопотенциальные высоты, а также вычисленные толщины слоев между основными изобарическими поверхностями на соседних станциях. Если на какой-либо станции хотя бы одна из этих величин отличается от показаний соседних станций, то данные сомнительны и требуется их проверка. Проверку

сомнительных данных лучше всего производить по аэрологической диаграмме, специальным таблицам, либо по рабочим формулам.

Атмосферные процессы развиваются хаотически. Это означает, что для прогноза различных явлений в разном пространственно-временном масштабе необходимы разные подходы, в частности, для прогноза поведения крупных циклонов умеренных широт и локальных сильных гроз, а также для долгосрочных прогнозов. Например, прогноз давления воздуха на сутки в приземном слое является почти таким же точным, как измерения с помощью метеозондов, по которым его проверяли. И наоборот, трудно дать детальный трехчасовой прогноз перемещения линии шквалов – полосы интенсивных осадков перед холодным фронтом и в целом параллельно ему, в пределах которой могут зарождаться смерчи. Метеорологи пока могут только предварительно выделять обширные районы возможного возникновения линий шквалов. Когда они зафиксированы на космическом снимке или при помощи радиолокатора, их продвижение можно экстраполировать только на один-два часа, и поэтому важно своевременно довести сводку погоды до населения. Предсказание неблагоприятных кратковременных метеорологических явлений называется срочным прогнозом. Разрабатываются компьютерные методики прогнозирования этих опасных явлений погоды.

С другой стороны, существует проблема прогнозов долгосрочных, т.е. более чем на несколько дней вперед, для которых абсолютно необходимы наблюдения за погодой в пределах всего земного шара, но даже и этого оказывается недостаточно. Поскольку турбулентная природа атмосферы ограничивает возможности предсказания погоды на большой территории примерным сроком до двух недель, прогноз на более продолжительное время должен основываться на факторах, которые предсказуемым образом воздействуют на атмосферу и при этом сами будут известны более чем за две недели. Одним из таких факторов является температура поверхности океана, которая медленно меняется в течение недель и месяцев, влияет на синоптические процессы и может быть использована для выявления районов с аномальными температурами и количеством осадков.

Заключение

В течение нескольких последних десятилетий синоптическая метеорология быстро развивалась и в настоящее время превратилась в разветвленную и перспективную науку. Несмотря на существующую техническую вооруженность и защищенность от воздействий природных явлений, без правильного учета информации о текущем и будущем состоянии атмосферы не может обойтись ни одна отрасль современного хозяйства.

Основания современной метеорологической модели атмосферы были заложены еще адмиралом Фицройем в середине 19 века и несут в себе отражение мировоззренческих установок той эпохи. За все прошедшие годы принципиальных изменений основной метеорологической модели не произошло. Вся научная деятельность в современной метеорологии есть только шлифовка и модернизация этой модели.

Многолетняя мировая практика прогнозирования погоды однозначно показывает, что эта общепринятая метеорологическая модель совершенно не годится для прогнозирования состояния атмосферы на временную глубину более 10 суток, она годится только для краткосрочного и среднесрочного (до 10 суток) прогнозирования погоды, поэтому нужна другая модель метеорологических процессов.

Литература

1. <http://klimat-factor.ru/meteorologia.html>
2. http://www.krugosvet.ru/enc/Earth_sciences/geografiya..
3. <http://compass44.ru/publications/society/15-problemy-..>
4. <http://www.dvfu.ru/meteo/Reklama.htm>

Микроклимат на автомобильных дорогах и учет при организации движения

Буткевич А.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Важнейшая характеристика городской среды – микроклимат, состояние которого определяется в значительной мере антропогенными факторами на окружающую среду и прежде всего ее загрязнением. Он оказывает влияние на количество поступающей от Солнца ультрафиолетовой радиации, влажность, частоту образования тумана.

Автотранспорт является основным источником загрязнения воздуха. Растущий уровень автомобилизации, увеличивающаяся мобильность населения все более расширяют зоны доступности человеком природных ландшафтов, но, с другой стороны, эти процессы способствуют строительству автомобильных дорог и более равномерному распределению рекреационных нагрузок на природную среду.

1. Микроклимат на автомобильных дорогах и учет при организации движения

Дорога создает свой местный климат, а на отдельных ее участках создаются микроклиматические условия, определяемые покрытием, распределение зеленых насаждений, водоемов.

На формирование микроклимата оказывают влияние:

- прямые выбросы тепла и изменение режима солнечной радиации;
- пылегазовые выбросы промышленных предприятий и транспорта;
- изменение теплового баланса за счет уменьшения испарения, малой проницаемости подстилающей поверхности, способствующей быстрому стоку воды и значительной теплопроводности покрытий;
- пересеченность местности.

Изменение радиационного баланса, дополнительное поступление тепла в атмосферу за счет сжигания топлива и малый расход тепла на испарение приводят к более высоким температурам внутри города по сравнению с окрестностями.

Над городом существует «остров тепла». Интенсивность и размеры острова тепла изменяются во времени и пространстве под влиянием фоновых метеорологических условий и местных особенностей города. На границе город–сельская местность возникает значительный горизонтальный градиент температур, который может достигать 4 °С/км.

Зимой поверхность земли покрывается снегом или замерзает, воздух может быть более влажным и днем, за счет антропогенных источников, обеспечивающих значительное поступление водяного пара в атмосферу. При рассмотрении влияния автомобильных дорог на осадки необходимо отдельно рассматривать твердые и жидкие осадки, поскольку влияние автомобильных дорог на каждый из названных видов будет различным. В зимний период года различия в суммах осадков обычно незначительны. В летнее время наибольшие суммы осадков выпадают над городом, но не в центральной его части, а на окраине. Если влажность воздуха достаточно высокая, то повышенная конвективная неустойчивость и загрязненность воздуха над городом способствует образованию облачности.

Имеющие различия в температурно-влажностном режиме города-пригорода проявляются и в распределении атмосферных явлений. Туманов в городе в связи с повышением

температуры и понижением относительной влажности может быть меньше, чем за городом.

Ветровой режим городов характеризуется снижением скорости ветра в городе по сравнению с пригородом, что также влияет и на автомобильные дороги. В некоторых случаях в городе возможно усиление скорости ветра: при направлениях ветра, совпадающих с направлением улицы, ограниченной многоэтажными зданиями, что также влияет на организацию движения автомобильных дорог. Зеленые насаждения снижают скорость ветра и способствуют осаждению примесей.

Неотъемлемая часть – это дорожные насаждения, являясь частью инженерного сооружения (дороги, моста, путевого здания и т.д.), должны подчеркивать специфичность объекта, повышая восприятие его водителем транспорта, пешеходами и пассажирами.

1. Как живая природа, эти насаждения органически входят в общий ландшафт и, являясь частью его, должны гармонизировать с ним.

2 . Дорожные насаждения должны решать задачи:

- а) зрительного восприятия дороги;
- б) создавать условия лучшего обеспечения безопасности движения транспорта и людей;
- в) включать дорогу в окружающий ландшафт, подчеркивать красоту природы, а также обогащать ландшафт;
- г) улучшать микроклимат;
- д) обеспечивать долговечность сооружения.

3 . Посадки и используемые естественные зеленые насаждения должны подчеркивать сооружения в плане и профиле, помочь водителю транспорта пространственно воспринимать дорогу и обеспечивать ясное представление впереди лежащих участков дороги за пределами видимости.

4 . Подчеркивая отдельные элементы дороги (перекрестки, съезды, места стоянки транспорта, автоостановки и т.д.) содействовать безопасности движения транспорта и людей.

На дорогах с двухполосным движением создавать условия невозможности ослепления водителя встречного транспорта в ночное время. В местах однообразного ландшафта создавать условия меняющегося внешнего облика дороги.

5 . Дорожные насаждения должны органически связываться с окружающей природой, помогать вписывать инженерное сооружение в окружающий ландшафт, органически связывать его с природой. Не нарушая обзора естественных богатств природы, насаждения должны прикрывать неприглядный вид отдельных объектов (здания, карьеры, резервы и т.д.). Насаждения должны способствовать акцентированию внимания наиболее красивых мест и образовывать новые ансамбли, обогащающие ландшафт.

6 . В местах скопления людей дорожные насаждения должны создавать улучшенные, по сравнению с окружающим, условия микроклимата. Они должны быть высоко эстетичными, давать возможность оградить места скопления людей от сквозного продувания ветром, дать укрытие от солнца, пыли и шума.

7 . Дорожные насаждения должны содействовать статической сохранности всех элементов инженерного сооружения - откосов, разделительных полос, водоотводных канав, берм и т.д. При устройстве дорожных насаждений для целей снегозащиты их необходимо располагать так, чтобы по возможности не закрывать естественные богатства природы. Оградительные насаждения надлежит проводить в целях создания микроклимата для близлежащих объектов - заводов, железных дорог, населенных пунктов, школ, больниц и других.

При сооружении дорог и других сооружений существующая растительность должна быть в максимальной степени сохранена.

Трассировка дороги должна решаться так, чтобы отдельные лесные массивы или отдельностоящие деревья, подчеркивали элементы дороги в плане и профиле, улучшая зрительное восприятие дороги.

В районах бедных лесами, желательно избегать прокладки дороги через отдельные лесные массивы. Исключением должно являться создание условий безопасности движения.

Желательно использовать существующую растительность для организации мест отстоя транспорта, отдыха пассажиров и мест автобусных остановок.

Недопустима разработка близких к дороге притрассовых карьеров при высоких уровнях грунтовых вод, что приводит к заболачиванию полосы отвода. При разработке притрассовых карьеров, до начала работ должен быть снят растительный слой и после окончания разработки уложен обратно.

На разделительных полосах должна сохраняться растительность, если она не создает опасности движения. В лесных районах ширина разделительной полосы должна быть доведена до 8 - 12 метров.

Дорожные насаждения должны органически связываться с существующей растительностью и единым ансамблем подчеркивать план и профиль дороги или сооружения.

При необходимости рубки леса в массиве, краям просеки необходимо придавать форму меняющейся кривой, с использованием отдельных наиболее красивых групп деревьев или отдельно стоящих деревьев и кустарника.

При выборе породы растительности для дорожных насаждений, необходимо учитывать форму кроны, высоту, оттенок летней и осенней окраски листьев, качество почвы, окраску цветов и плодов. Все эти факторы должны дать гармонию сочетания с окружающей природой или контраст к ней, в зависимости от назначения насаждений. Эти же факторы определяют взаиморасположение отдельных растений и густоту посадки.

Посадки могут быть:

а) регулярного типа. К ним относятся линейные посадки, повторяющие план трассы в виде аллей, живых изгородей и снегозащитных насаждений;

б) свободного типа. К ним относятся групповые посадки из различных пород деревьев или однородные комбинации посадок древесных и кустарниковых пород.

Посадки, ограниченные геометрически правильными линиями, повторяют в плане саму дорогу и располагаются с одной или обеих сторон ее на расстоянии, зависящем от назначения. На кривых с внутренней стороны кривой рядовые посадки не рекомендуются. Рядовые посадки не рекомендуются располагать ближе 5 м от бровки полотна. Расстояние между отдельными деревьями в аллеях выбирается в зависимости от выбранной породы деревьев в пределах от 10 до 15 метров друг от друга.

На вновь строящихся автомобильных дорогах не рекомендуются посадки аллеяного типа по следующим причинам:

- а) аллеи ограничивают возможность уширения дороги в перспективе;
- б) препятствуют безаварийному съезду с дороги при крайней необходимости;
- в) скрывают от пассажиров окружающий ландшафт;
- г) ухудшают просыхание дороги, а в осеннее время из-за падающих листьев создают дополнительную опасность скольжения;
- д) в солнечную погоду дают пятнистое освещение дороги, утомляющее зрение водителя транспорта.

Посадки свободного типа в каждой группе могут иметь различное, но не менее трех, количество деревьев, посаженных на выбранном месте без геометрической взаимозависимости отдельных деревьев или кустарников. Выбор места групповой посадки зависит от назначения.

Живую изгородь и снегозащитные рядовые посадки желательно сажать из пород плодовых деревьев и кустарников и пород, допускающих подстрижку.

Большую роль в этом вопросе играет расположение автомобильной дороги – город это или пригород. Все эти факторы оказывают влияние на микроклимат автомобильных дорог и, непосредственно, их следует учитывать при строительстве и организации движения на автомобильных дорогах.

Заключение

Подведем итог. Микроклимат- особенности климата на небольших пространствах, измеряемых километрами или десятками километров и обусловленные особенностями местности (лес, поле, поляна, болото, берег, водоем, направление склона, защищенность от ветров и т.п.).

На формирование микроклимата оказывают влияние:

- прямые выбросы тепла и изменение режима солнечной радиации;
- пылегазовые выбросы промышленных предприятий и транспорта;
- изменение теплового баланса за счет уменьшения испарения, малой проницаемости подстилающей поверхности, способствующей быстрому стоку воды и значительной теплопроводности покрытий;
- пересеченность местности.

Литература

1. <http://www.gosthelp.ru/text/TematiceskayapodborkaUch.html>
2. http://www.znaytovar.ru/gost/2/RekomendaciiRekomendacii_po_bl.html
3. <http://www.docload.ru/Basesdoc/6/6450/index.htm>

Картирование климатических условий на автомобильных дорогах

Гаврюш Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

С помощью классификации метеорологических станций по их открытости можно судить, насколько репрезентативны наблюдения за ветром на каждой станции, оценить, насколько эти наблюдения отражают характер общей циркуляции атмосферы или дают искаженную картину ветрового режима, характеризующую влияние на ветер местных условий. Зная класс защищенности каждой станции, особенно местоположение флюгера, можно построить карту средних скоростей ветра и дать квалифицированное объяснение их территориального распределения.

На общеклиматических картах не отражаются отдельные детали поля температуры и других элементов. Они характеризуют климат, определяемый макропроцессами в атмосфере (макроклимат). Чтобы получить детальное поле метеорологического элемента, строят микроклиматические карты, т. е. карты крупного масштаба для небольшого района. Построение таких карт возможно при наличии достаточных данных. Их должно быть больше, чем дает регулярно действующая сеть метеорологических станций. В этих случаях материалы наблюдений основной метеорологической сети дополняются наблюдениями временной сети станций и данными специальных микроклиматических съемок.

Картирование климатических условий широко применяется в строительной климатологии, поэтому при их использовании очень важно знать точность построения и пределы колебаний рассматриваемой величины. Если на карту нанесены средние значения какого-то метеорологического показателя, то следует иметь в виду, что эта средняя может существенно изменяться от года к году. Эти изменения можно характеризовать средним квадратическим отклонением от нормы. Следовательно, значение величины в данной точке или по изолинии нужно считать равным, или, иначе говоря, данную изолинию следует рассматривать как среднее положение полосы, ограниченной величиной σ .

Диаграммы и карты-диаграммы. Широкое применение находят в климатологии различного рода диаграммы. С помощью их отражают изменения метеорологических факторов во времени и пространстве, повторяемость разновидностей различных явлений (например, повторяемость: гололеда, изморози, смеси от общего числа гололедно-изморозевых явлений или повторяемость различных видов тумана и т. д.).

1. Основные принципы построения климатических карт

Для решения вопросов, связанных с теорией климата, изучением его формирования и изменения, более ценными являются карты, приведенные к уровню моря. Это относится и к данным по давлению воздуха, приведение которого к уровню моря необходимо и для оперативной синоптической работы. Приводя значение давления или температуры воздуха к уровню моря, условно исключают влияние на него высоты места. Поэтому на такой карте более отчетливо обнаруживается влияние других географических факторов (водоемы, рельеф и др.).

В том случае, когда строятся карты изотерм на уровне земной поверхности (по данным измерений на высоте 2 м), требуется особо тщательный учет рельефа местности и его влияния на температуру воздуха. Формальная интерполяция температуры воздуха

между отдельными станциями может привести к значительным ошибкам. Особенно велики могут быть ошибки в условиях сложного рельефа, где нужно учитывать и высоту места, и форму рельефа, и экспозицию склонов, а также близость водоемов, леса и т. д.

При картировании любого метеорологического элемента выбор интервалов, по которым должны проводиться изолинии, определяется изменчивостью данного элемента в пространстве, точностью расчета картируемого показателя и, наконец, выбранным масштабом карты. Чем меньше масштаб карты, чем меньше точность измерений и больше изменчивость метеорологического элемента в пространстве, тем больше выбирается интервал между изолиниями. Изотермы на картах равнинной территории проводятся через $1-2^{\circ}$. В горных районах проведение изотерм чаще, чем через 2° , нецелесообразно вследствие меньшей освещенности их климатическими данными и большей изменчивости температуры в пространстве.

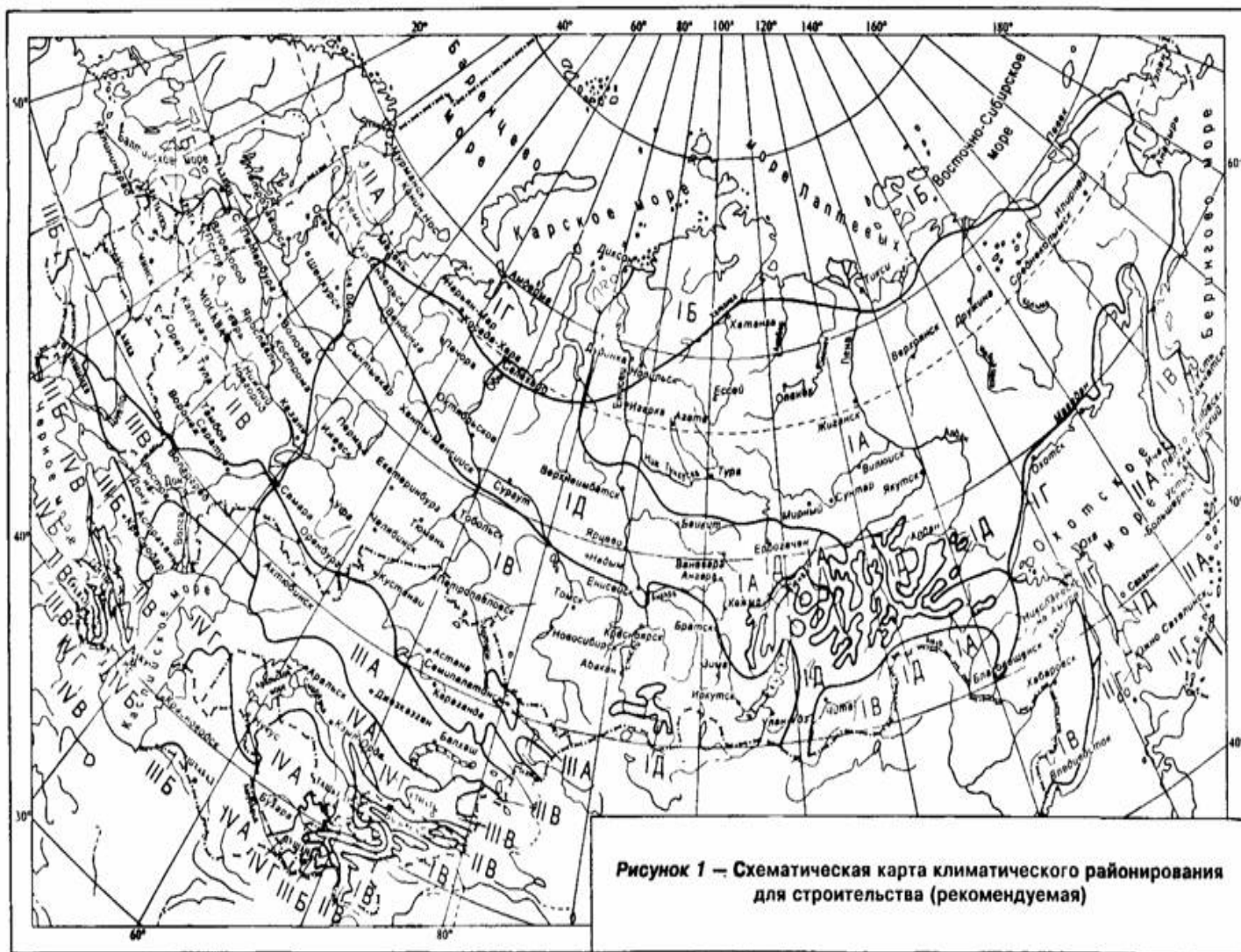
Изложенные основные принципы построения климатических карт применимы и к другим характеристикам температурного режима (экстремальные температуры и температуры заданной обеспеченности, даты перехода температуры через заданное значение, продолжительность безморозного, морозного, отопительного периодов и т. д.), а также к другим показателям климата.

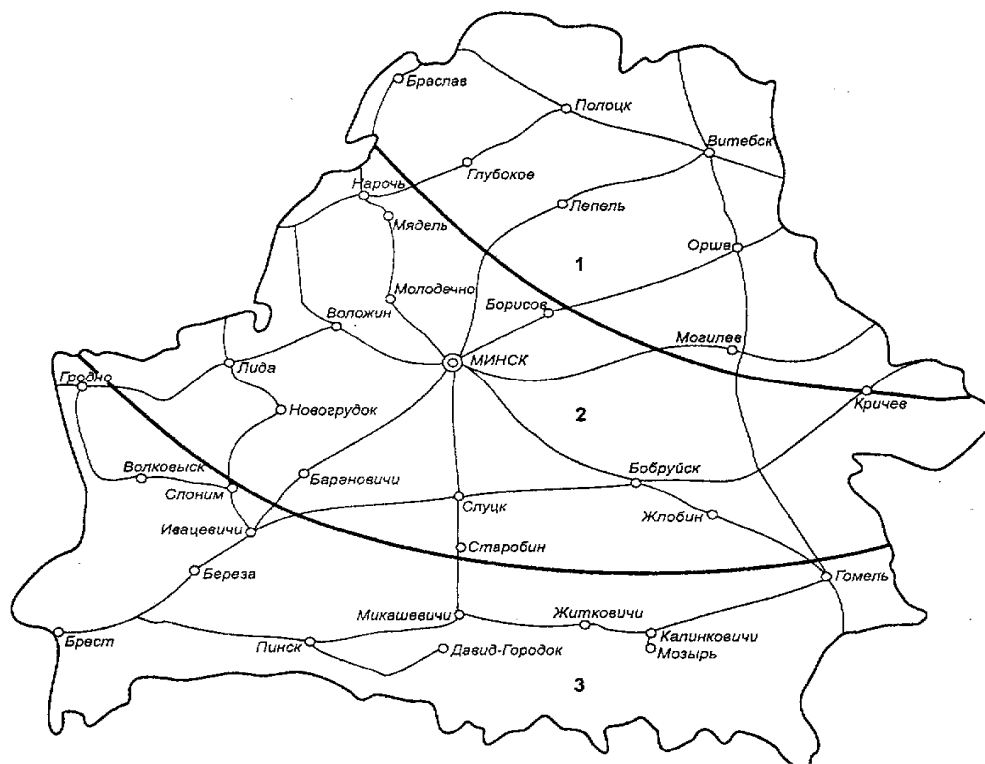
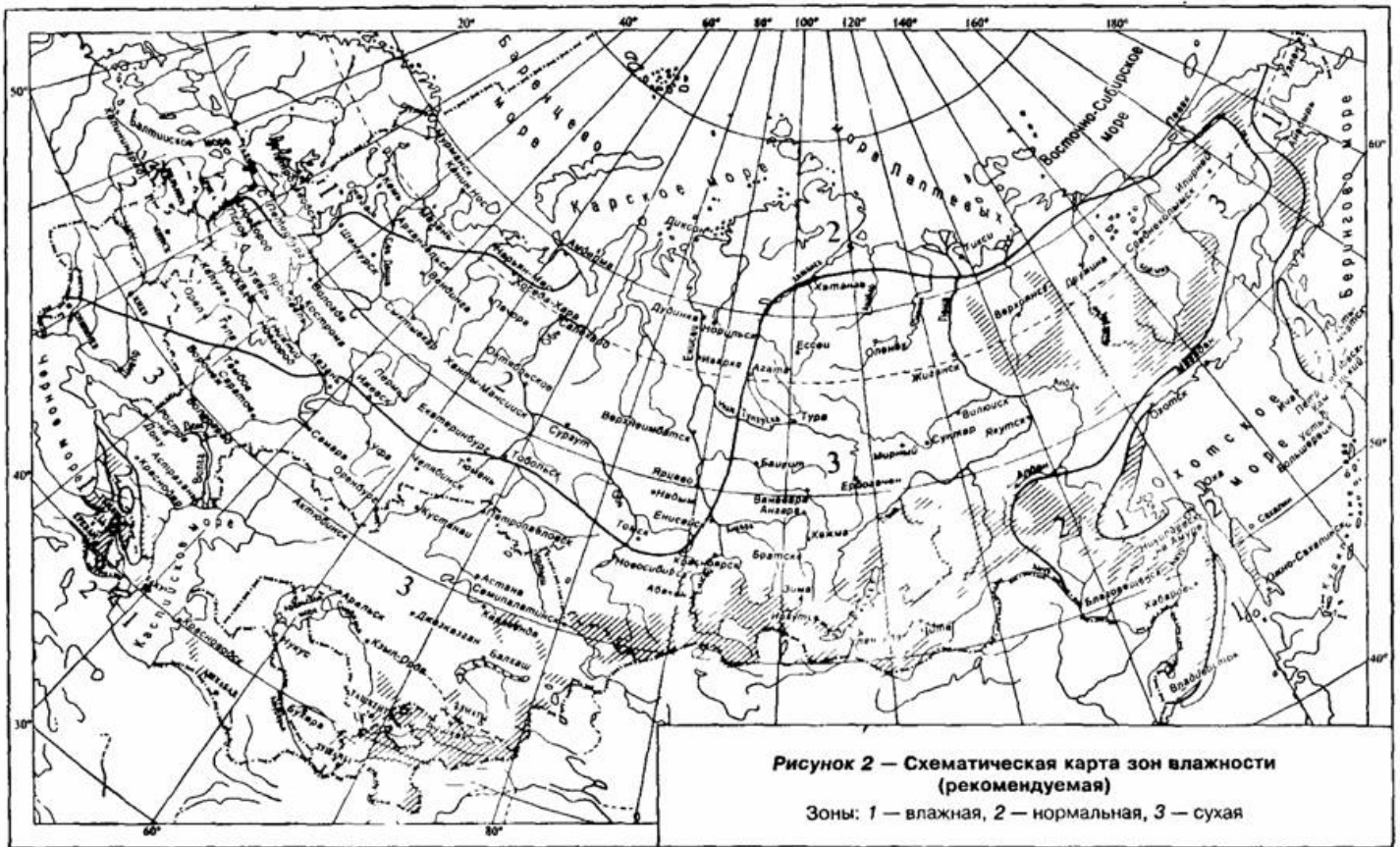
2. Климатические карты

Климатические карты, карты, на которых по результатам многолетних наблюдений представлено территориальное распределение климатических условий. Климатические карты могут составляться как для отдельных характеристик климата (температура, осадки, влажность воздуха и др.), так и для их комбинаций, у земной поверхности и в высоких слоях атмосферы. Климатические карты, с одной стороны, дают возможность наиболее удобного общего обзора климатических характеристик на большой площади и сопоставления их значений в разных частях рассматриваемой территории, с другой — дают возможность путём интерполяции определять значения климатических характеристик в любом отдельном пункте. Климатические карты относятся чаще всего к отдельным месяцам года и к году в целом, иногда к четырём сезонам года, к вегетационному периоду и пр. На картах, составляемых по наблюдениям наземных метеорологических станций, атмосферное давление даётся приведённым к уровню моря; для температуры воздуха карты составляются как по действительным ее значениям, наблюдающимся на уровне земной поверхности, так и по приведенным к уровню моря. Поле давления в свободной атмосфере представляется либо с помощью карт распределения давления на различных стандартных высотах, например через каждый километр над уровнем моря, либо с помощью карт барической топографии, на которые наносятся высоты (точнее — геопотенциалы) главных изобарических поверхностей (900, 800, 700 и т.д. мбар), отсчитанные от уровня моря. Температура и влажность воздуха и ветер могут относиться на аэроклиматических картах либо к стандартным высотам, либо к главным изобарическим поверхностям. На картах таких климатических характеристик, как многолетние средние величины (атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, сумм осадков и т.д.) проводятся изолинии, соединяющие точки с равными значениями рассматриваемой характеристики: изобары для давления, изотермы для температуры, изогеты для осадков и пр. На картах амплитуд (например, годовых амплитуд температуры воздуха, т. е. разностей между средними температурами самого тёплого и самого холодного месяца) проводятся изоамплитуды, на картах аномалий (например, отклонений средней температуры каждого места от средней температуры всего его широтного пояса) — изаномалы, и т.д. На

климатические карты, представляющих повторяемость того или иного явления (например, годового числа дней с грозой или со снежным покровом), проводятся изолинии повторяемости; на К. к., представляющих даты наступления того или иного явления (например, первого заморозка, появления или схода снежного покрова) или определённого значения метеорологического элемента в годовом ходе (например, переходе средней суточной температуры воздуха через нуль), проводятся изолинии дат — изохроны и т.д. На картах ветра проводятся изолинии средней величины числового значения скорости изотак; равнодействующие ветра и направления преобладающих ветров указываются стрелками разной длины или с разным оперением; нередко проводятся линии тока. Для свободной атмосферы часто составляются карты зональной и меридиональной составляющих ветра. Атмосферное давление и ветер на климатические карты обычно совмещаются. На климатические карты наносят также в соответствующих местах разы ветров, кривые распределения других метеорологических элементов, графики годового хода элементов для отдельных станций и т.п.

3. Карты климатического районирования



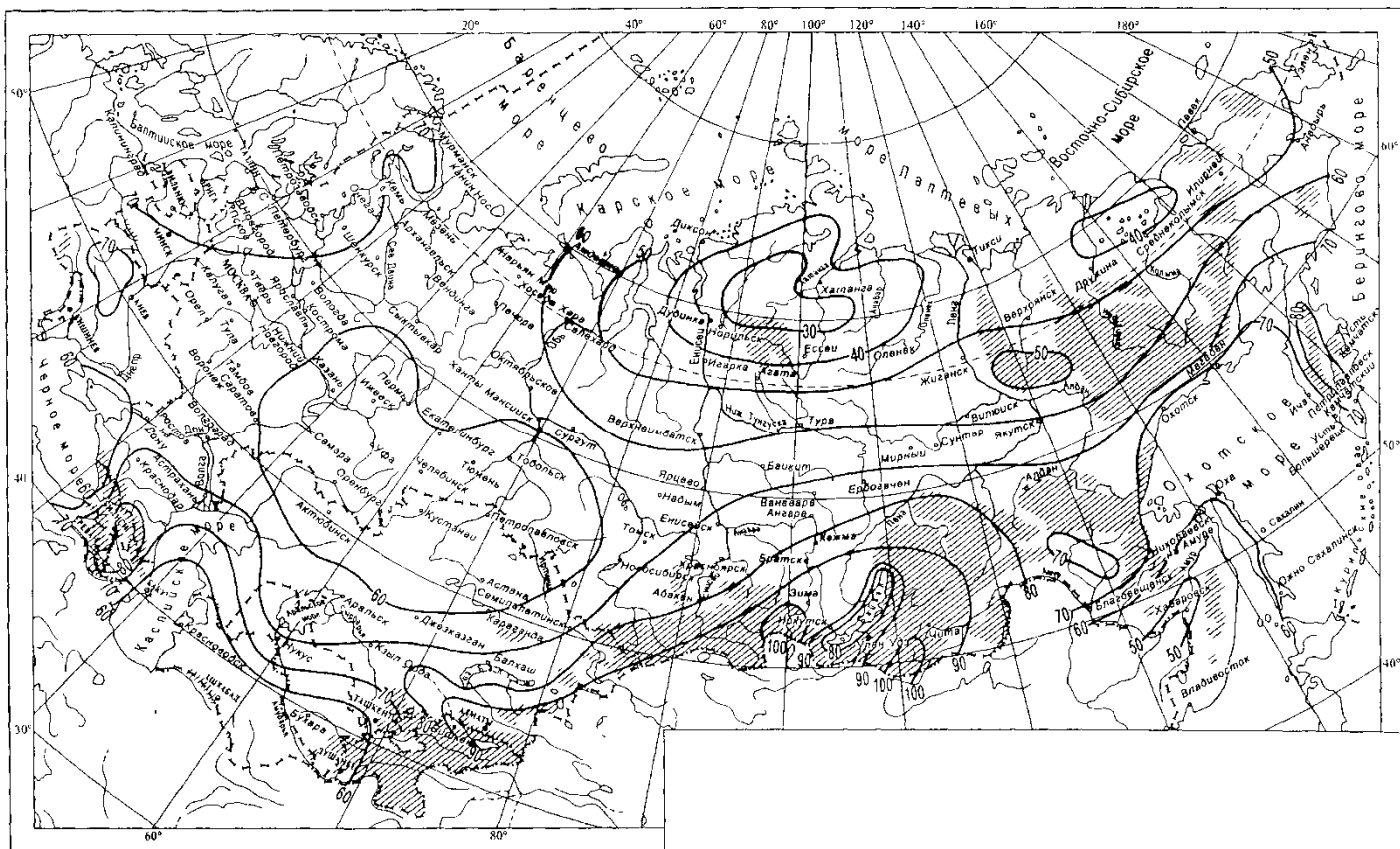


Дорожно-климатическое районирование территории Республики Беларусь:

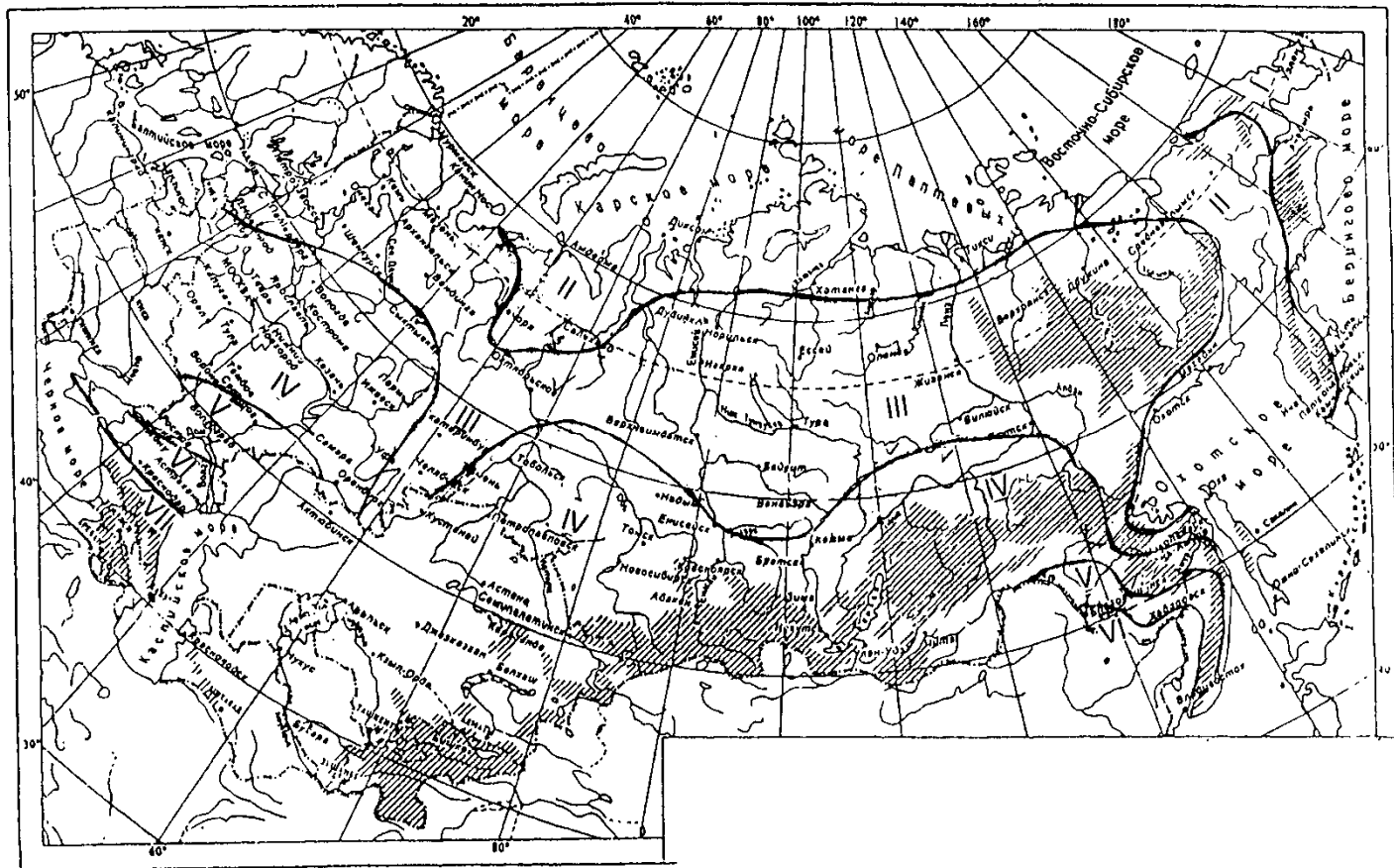
- - автомобильные дороги;
- - границы дорожно-климатических районов.

Расположение дорожно-климатических районов:
 1 — северный, влажный; 2 — центральный, умеренно-влажный;
 3 — южный, неустойчиво-влажный

Схематическая карта распределения среднего за год числа дней с переходом температу-
ры воздуха через 0 °С (рекомендуемая)

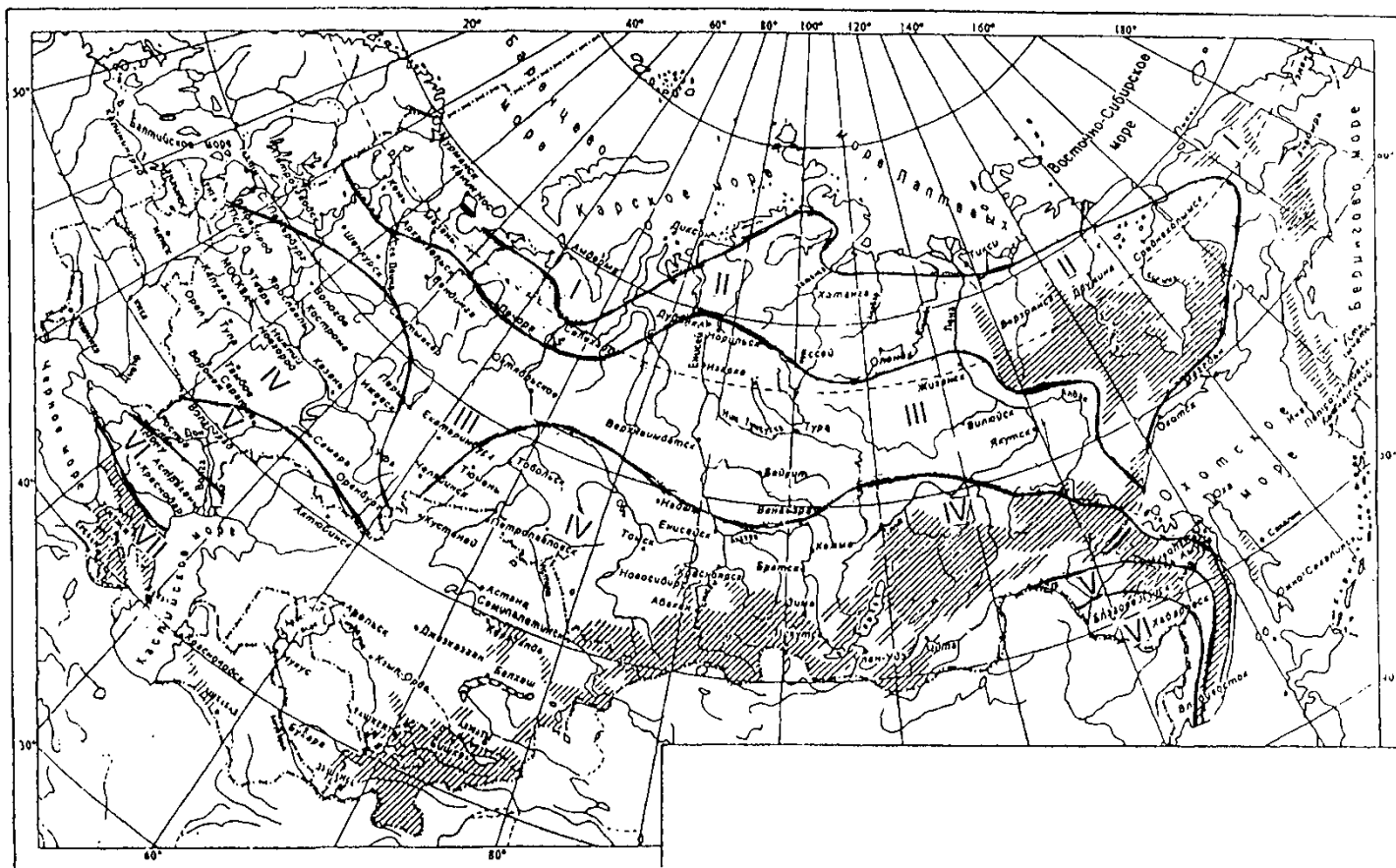


Схематическая карта районирования по величине удельной энтальпии I, Дж/кг, наружно-
го воздуха в теплый период года



(параметры А): I – I J 40; II - I = 40 - 43,6; III - I = 43,6 - 48,4; IV - I = 48,4 - 52,6;
V - I = 52,6 - 56,8; VI - I = 56,8 - 61; VII - I = 61 – 65

Схематическая карта районирования по величине удельной энтальпии I, кДж/кг, наружного воздуха в теплый период года



(параметры Б): I - I J 44; II - I = 44 - 48,4; III - I = 48,4 - 52,6; IV - I = 52,6 - 56,8;
V - I = 56,8 - 61; VI - I = 61 - 65; VII - I = 65 - 69

Заключение

Особым видом климатические карты являются карты климатического районирования, т. е. деления земной поверхности на климатические зоны и области согласно той или иной классификации климатов.

Климатические карты часто объединяются в климатические атласы разного территориального охвата (земного шара, полушарий, материков, стран, океанов) или включаются в комплексные атласы. Помимо общеклиматических карт, большое практическое значение имеют прикладные климатические карты и атласы. Наиболее многочисленны аэроклиматические карты, аэроклиматические атласы и агроклиматические карты.

Литература

1. <http://www.stroyplan.ru/docs.php?showitem=47969>
2. http://www.znaytovar.ru/gost/2/Osobennosti_izyskanij_i_proekt.html
3. <http://www.logsys.ru/public/11.htm>
4. <http://cih.ru/s3/698.html>
5. <http://rushkolnik.ru/docs/index-5716346.html?page=47>

Учет прогнозов погоды при выполнении работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог

Гончаров Д.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Погодно-климатические условия оказывают существенное влияние, как на само состояние автомобильной дороги, так и на выполнение различных видов дорожных работ. Поэтому при выполнении работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог крайне важно учитывать прогнозы погоды.

В данном докладе будут рассмотрены следующие вопросы:

- 1 классификация погодных условий;
- 2 система информационного обеспечения автодорог;
- 3 учет прогнозов погоды при выполнении работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог.

1. Классификация погодных условий

Существует три вида погодных условий в зависимости от степени их влияния на состояние автомобильной дороги и условия дорожных работ:

1) Условия погоды благоприятные - состояние погоды, при котором метеорологические факторы не оказывают отрицательного влияния на состояние поверхности дороги, скорость и безопасность движения автомобилей (сухо, ясно, отсутствие ветра или ветер со скоростью до 10 м/с, отсутствие тумана, относительная влажность воздуха до 90 %, температура воздуха в пределах от -30 °С до +30 °С в тени).

2) Условия погоды неблагоприятные - состояние погоды, при котором под действием метеорологических факторов заметно изменяется состояние поверхности дороги, ухудшается взаимодействие автомобиля с дорогой и ее восприятие водителем, в результате чего снижается скорость и безопасность движения. К неблагоприятным условиям погоды относится отдельное и совместное действие следующих факторов: осадки в виде дождя или снегопада интенсивностью до 0,1 мм/мин, ветер со скоростью 10-20 м/с, метель со скоростью 3-9 м/с, туман с метеорологической дальностью видимости 200-500 м, относительная влажность воздуха более 90 %, температура воздуха ± 30 , 40 °С в тени.

3) Условия погоды особо неблагоприятные - состояние погоды, при котором под действием метеорологических факторов состояние поверхности дороги, условия взаимодействия автомобиля с дорогой и ее восприятие водителями изменяются настолько, что движение становится затрудненным и без специальных мер по защите дорог от воздействия метеорологических факторов может быть прервано. К особо неблагоприятным условиям погоды относятся: осадки в виде дождя и снегопада интенсивностью более 0,1 мм/мин, гололедица и гололед, метель со скоростью ветра более 9 м/с, ветер со скоростью более 20 м/с, туман с видимостью менее 200 м, температура воздуха летом выше +40 °С в тени и зимой ниже -40 °С.

2. Система информационного обеспечения автодорог

Чтобы оценить степень благоприятности погодных условий в данный момент и спланировать работы на последующее время, дорожные организации должны иметь как можно более точные и актуальные данные об изменениях погодных-климатических условий. Эта информация предоставляется системой информационного обеспечения (рис. 1.1)

Таковыми системами получения метеоинформации являются дорожные измерительные станции (ДИС). Их назначение: автоматизированный сбор и обработка телеметрической информации о состоянии дорожного покрытия, метеоинформации, информации о технических характеристиках транспортного потока, доведение информации до диспетчеров дорожных служб и участников дорожного движения.

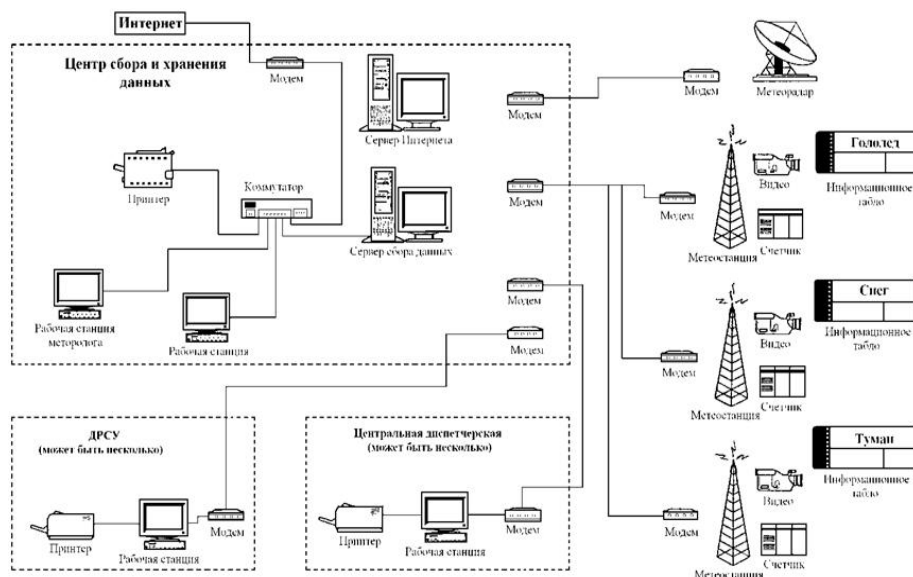


Рис. 1.1. Структурная схема системы информационного обеспечения автодорог

3. Учет прогнозов погоды при выполнении работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог

В процессе содержания или ремонта автомобильной дороги необходимо учитывать и подстраивать работы под текущие погодноклиматические факторы. Каждая отдельная операция имеет свои особенности и должна выполняться при определенных условиях и поэтому перед выполнением данного вида работ необходимые условия должны быть созданы. Способы и методы создания этих условий для каждого вида работ по содержанию и ремонту автодорог приведены в соответствующих ТНПА.

Рассмотрим несколько примеров, которые проиллюстрируют учет прогнозов погоды при содержании и ремонте.

При капитальном ремонте дорожных одежд, например, сплошную кировку или фрезерование производят на глубину наиболее характерных для данного участка неровностей, но не менее, чем на 5 см. Но если погода сухая, то перед этим покрытие поливают водой в количестве 6-12 л/м².

При ремонте дорожных одежд, поверхностную обработку устраивают, как правило, в летний период на сухом покрытии при температуре воздуха не ниже +15°C. Сроки устройства поверхностной обработки назначают с учетом перспективных погодных условий.

При содержании дорожных одежд, в весенний период, до начала интенсивного таяния с проезжей части и обочин должен быть удален снег и лед. После просыхания покрытие тщательно очищают от грязи, пыли противогололедных материалов с использованием различных средств механизации работ. Весной, с момента наступления теплой и устойчивой погоды, приступают к устранению мелких повреждений в виде выбоин и трещин. Работу организуют так, чтобы основные объемы были выполнены в возможно сжатые сроки.

При ремонте выбоин необходимо произвести подгрунтовку. При проведении работ в условиях повышенного увлажнения выбоины перед подгрунтовкой просушивают сжатым воздухом (горячим или холодным). Для этой цели возможно также применение горелок инфракрасного излучения.

На дорогах с переходными и низшими типами дорожных одежд с целью улучшения ровности покрытия (после дождей в весенний и осенний периоды) осуществляют профилирование покрытия, устраняют отдельные выбоины, колеи и просадки с добавлением щебня, гравия в количестве до 100 м³ на 1 километр, в сухой период года производят обеспыливание.

Первое профилирование проводят ранней весной (после таяния снега), в результате чего ликвидируются колеи и выравнивается поперечный профиль.

Второе профилирование выполняют в конце весеннего (влажного) периода для ликвидации вновь образовавшихся деформаций и окончательного выравнивания покрытия.

В летний период профилирование производят после дождей по мере необходимости.

Осенью профилирование производят с таким расчетом, чтобы покрытие при эксплуатации зимой было ровное, без колеи и поперечных волн.

В весенний период производят очистку проезжей части от грязи, снежной или ледяной корки по мере их таяния. Очистку покрытия производят в течение 3-5 дней после освобождения дороги от основной массы снега и льда, пока грязь не засохла и легко удаляется автогрейдером.

Для обеспечения нормальных условий движения в жаркое и сухое время года на пылящих покрытиях проезжей части и неукрепленных обочинах, особенно в населенных пунктах, у автобусных остановок и т.п., проводят работы по обеспыливанию.

Работы по зимнему содержанию основываются на данных гидрометеослужбы и своих метеорологических постов (станций), оснащенных специальной аппаратурой для определения температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра, интенсивности и количества осадков, а также состояния поверхности дороги (температура, наличие влаги и концентрация солей).

Очистку автомобильных дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами. Основным видом мероприятий по очистке дорог от снега является патрульная снегоочистка, которая производится периодическими проходами плужных и плужно-щеточных снегоочистителей по закрепленному участку в течение всей метели или снегопада.

С целью предупреждения образования снежно-ледяных отложений распределение противогололедных химических материалов производится или превентивно (основываясь на метеопрогнозе) или непосредственно с момента начала снегопада (для предупреждения образования снежного наката).

Заключение

Как мы убедились, содержание автомобильных дорог в технологическом и в организационном плане всецело зависит от погодно-климатических условий. В различные периоды года нужно следить за изменением погодных факторов и учитывать их при выполнении различных операций, требующих строго определенных условий. В период снегопада появляется необходимость очистки проезжей части от снега, в период гололедицы – борьбы со скользкостью. В сухую, жаркую погоду летом требуется полив водой усовершенствованных дорожных покрытий, необходимо вести борьбу с пылеобразованием на грунтовых, гравийных и других дорогах, не обладающих связностью поверхностного слоя и прочее.

Таким образом, при выполнении различных операций по содержанию и ремонту автомобильных дорог, крайне необходимо учитывать прогнозы погоды.

Литература

1. <http://www.google.by/url?sa=t&rct=j&q>
2. <http://www.tehnorma.ru/normativbase/56/56237/index.htm>
3. <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1100006875>

Вопросы климата и погодно-климатических условий в нормативной литературе по нормативным документам

Дорум Н.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Климатология является наукой, которая занимается изучением нестационарных процессов и явлений, происходящих в атмосфере земной коры. В результате мы имеем дело с климатическими параметрами, изменяющимися в пространстве и во времени. К климатическим параметрам следует отнести температуру наружного воздуха, скорость его движения, давление, характеристики изменения водяного пара, количество осадков, солнечную радиацию и др. параметры. Климатология, как наука, необходима для решения целого ряда задач в различных отраслях народного хозяйства и, в частности, в строительстве.

Строительная климатология служит для удовлетворения всех требований, предъявляемых в области строительства в части обеспечения различными расчетными метеорологическими параметрами, климатическими характеристиками, специфическим климатическим зонированием, климатическими паспортами населенных пунктов. Она является основой для проектирования и строительства автомобильных дорог, градостроительных комплексов и планировки жилых массивов, для обеспечения комфортных энергоэффективных зданий, потребляющих в процессе строительства и эксплуатации минимальное количество энергии.

Климатические параметры являются также исходными данными для разработки и производства новых строительных материалов, изделий и конструкций.

Данный доклад «Вопросы климата и погодно-климатических условий в нормативной литературе по нормативным документам» содержит следующие подразделы:

1. Область применения;
2. Использование в нормативных документах;
3. Термины и определения

1. Область применения

Содержание а/д - один из основных этапов, на котором закладываются будущие потребительские свойства дороги. Учету погодно-климатических факторов на этой стадии должно уделяться особое внимание. Основные положения по учету погодно-климатических условий при содержании дорог нашли свое отражение в том или ином виде в нормативных документах.

Одним из важнейших условий успешной работы дорожников в зимний период является обеспечение бесперебойного и безопасного автомобильного движения. Содержание автодорог – это комплекс работ по систематическому уходу за дорожными покрытиями, обочинами, откосами, сооружениями и полосой отвода автомобильной дороги в целях поддержания их в проезжем состоянии, надлежащем порядке и чистоте для обеспечения хорошей службы дороги и беспрепятственного движения автомобилей в течение всего года. Различают зимнее и весенне-летне-осеннее содержание. Зимнее содержание дороги включает в себя работы и мероприятия по защите дороги в зимний период от снежных

отложений, заносов и лавин, очистке от снега, предупреждению образования и ликвидации зимней скользкости и борьбе с наледями.

2. Использование в нормативных документах

Тему своего реферата я бы хотел рассмотреть на примере ТКП 100-2011(02191) «Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог»

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) определяет основные требования к организации и выполнению работ по зимнему содержанию автомобильных дорог общего пользования (далее – автомобильных дорог), применению противогололедных материалов (далее – ПГМ), содержанию искусственных сооружений и охране окружающей среды.

Требования настоящего технического кодекса обязательны для выполнения:

- владельцами автомобильных дорог, юридическими и физическими лицами, осуществляющими зимнее содержание автомобильных дорог;
- юридическими и физическими лицами, осуществляющими производство машин и механизмов для зимнего содержания автомобильных дорог;
- юридическими лицами, осуществляющими технический надзор за работами по зимнему содержанию автомобильных дорог.

Нормативные ссылки:

ТКП 45-3.03-19-2006 (02250)	Автомобильные дороги. Нормы проектирования
ТКП 45-3.03-19-2006 (02250)	Автомобильные дороги. Нормы проектирования
ТКП 074-2007 (02191)	Автомобильные дороги. Технический надзор за содержанием
ТКП 172-2009 (02191)	Обустройство мест производства работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и улиц населенных пунктов
ТКП 337-2011 (02191)	Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения
СТБ 1158-2008	Материалы противогололедные для зимнего содержания автомобильных дорог. Общие технические условия
СТБ 1291-2007	Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения
СТБ 1300-2007	Технические средства организации дорожного движения. Правила применения

3. Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 владельцы автомобильных дорог: Республика Беларусь, ее административно-территориальные единицы, юридические и физические лица, в собственности ко-

торых находятся автомобильные дороги, а также юридические лица, за которыми автомобильные дороги закреплены на праве хозяйственного ведения или оперативного управления.

3.2 выдержка: Период времени от начала снегопада или метели до момента образования на покрытии слоя рыхлого снега толщиной 3-8 см.

3.3 зимняя скользкость: Все виды снежных, ледяных и снежно-ледяных образований на проезжей части, укрепленных обочинах, площадках для посадки пассажиров на остановках маршрутных транспортных средств, тротуарах и пешеходных (велосипедных) дорожках и площадках отдыха, не обработанных ПГМ.

3.4 гололед: Слой плотного льда, покрывающий поверхность земли и другие наземные предметы и сооружения.

3.5 директивные сроки: Период времени, устанавливаемый дорожным организациям для ликвидации зимней скользкости после прекращения снегопада, метели или образования (обнаружения) гололеда до пределов, установленных в [СТБ 1291](#).

3.6 дорожная измерительная станция (далее - ДИС): Автоматизированная информационная система, осуществляющая сбор, передачу и обработку данных о состоянии дорожного покрытия, условиях окружающей среды, а также, в отдельных случаях, об интенсивности дорожного движения.

3.7 зимнее содержание автомобильных дорог: Комплекс мероприятий по обеспечению бесперебойного дорожного движения на автомобильных дорогах в зимний период, включающий защиту автомобильных дорог от снежных заносов, ликвидацию зимней скользкости и очистку от снега в соответствии с требованиями [СТБ 1291](#) и настоящего технического кодекса.

3.8 изморось: Жидкие осадки, состоящие из мелких капель воды, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе.

3.9 инженерная проработка: Утвержденный владельцами автомобильных дорог пакет документов по организации зимнего содержания автомобильных дорог с необходимыми расчетами материально-технических ресурсов.

3.10 иней: Тонкий слой ледяных кристаллов на поверхности земли и других наземных предметах и сооружениях, образующийся вследствие охлаждения поверхности до отрицательных температур, более низких, чем температура воздуха, и десублимации водяного пара на поверхности.

3.11 интенсивность снегопада (метели): Увеличение толщины снежного покрова (в сантиметрах) при выпадении (отложении) снега за определенный промежуток времени (час, сутки).

Примечание - Условно интенсивность снегопада относится к слабой при увеличении толщины снежного покрова до 3 см/ч, средней – 3-5 см/ч, сильной – свыше 5 см/ч.

3.12 ликвидация зимней скользкости: Комплекс работ, в соответствии с уровнем требований к автомобильной дороге направленный на:

- недопущение образования зимней скользкости (профилактические работы);
- очистку автомобильных дорог от снежных образований с применением ПГМ или без них;
- повышение сцепных качеств автомобильной дороги с колесом автомобиля путем распределения ПГМ на снежные, ледяные и снежно-ледяные образования.

3.13 максимальный объем снегоприноса: Наибольшее количество снега, приносимого к дороге в зимний период за срок наблюдений не менее 10 лет.

3.14 метель: Перемещение снега воздушным потоком.

3.15 объемы снегоприноса: Количество снега, измеренного в метрах кубиче-

ских, приносимого к одному метру фронтальной длины дороги во время метелей.

3.16 просветность: Отношение суммарной площади просветов к общей площади преграды.

3.17 снегосборный бассейн: Свободная от граничных препятствий местность (пашня, луг, пастбище, водоем), непосредственно примыкающая к каждой из сторон автомобильной дороги.

Примечание - Граничными препятствиями являются: лес, заросли кустарника, крупные населенные пункты и т.п., исключающие перенос снега ветром.

3.18 технический надзор за содержанием автомобильных дорог (далее – технический надзор): Часть производственного процесса по содержанию автомобильных дорог, включающая контроль и надзор за соответствием работ, применяемых материалов, изделий и конструкций ТНПА, утвержденным наборам работ, а также освидетельствование, приемку, учет выполненных работ, оценку эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог.

3.19 точка росы: Температура, при которой содержащийся в воздухе пар при постоянном общем атмосферном давлении становится насыщенным.

3.20 туман: Взвешенная в воздухе непосредственно у земной поверхности система капель и (или) ледяных кристаллов.

3.21 уровень требований: Требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам конструктивных элементов автомобильных дорог и улиц, устанавливаемые с учетом их народнохозяйственного и административного значений, интенсивности движения и природно-климатических факторов.

3.22 филиалы: Обособленные подразделения (дорожно-эксплуатационное управление, дорожное ремонтно-строительное управление) предприятий дорожного хозяйства-владельцев автомобильных дорог (далее – ДЭУ, ДРСУ), осуществляющие все или часть их функций.

Примечание - Филиалы не являются юридическими лицами.

3.23 экстремальные погодные условия: Условия (отдельные или в совокупности), когда снегопад интенсивностью более 5 см/ч продолжается более 6 ч, метель со скоростью ветра более 14 м/с или среднесуточная температура воздуха ниже минус 10°C наблюдаются более двух суток.

Хотелось бы отметить как важны погодно-климатические условия для содержания автомобильных дорог на примере норм распределения хлористого натрия в зависимости от температуры воздуха

Таблица 1. Нормы распределения хлористого натрия в зависимости от температуры воздуха

Вид материала	Гололед			Снежно-ледяной накат			Снежный накат			Рыхлый снег		
	Усредненные нормы распределения хлористого натрия, г/м ² , при отрицательной температуре воздуха, °С											
	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.	От 0 до 5 вкл.	Св. 5 до 10 вкл.	Св. 10 до 15 вкл.
Хлористый натрий	2 5	5 5	85	2 0	4 5	6 5	1 5	25 5	3 5	1 5	25 5	3 5

Примечание - Нормы рассчитаны при толщине слоя льда 1 мм; снежно-ледяного наката - 1 см; снежно-го наката – 1 см; рыхлого снега - 2 см.



Рисунок 1 - Районирование территории Республики Беларусь по условиям ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах

Таблица 2

Районы снегозано-симости дорог		Средние из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период $Q_{ср}$, м ³ /м, к сторонам автомобильных дорог								Объемы снегоприноса за одну метель $Q_{м}$, м ³ /м
Обозначение	Часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной	
I	Северо-восточная	38	51	64	58	51	45	38	32	18
II	Центральная	30	35	44	44	39	30	30	27	12
III	Западная	28	28	31	28	22	22	25	25	10
	Южная	24	28	40	36	28	24	24	24	11
IV	Юго-западная	19	19	21	19	15	15	17	17	8



Рисунок 2 - Районирование территории Республики Беларусь по условиям снегоприноса на автомобильных дорогах

Заключение

В данном докладе представлена информация о вопросах климата и погодноклиматических условий на примере ТКП 100-2011. Мы видим что при зимнем содержании автомобильных дорог вопросы климата и погодноклиматические условия играют самую что ни на есть важнейшую роль.

Литература

- | | |
|--|---|
| 1. ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) | Автомобильные дороги. Нормы проектирования |
| 2. ТКП 45-3.03-19-2006 (02250) | Автомобильные дороги. Нормы проектирования |
| 4. ТКП 074-2007 (02191) | Автомобильные дороги. Технический надзор за содержанием |
| 5. ТКП 172-2009 (02191) | Обустройство мест производства работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и улиц населенных пунктов |
| 6. ТКП 337-2011 (02191) | Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения |
| 7. СТБ 1158-2008 | Материалы противогололедные для зимнего содержания автомобильных дорог. Общие технические условия |

8. [СТБ 1291-2007](#) Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения
9. [СТБ 1300-2007](#) Технические средства организации дорожного движения. Правила применения
10. ТКП 100-2011 Порядок организации проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог

Климат планета Земля

Дубовик А.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Около 2000 лет назад древнегреческий астроном Гиппарх обнаружил, что погодные условия напрямую зависят от угла падения солнечных лучей и изменяются от экватора к северному и южному полюсам. То есть важную роль играет наклон поверхности Земли к солнечным лучам. Он ввел такое понятие как климат, что с греческого *klima* означает наклон.

Климат земли – режим погоды, типичный для какой-либо местности. Он оказывает существенное влияние на все составляющие географического ландшафта: воду, почву, рельеф, флору и фауну. Климат зависит не только от географии местности, но и изменяется во времени. Например, вращение вокруг Солнца, солнечная активность оказывают непосредственное влияние на формирование погодных условий. Теплооборот, влагооборот и общая циркуляция атмосферы – вот три составляющих, от которых зависит, какой климата будет преобладать в той или иной. Эти составляющие также оказывают влияние и друг на друга.

Также и сама местность принимает участие в формировании климата. Географическая широта, расположение воды и суши, ландшафт, течения океана, флора, снежный и ледяной покров – погодные условия все это учитывают. Также не стоит забывать о техногенном воздействии человека на природу. Климат в свою очередь делится на микроклиматы. Земная поверхность со своими различными свойствами тоже делает погоду. Таким образом в пределах одной климатической зоны погодные условия будут разными. Таким образом у соседствующих пашни и леса климатические условия будут разными.

Для описания типов климата Земли есть несколько научно обоснованных классификаций. На выделение климата в отдельную климатическую зону влияет целая совокупность климатообразующих факторов. Так например Б.П. Алисов в своей классификации выделяет семь главных климатических поясов : экваториальный, два тропических, два умеренных и два полярных. На определение этих зон повлияло наличие воздушных масс, преобладающих на данной территории. Среднее положение атмосферных фронтов , различное для каждой из атмосферных масс, является определяющим для проведения границ между поясами.

Известно, что в одной зоне погодные условия могут видоизменяться, поэтому каждый тип был разделен еще на четыре подтипа: материковый, океанический, климаты западного и восточного берегов. На свойства материкового климата влияют воздушные массы, которые образуются на суше, на океанический соответственно массы, которые образуются над океаном. Экваториальный климатический пояс выделяется красным цветом на карте климатических поясов. Для этого климата характерны круглогодичные экваториальные воздушные массы с неизменной температурой в +24...+28°C.

Пассаты – ветры, формирующиеся над океаном, постоянны в этом поясе. Они вызывают обильные осадки, годовая сумма которых в среднем составляет от 1000 до 3000 мм, а на наветренных склонах гор достигает 6000 мм. Особенностью является то, что испарения тут не превышают выпавших осадков. Все это влияет на флору этой климатической зоны, тут главенствуют густые экваториальные леса. Тропический климатический пояс

располагается вдоль Северного и Южного тропиков. В этой зоне существует области как с материковым, так и с океаническим климатом. В первой области наблюдается жаркое лето (до + 40°C) и прохладная зима (до + 15°C), количество осадков небольшое (менее 250 мм). В ландшафте преобладают пустыни. В этой зоне расположились Сахара, пустыни Австралии и др. Вторая область схожа с экваториальным поясом, только тут можно почувствовать перепад температур в разное время года. Летом температура поднимается до +27 °С, а зимой опускается на 10-15 градусов.

1. Климат и погода в Беларуси

Умеренно континентальный климат Беларуси, формирующийся под влиянием воздушных масс Атлантики, характеризуют дождливое нежаркое лето, мягкая зима с частыми оттепелями, неустойчивая погода осенью и зимой.

Температура воздуха

Средняя температура изменяется в зависимости от регионов Беларуси. В июле средняя температура составляет от +17°C на севере до +18,5°C на юге.

Средняя температура в январе колеблется от -4,5°C на юго-западе до -8°C на северо-востоке.

В некоторых регионах Беларуси температура ниже нуля сохраняется более трети года.

Осадки

На территории Беларуси в среднем за год выпадает 600–700 мм осадков.

70% осадков в виде дождя выпадает в апреле–октябре.

Количество снежных дней в Беларуси от 75 на юго-западе до 125 на северо-востоке.

Максимальная высота снежного покрова соответственно от 15 до 30 см.

Лучшее время для путешествий по Беларуси

Для летних видов отдыха благоприятный временной период со среднесуточной температурой выше 15°C увеличивается в направлении с северо-востока на юго-запад – с 70–89 дней в Поозерье до 90–95 дней в Центральной Беларуси и 96–114 дней в Полесье. Среднесуточная температура воды летом во всех водоемах превышает 17°C, а в июле составляет 19–22°C.

Для зимнего отдыха благоприятный период с температурой от -5 до -15°C колеблется от 30 дней на юго-западе до 60 дней на северо-востоке, а в холодные зимы он может увеличиваться до 130 дней.

2. Изменение климата

Изменение климата — колебания климата Земли в целом или отдельных её регионов с течением времени, выражающиеся в статистически достоверных отклонениях параметров погоды от многолетних значений за период времени от десятилетий до миллионов лет. Учитываются изменения как средних значений погодных параметров, так и изменения частоты экстремальных погодных явлений. Изучением изменений климата занимается наука палеоклиматология. Причиной изменения климата являются динамические процессы на Земле, внешние воздействия, такие как колебания интенсивности солнечного излучения, и, по одной из версий, с недавних пор, деятельность человека.

Происходившее в последние 50 лет потепление, «скорее всего, связано с увеличением концентрации парниковых газов», и «весьма вероятно», что источник этих газов - деятельность человека.

Происходящее в последнее время стремительное изменение климата с вероятностью примерно на 90 процентов является результатом роста концентрации в земной атмосфере

таких «парниковых газов», как двуокись углерода, метан и закись азота. Последние, скорее всего, являются побочными продуктами использования человеком ископаемых видов топлива.

Прогресс в области агротехники также повлек за собой увеличение количества метана и оксидов азота, поступающего в атмосферу.

Эти газы, уже присутствующие в атмосфере, задерживают тепло солнечных лучей, отражающихся от поверхности Земли. Если бы их не было, на Земле царил бы такой холод, что океаны бы замерзли, а все живые организмы погибли бы.

Однако, когда содержание «парниковых газов» увеличивается из-за загрязнения воздуха, слишком большое количество тепла удерживается в атмосфере, что приводит к потеплению климата во всем мире.

По оценкам, более миллиарда людей (около одной пятой населения Земли) дышат сегодня воздухом, сильно зараженным вредными газами. В основном, речь идет об угарном газе и сернистом ангидриде, являющимися побочными продуктами производственных процессов.

Это стало причиной резкого увеличения количества заболеваний грудной клетки и легких, особенно среди детей и пожилых людей.

Тревогу вызывает и возросшее количество людей, страдающих от раковых заболеваний кожи. Это результат воздействия ультрафиолетовых лучей солнца, проникающих через разрушенный озоновый слой.

Озоновый слой в стратосфере защищает нас путем поглощения ультрафиолетовых солнечных лучей. Однако, современное широкое применение во всем мире хлор- и фторсодержащих углеводородов (ХФУ), используемых в аэрозольных баллончиках и холодильниках, а также многих видов бытовой химии и полистирола привело к тому, что поступающее в воздух количество таких газов превышает поглощающие возможности атмосферы.

По мере подъема вверх эти газы распадаются и образуют хлор, который, в свою очередь, разрушает озон.

Исследователи Антарктиды впервые сообщили об этом явлении в 1985 году, когда над частью южного полушария образовалась дыра в озоновом слое.

Вследствие этого мы наблюдаем эффект глобального потепления.

Глобальное потепление — процесс постепенного увеличения среднегодовой температуры атмосферы Земли и Мирового океана в XX и XXI веках.

3. Парниковый эффект

Парниковый эффект — повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, то есть температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса.

История исследований

Идея о механизме парникового эффекта была впервые изложена в 1827 году Жозефом Фурье в статье «Записка о температурах земного шара и других планет», в которой он рассматривал различные механизмы формирования климата Земли, при этом он рассматривал как факторы, влияющие на общий тепловой баланс Земли (нагрев солнечным излучением, охлаждение за счёт лучеиспускания, внутреннее тепло Земли), так и факторы, влияющие на теплоперенос и температуры климатических поясов (теплопроводность, атмосферная и океаническая циркуляция)

При рассмотрении влияния атмосферы на радиационный баланс Фурье проанализировал опыт М. де Соссюра с зачернённым изнутри сосудом, накрытым стеклом. Де Соссюр измерял разность температур внутри и снаружи такого сосуда, выставленного на прямой солнечный свет. Фурье объяснил повышение температуры внутри такого «мини-парника» по сравнению с внешней температурой действием двух факторов: блокированием конвективного теплопереноса (стекло предотвращает отток нагретого воздуха изнутри и приток прохладного снаружи) и различной прозрачностью стекла в видимом и инфракрасном диапазоне.

Именно последний фактор и получил в позднейшей литературе название парникового эффекта — поглощая видимый свет, поверхность нагревается и испускает тепловые (инфракрасные) лучи; поскольку стекло прозрачно для видимого света и почти непрозрачно для теплового излучения, то накопление тепла ведёт к такому росту температуры, при котором количество проходящих через стекло тепловых лучей достаточно для установления теплового равновесия.

Фурье постулировал, что оптические свойства атмосферы Земли аналогичны оптическим свойствам стекла, то есть её прозрачность в инфракрасном диапазоне ниже, чем прозрачность в диапазоне оптическом, однако количественные данные по поглощению атмосферы в инфракрасном диапазоне долгое время являлись предметом дискуссий.

В 1896 году Сванте Аррениус, шведский физико-химик, для количественного определения поглощения атмосферой Земли теплового излучения проанализировал данные Сэмюэла Лэнгли о болометрической светимости Луны в инфракрасном диапазоне[3]. Аррениус сравнил данные, полученные Лэнгли при разных высотах Луны над горизонтом (то есть при различных величинах пути излучения Луны через атмосферу), с расчетным спектром её теплового излучения и рассчитал как коэффициенты поглощения инфракрасного излучения водяным паром и углекислым газом в атмосфере, так и изменения температуры Земли при вариациях концентрации углекислого газа. Аррениус также выдвинул гипотезу, что снижение концентрации в атмосфере углекислого газа может являться одной из причин возникновения ледниковых периодов.

Количественное определение парникового эффекта

Количественно величина парникового эффекта определяется как разница между средней приповерхностной температурой атмосферы планеты и её эффективной температурой. Парниковый эффект существенен для планет с плотными атмосферами, содержащими газы, поглощающие излучение в инфракрасной области спектра, и пропорционален плотности атмосферы. Следствием парникового эффекта является также сглаживание температурных контрастов как между полярными и экваториальными зонами планеты, так и между дневными и ночными температурами.

Таблица 1. Атм. давление у поверхности, атм.

Венера	90	231	735	504	-	-	-
Земля	1	249	288	39	313	200	113
Луна	0		0	393	113	280	
Марс	0,006	210	218	8	300	147	153

Температуры даны в Кельвинах, — средняя максимальная температура в полдень на экваторе, — средняя минимальная температура.

Природа парникового эффекта

Парниковый эффект атмосфер обусловлен их различной прозрачностью в видимом и дальнем инфракрасном диапазонах. На диапазон длин волн 400—1500 нм в видимом свете и ближнем инфракрасном диапазоне приходится 75 % энергии солнечного излучения,

большинство газов не поглощают в этом диапазоне; рэлеевское рассеяние в газах и рассеяние на атмосферных аэрозолях не препятствуют проникновению излучения этих длин волн в глубины атмосфер и достижению поверхности планет. Солнечный свет поглощается поверхностью планеты и её атмосферой (особенно излучение в ближней УФ- и ИК-областях) и разогревает их. Нагретая поверхность планеты и атмосфера излучают в дальнем инфракрасном диапазоне: так, в случае Земли при равном 300 К, 75 % теплового излучения приходится на диапазон 7,8—28 мкм, для Венеры при равном 700 К — 3,3—12 мкм.

Атмосфера, содержащая многоатомные газы (двухатомные газы диатермичны — прозрачны для теплового излучения), поглощающие в этой области спектра, существенно непрозрачна для такого излучения, направленного от её поверхности в космическое пространство, то есть имеет в ИК-диапазоне большую оптическую толщину. Вследствие такой непрозрачности атмосфера становится хорошим теплоизолятором, что, в свою очередь, приводит к тому, что переизлучение поглощённой солнечной энергии в космическое пространство происходит в верхних холодных слоях атмосферы. В результате эффективная температура Земли как излучателя оказывается более низкой, чем температура её поверхности.

Влияние парникового эффекта на климат планет

Степень влияния парникового эффекта на приповерхностные температуры планет (при оптической толщине атмосферы < 1) зависит от оптической плотности парниковых газов и, соответственно, их парциального давления у поверхности планеты. Таким образом, парниковый эффект наиболее выражен у планет с плотной атмосферой, составляя у Венеры ~ 500 К.

Вместе с тем следует отметить, что величина парникового эффекта зависит от количества парниковых газов в атмосферах и, соответственно, зависит от химической эволюции и изменений состава планетарных атмосфер.

Парниковый эффект и климат Земли

Климатические индикаторы за последние 0,5 млн лет: изменение уровня океана (синий), концентрация H_2O в морской воде, концентрация CO_2 в антарктическом льду. Деление временной шкалы — 20 000 лет. Пики уровня моря, концентрации CO_2 и минимумы H_2O совпадают с межледниковыми температурными максимумами.

По степени влияния на климат парникового эффекта Земля занимает промежуточное положение между Венерой и Марсом: у Венеры повышение температуры приповерхностной атмосферы в ~ 13 раз выше, чем у Земли, в случае Марса в ~ 5 раз ниже, эти различия являются следствием различных плотностей и составов атмосфер этих планет.

При неизменности солнечной постоянной и, соответственно, потока солнечной радиации, среднегодовые приповерхностные температуры и климат, определяются тепловым балансом Земли. Для теплового баланса выполняются условия равенства величин поглощения коротковолновой радиации и излучения длинноволновой радиации в системе Земля-атмосфера. В свою очередь, доля поглощенной коротковолновой солнечной радиации определяется общим (поверхность и атмосфера) альбедо Земли, на величину потока длинноволновой радиации, уходящей в космос, существенное влияние оказывает парниковый эффект, в свою очередь, зависящий от состава и температуры земной атмосферы.

Основными парниковыми газами, в порядке их оцениваемого воздействия на тепловой баланс Земли, являются водяной пар, углекислый газ, метан и озон.

Главный вклад в парниковый эффект земной атмосферы вносит водяной пар или влажность воздуха тропосферы, влияние других газов гораздо менее существенно по причине их малой концентрации.

Вместе с тем концентрация водяного пара в тропосфере существенно зависит от приповерхностной температуры: увеличение суммарной концентрации «парниковых» газов в атмосфере должно привести к усилению влажности и парникового эффекта, который в свою очередь приведет к увеличению приповерхностной температуры.

При понижении приповерхностной температуры концентрация водяных паров падает, что ведет к уменьшению парникового эффекта, и, одновременно с этим при снижении температуры в приполярных районах формируется снежно-ледяной покров, ведущий к повышению альбедо и, совместно, с уменьшением парникового эффектом, вызывающим понижение средней приповерхностной температуры.

Таким образом, климат на Земле может переходить в стадии потепления и похолодания в зависимости от изменения альбедо системы Земля — атмосфера и парникового эффекта.

Климатические циклы коррелируют с концентрацией углекислого газа в атмосфере: в течение среднего и позднего плейстоцена, предшествующих современному времени, концентрация атмосферного углекислого газа снижалась во время длительных ледниковых периодов и резко повышалась во время кратких межледниковий

В течение последних десятилетий наблюдается рост концентрации углекислого газа в атмосфере, считается, что этот рост в значительной степени имеет антропогенный характер.

В конце восьмидесятых — начале девяностых годов XX века несколько лет подряд среднегодовая глобальная температура была выше обычной. Это вызвало опасения, что вызванное человеческой деятельностью глобальное потепление уже началось. Среди ученых существует консенсус, что за последние сто лет среднегодовая глобальная температура поднялась на 0,3 — 0,6 градусов Цельсия. Существует научный консенсус, что жизнедеятельность человека является основным фактором, который влияет на текущее повышение температуры на Земле.

Заключение

Таким образом, мы пришли к тому что климат — это постоянно меняющаяся система, требующая контроля над деятельностью человека.

Широкий консенсус среди учёных-климатологов относительно продолжения роста глобальных температур привёл к тому, что ряд государств, корпораций и отдельных людей пытаются предотвратить глобальное потепление или же приспособиться к нему. Многие экологические организации ратуют за принятие мер против изменения климата, в основном потребителями, но также на муниципальном, региональном и правительственном уровнях. Некоторые также выступают за ограничение мирового производства ископаемых видов топлива, ссылаясь на прямую связь между сжиганием топлива и выбросами CO₂.

На сегодняшний день основным мировым соглашением о противодействии глобальному потеплению является Киотский протокол (согласован в 1997, вступил в силу в 2005), дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Протокол включает более 160 стран мира и покрывает около 55 % общемировых выбросов парниковых газов. Первый этап осуществления протокола закончится в конце 2012 года, международные пере-

говоры о новом соглашении начались в 2007 году на острове Бали (Индонезия) и были продолжены на конференции ООН в Копенгагене в декабре 2009.

В 1980 году более 100 миллионов тонн CO₂ было выброшено в атмосферу в восточной части Северной Америки, Европе, западной части СССР и крупных городах Японии. Выбросы CO₂ развитых стран в 1985 году составили 74 % от общего объёма, а доля развивающихся стран составила 24 %. Ученые предполагают, что к 2025-му году доля развивающихся стран в производстве углекислого газа возрастет до 44 %.[19].

В декабре 1997 года на встрече в Киото (Япония), посвященной глобальному изменению климата, делегатами из более чем ста шестидесяти стран была принята конвенция, обязывающая развитые страны сократить выбросы CO₂. Киотский протокол обязывает тридцать восемь индустриально развитых стран сократить к 2008—2012 годам выбросы CO₂ на 5 % от уровня 1990 года:

Европейский союз должен сократить выбросы CO₂ и других тепличных газов на 8 %.

США — на 7 %.

Япония — на 6 %.

Протокол предусматривает систему квот на выбросы тепличных газов. Суть его заключается в том, что каждая из стран (пока это относится только к тридцати восьми странам, которые взяли на себя обязательства сократить выбросы), получает разрешение на выброс определенного количества тепличных газов. При этом предполагается, что какие-то страны или компании превысят квоту выбросов. В таких случаях эти страны или компании смогут купить право на дополнительные выбросы у тех стран или компаний, выбросы которых меньше выделенной квоты. Таким образом предполагается, что главная цель — сокращение выбросов тепличных газов в следующие 15 лет на 5 % — будет выполнена.

Существует конфликт и на межгосударственном уровне. Такие развивающиеся страны, как Индия и Китай, вносящие значительный вклад в загрязнение атмосферы тепличными газами, присутствовали на встрече в Киото, но не подписали соглашение. Развивающиеся страны вообще с настороженностью воспринимают экологические инициативы индустриальных государств. Аргументы просты:

основное загрязнение тепличными газами осуществляют развитые страны ужесточение контроля на руку индустриальным странам, так как это будет сдерживать экономическое развитие развивающихся стран.

загрязнение тепличными газами накоплено развитыми странами в процессе их развития.

Литература

1. <http://ru.wikipedia.org/>.
2. А.Сергеев, Глобальное потепление, или Высокий градус политики // Вокруг света, 2006 № 7
Иващенко О. В., Изменение климата и изменение циклов обращения парниковых газов в системе атмосфера-литосфера-гидросфера — обратные связи могут значительно усилить парниковый эффект.
3. Б. Лучков. Годы грядущие (климат и погода XXI века) // Наука и жизнь, 2007 № 10
Бьорн Ломборг. «Охладите! Глобальное потепление. Скептическое руководство», 2007 год, ISBN 978-5-388-00065-1
4. <http://klimatologia.ru/>.
5. <http://mirknig.com/>.
6. <http://www.dpva.info/>.
7. <http://meteo-msu.narod.ru/>.

Развитие учения о климате Земли

Есман Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Возраст Земли как планеты оценивается в 4,5 млрд. лет. О возникновении жизни на Земле и начальных этапах ее развития можно только строить гипотезы, но наиболее древние следы жизнедеятельности обнаружены в породах архея, возраст которых определяется от 2,6 до 3,5 млрд. лет. При этом достоверно установлено, что на протяжении 3,5 млрд. лет жизнь на Земле не прерывалась. Отсюда следует, что светимость Солнца на протяжении этого срока существенно не менялась [1]. Достоверно установлено, что 800 млн. лет назад температура на полюсах Земли была выше, чем на экваторе и в Антарктиде росли тропические леса. При этом установлено, что Антарктида за такой промежуток времени не смогла бы сдрейфовать с экватора на южный полюс [2]. Кроме того, циклы ледниковых периодов и структура вечной мерзлоты в северном и южном полушариях говорят о том, что Солнце непосредственно на эти процессы не влияет. Несмотря на то, что светимость Солнца и наклон оси Земли относительно плоскости эклиптики на протяжении миллиардов лет остаются практически неизменными, климат на нашей планете существенно меняется.

Климат – это многолетний режим погоды, характерный для данной местности в силу ее географического положения. Климат — статистический ансамбль состояний, через который проходит система: гидросфера → литосфера → атмосфера за несколько десятилетий. Под климатом принято понимать усреднённое значение погоды за длительный промежуток времени (порядка нескольких десятилетий), то есть климат — это средняя погода. Таким образом, погода — это мгновенное состояние некоторых характеристик (температура, влажность, атмосферное давление). Отклонение погоды от климатической нормы не может рассматриваться как изменение климата, например, очень холодная зима не говорит о похолодании климата. Для выявления изменений климата нужен значимый тренд характеристик атмосферы за длительный период времени порядка десятка лет [2].

1. Развитие палеоклиматологии

Историей изменения климата на Земле занимается наука палеоклиматология. Первые попытки палеоклиматического толкования ископаемых органических остатков принадлежат английскому физику и математику Р. Гуку, установившему в 1686г., что когда-то на Земле климат был более тёплым, и объяснившего этот факт изменением положения земной оси. Одним из основоположников учения об оледенениях был Петр Кропоткин.

Толчком к развитию науки послужило открытие и исследование в Европе следов четвертичного оледенения, которые стали главными объектами изучения палеоклиматологии. Однако, сама наука ведёт начало лишь с 80-х гг. 19 века, когда в качестве показателей древних климатов начали использовать наряду с палеонтологическими данными литологические, которые в значительной степени зависят от климатических факторов и служат весьма ценными климатическими индикаторами: соль (аридный климат), бокси-

ты и бобовая руда (чередование влажного и сухого тёплого климата), торф и каменный уголь, каолин (влажный климат), известняк (тёплый климат), ледниковые морены (холодный климат). Появляются монографии по истории древних климатов (французский учёный Э. Даке, 1915; немецкие - В. Кеппен и А. Вегенер, 1924; американский - К. Брукс, 1926; немецкий - М. Шварцбах, 1950), в которых развитие климата ставилось в зависимость от какого-либо одного фактора. Так, Брукс объяснял изменение климата палеогеографическими условиями, Кеппен и Вегенер - перемещением полюсов и дрейфом материков.

Большой вклад в развитие палеоклиматологии как отдельной области знания сделал Альфред Вегенер. Он не только сделал много в деле создания палеоклиматических реконструкции, но и использовал их для восстановления расположения континентов и обоснования своей теории дрейфа материков - предтечи современной тектоники плит.

Мощнейшее развитие наука получила в конце 20-го, начале 21-го веков, в связи с возрастающей остротой проблемы изменения климата. Её решение или хотя бы понимание происходящего невозможно без тщательного изучения истории климата прошлых геологических эпох.

В конце 20-го века были проведены масштабные международные и междисциплинарные проекты по изучению климата. В их числе можно назвать бурение покровных ледников Антарктиды и Гренландии; бурение крупных континентальных озер с длительной историей осадконакопления: Байкала, Иссык-Куля, Каспийского моря и некоторых других. В результате получено огромное количество новых данных об истории климата четвертичного и третичного периодов, однако создание климатической теории, объясняющей все факты далеко от завершения. В научном сообществе нет единства по самым основополагающим вопросам.

2. Палеоклиматологические методы исследования климата

В арсенале палеоклиматологии множество самых разнообразных методов, но именно это разнообразие нередко и приводит к противоречивым результатам. В палеоклиматологии используются разнообразные косвенные методы изучения истории климата. Изучение осадочных пород может многое рассказать о климате, в котором они образовались. Во время оледенений образуются морены, тиллиты, и породы с валунами, транспортированными ледниками. Когда ледник отступает, то на его обнаженном ложе начинаются ураганы, которые переносят огромные массы песка и пыли, отлагающиеся в виде лёссов. В жарком климате пустынь формируются отложения песчаников и эвапоритов.

Биогеографические методы основаны на связи ареалов распространения живых организмов в зависимости от климата. Многие виды животных и растений могут жить только в узком диапазоне климатических условий, и по ареалам их распространения можно восстановить климатические зоны.

Существуют и минералогические признаки климата, так например минерал глауконит, выглядящий как зелёная глина, образуется только при температуре воды ниже 15°C и часто используется как индикатор в климатических реконструкциях.

Оценка температуры вод древних морских бассейнов осуществляется с помощью количественных соотношений изотопов кислорода ^{18}O и ^{16}O в кальците раковин ископаемых беспозвоночных (белемнитов, фораминифер), а также соотношений $Ca:Mg$ и $Ca:Sr$ в карбонатных осадках и скелетах ископаемых организмов. Существенное значение также приобрёл палеомагнитный метод, позволяющий вычислить положение древних широт с использованием остаточной намагниченности некоторых вулканических и осадочных

пород, содержащих ферромагнитные минералы (магнетит, гематит, титаномагнетит), приобретённой под влиянием магнитного поля Земли, существовавшего во время формирования этих пород.

В результате комплексного изучения геологических отложений ученые составляют палеоклиматические реконструкции: специальные карты, на которых на определенный момент геологического времени отображены климатические зоны. Такая карта может являться источником новой информации. Как было сказано выше, Альфред Вегенер использовал их для определения положения континентов. Также обобщение данных по всей Земле можно получить представление о глобально климате Земли на определенный момент геологического времени.

3. Палеоклиматологические и другие гипотезы развития климата Земли

Палеоклиматологические исследования показывают, что климат на Земле неразрывно связан с историей её живых обитателей, космическими факторами, как то: изменениям земной орбиты, падениями крупных метеоритов; геологическими событиями, типа крупных извержений, эпох горообразования и перемещений континентов. При этом большинство этих факторов действуют совместно и одновременно, взаимно влияя друг на друга. Поэтому в большинстве случаев установив изменение климата, не удастся однозначно связать его с каким-либо одним фактором, и событие объясняют комплексом факторов.

Последнее время большую популярность приобрели гипотезы, рассматривающие изменения климата как результат взаимодействия биосферы с атмосферой и другими оболочками земли. При этом большая роль отводится парниковым газам. Один из механизмов такого взаимодействия заключается в том, что бурное развитие жизни обедняет атмосферу углекислым газом и метаном, в результате чего парниковый эффект ослабляется и на планете наступает похолодание, вплоть до начала ледникового периода. Современные геологические данные показывают, что ни одна из многочисленных гипотез не может до конца выяснить причины изменения климатов прошлого [3].

Заключение

Значение палеоклиматологии состоит в том, что, изучая историю климатического развития Земли, она расширяет представления о протекавших в прошлом процессах выветривания и осадконакопления и об образовании связанных с ними месторождений полезных ископаемых, показывает условия существования растительности и животного мира в минувшие геологические эпохи, позволяет прогнозировать изменения климата в будущем.

Изменение климата на современном этапе представляет собой экологический, экономический и социальный вопрос и проблему мирового масштаба с широкими последствиями для всех аспектов устойчивого развития планеты.

Литература

1. Физические величины: Справочник. Ф.П. Бабичев и др. М.: Энергоатомиздат. 1991. 1232 с.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Климат>.
3. <http://wiki.web.ru/wiki/Палеоклиматология>.

Классификация местные особенности климата

Земба Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Климатология (от *климат* и *логия*) — наука, изучающая вопросы климатообразования, описания и классификации климатов земного шара, антропогенные влияния на климат.

Используя те или иные физико-географические и метеорологические характеристики отдельных районов, метеорологи и климатологи пытались классифицировать климаты Земли. Одним из критериев для классификации климатов служит температура воздуха. В качестве основы для классификации климатов используют также данные об осадках. Ещё одним показателем для выделения климатических областей служит растительный покров. Наконец в качестве критерия для классификации климатов берут данные о преобладании тех или иных воздушных масс. Фактический материал о типах климата и их распределении по земному шару, полученный из статистической обработки многолетних рядов метеорологических наблюдений является содержанием климатографии.

Особое влияние погода оказывает на дорожное строительство. Технология производства работ разрабатывается с учетом климатических особенностей местности, численных значений всех основных климатических характеристик. Заметное влияние оказывают погодно-климатические факторы на состояние эксплуатируемой дороги.

Данный доклад «Классификация и местные особенности климата» содержит следующие подразделы:

4. классификация климата;
5. местные особенности климата;
6. учет влияния климатических факторов при проектировании автомобильных дорог.

1. Классификация климата

В климатологии предложено множество классификаций. Наиболее простой является классификация, по которой выделяют три основных типа климата по режиму температур - холодный, умеренный и жаркий. В зависимости от режима осадков дополнительно различают морской и континентальный.

Классификация В. Кеппена:

- А) Влажные тропические климаты (жарко-влажные): климат тропических лесов (самый холодный месяц имеет температуру $+18^{\circ}\text{C}$, количество атмосферных осадков превышает 1500 мм в год); климат саванны (довольно продолжительный сухой сезон в зимнее время, когда средние температуры не опускаются ниже $+10^{\circ}\text{C}$).
- Б) Сухие климаты: полузасушливый климат или климат степей; засушливый климат или климат пустынь.
- В) Влажные умеренно-теплые климаты: средиземноморский (теплый с сухим летом); влажный субтропический (умеренный); климат западных побережий.
- Г) Влажные умеренно-холодные климаты: влажный холодный; холодный (с сухой зимой).

Д) Полярные климаты: климат тундры; климат ледникового покрова.

Из всех классификаций, предложенных после классификации Кеппена, по-видимому, более известна классификация, разработанная К. Торнтвейтом в 1940-х годах. Основными служат данные о температуре воздуха и об осадках. Классификация Кеппена опирается на тип растительности, а классификация Торнтвейта пытается обойтись без ее учета. Торнтвейт выделяет шесть главных климатических областей, не связанных с характером почвы или с другими географическими особенностями. Каждая область далее подразделяется по температуре воздуха и осадкам, характеризующимся отношением месячной суммы осадков к такой же сумме испарения. Торнтвейт ввел в рассмотрение «индекс влажности», представляющий собой отношение месячных сумм осадков и испарения.

Классификация климата К. Торнтвейта

Т а б л и ц а 1

Индекс влажности	Тип климата	Температура
А 128	Избыточно влажный	Тропическая
В 64 – 127	Сырой	Мезотермальная
С2 32 – 63	Влажный	Микротермальная
С1 21 – 31	Слабоувлажнённый	Тайги
Д 0 – 20	Полузасушливый	Тундры
Е ниже 0	Засушливый	Вечная мерзлота

Значительный интерес представляет собой классификация климатов, разработанная Б. П. Алисовым в 1936—1949 гг. и построенная на генетическом принципе. В основу деления поверхности земного шара на климатические пояса он положил географические типы воздушных масс; при этом им учтены общие условия циркуляции атмосферы, распределение суши и воды. В соответствии с наличием на земном шаре четырех основных географических типов воздушных масс Б. П. Алисов выделил четыре основных климатических пояса и три промежуточных. Основные пояса: пояс экваториального воздуха, пояс тропического воздуха, пояс воздуха умеренных широт, пояс арктического (в южном полушарии антарктического) воздуха. Промежуточные пояса: пояс экваториальных муссонов (субэкваториальный пояс), субтропический и субарктический (в южном полушарии субантарктический) пояс. В каждом поясе в связи с распределением суши и моря выделяются еще подтипы: континентальный климат и морской.

1) Пояс экваториального воздуха. Климат экваториального пояса обличается большим количеством света, тепла и влаги в течение всего года. Средняя температура всех месяцев колеблется в пределах 25—28°. Максимальная температура редко поднимается выше 30—35°. Осадков в год выпадает от 1 до 3 тыс. мм. Выпадение осадков носит ливневый характер и часто сопровождается грозами. Осадки образуются в результате мощной термической конвекции.

2) Пояс экваториальных муссонов (субэкваториальный). Этот пояс занимает пространство между летним и зимним положениями тропического фронта в обоих полушариях. В формировании климата летом преобладает влияние экваториального воздуха, зимой— тропического. Характерной особенностью климата этого промежуточного пояса является дождливое лето и сухая зима. Годовое количество осадков на равнинах 1000—1500 мм, на склонах гор до 6—10 тыс. мм. Средняя температура воздуха во все

месяцы года колеблется в пределах 20—30°. В зависимости от количества осадков в этом поясе можно наблюдать тропические леса, саванны и степи.

3) Тропический пояс. Тропический воздух формируется из антипассатных воздушных масс в зонах высокого атмосферного давления. Воздух над материком сухой и имеет высокую температуру. Характерна здесь малая облачность и большая инсоляция солнечной радиации, Днем температура воздуха поднимается до 60° (поверхность земли нагревается до 80°). Суточная амплитуда температуры воздуха доходит иногда до 35° и более. Осадков здесь выпадает исключительно мало. Над океанами климатические условия отличаются большей влажностью и более ровным ходом температуры. Растительный покров на большей части территории этого пояса весьма беден (пустыни). Но на некоторых островах и кое-где на берегах континентов в связи с местными условиями увлажнения встречаются тропические леса, саванны и степи.

4) Субтропический пояс. Климат здесь формируется под влиянием сезонной смены тропического воздуха и воздуха умеренных широт; большую роль играют и циклоны полярного фронта. Характерно наличие сухого и влажного периодов, причем в одних районах влажным периодом является лето (в муссонном климате), в других зима (в средиземноморском климате). Солнечная радиация значительная (примерно 0,8 от тропической). Лето жаркое со средней температурой около 30°. Зимой возможны морозы до —15°. Осадки зимой могут выпадать в виде снега, но снежный покров на низменностях не образуется. Количество годовых осадков на равнинах не велико (в некоторых местах менее 200 мм); на склонах гор выпадает много осадков.

5) Пояс умеренных широт. В этом поясе климат формируется под влиянием воздушных масс умеренных широт и вторжений арктических и тропических воздушных масс. Большую роль здесь играет циклоническая деятельность на полярном и арктическом фронтах. Наблюдается резкий контраст в температурных условиях между летом и зимой. Летом солнечная радиация на 80% поглощается земной поверхностью, а зимой ее значительно меньше и 70% ее отражается снежным покровом. Годовая амплитуда температуры воздуха на материке доходит до 50—60°, над океаном она около 15°. Осадков в поясе в зависимости от положения территории по отношению к океанам и от рельефа выпадает различное количество. Осадки преимущественно фронтального происхождения.

6) Субарктический (субантарктический) пояс. Зимой здесь господствует арктический (антарктический) воздух, летом — воздушные массы умеренных широт. Средняя годовая амплитуда температуры воздуха над материком очень большая (в Якутской АССР, например, более 60°). Над океаном она не превышает 20°. Лето короткое, зима длинная и холодная. В этом поясе наблюдаются наиболее низкие температуры воздуха (до—70°).

7) Арктическая и антарктическая зоны. Арктический (и антарктический) воздух, формирующий климат этих зон, отличается весьма низкими температурами и малым содержанием влаги. Радиационный баланс в течение всего года отрицательный. Подстилающая поверхность всегда холоднее воздуха. Зимой и летом наблюдается приземная инверсия температуры. Летом температура воздуха у поверхности над океаном около 0°, а на материке Антарктиды обычно ниже 0°.

Классификация климата Л.П.Берга. Он выделил две большие группы:

1. Климаты низин.
2. Климаты возвышенностей.

Среди климатов низин Л. С. Берг выделяет одиннадцать типов:

1. климат тундры—в Арктике и Антарктике;

2. климат тайги;
3. климат лесов умеренной зоны;
4. климат муссонный;
5. климат степей;
6. климат пустынь с холодными зимами;
7. климат средиземноморских стран — на Южном берегу Крыма, юге Австралии, Калифорнии. Здесь лето жаркое, а зима хотя и теплая, но дождливая;
8. климат субтропических лесов— в Южном Китае, Южной Японии, Северной Индии, Закавказье, Южной Африке, Юго-Востоке США и районе Ла-Платы в Южной Америке;
9. климат пустынь с теплыми зимами — в Сахаре, пустынях Аравии и Австралии, пустыне Атакама в Чили;
10. климат тропического лесостепья (область саванн) — в Венесуэле, Гвиане, к югу от Амазонки, в тропической Америке, на севере Австралии, на Гавайских островах;
11. климат тропических влажных лесов — в бассейне Амазонки, в восточной части Центральной Америки, на Больших Антильских о-вах, на юге Флориды, в тропической Африке, на Новой Гвинее и на Филиппинских о-вах.

Климаты возвышенностей, как мы уже упоминали, повторяют основные типы климатов низин. Кроме того, на возвышенностях бывает климат вечного мороза.

2. Местные особенности климата

Климат Беларуси — умеренно континентальный с частыми атлантическими циклонами; с мягкой и влажной зимой, теплым летом, сырой осенью. Средняя годовая температура воздуха от 7,4 °С на юго-западе до 4,4 °С на северо-востоке. Средняя температура января колеблется от - 4 °С до - 8 °С, июля — от +17 °С до +19 °С. Годовое количество атмосферных осадков составляет 550 – 650 мм на низинах и 650 – 750 мм на равнинах и возвышенностях. Средняя продолжительность вегетационного периода 184 – 208 суток. Основные черты климата Беларуси определяются географическим положением страны в средних широтах, относительной близостью к Атлантическому океану, преобладающим западным переносом воздушных масс и равнинным рельефом, который не препятствует перемещению воздушных масс в различных направлениях. Географическая широта территории (Беларусь расположена между 56° и 51° северной широты) определяет угол падения солнечных лучей, которые, в свою очередь, влияют на величину поступающей солнечной радиации. В среднем за год на территорию Беларуси приходят или непосредственно над ней формируются 15-16 антициклонов. Более заметное влияние на климат Беларуси оказывают циклоны. Их воздействие на условия и характер погоды происходит на протяжении 150-160 суток в году.

На территории Беларуси выделяются следующие климатические области:

- северная — умеренно теплая, влажная;
- центральная — теплая, умеренно влажная;
- южная — теплая, неустойчиво влажная.

Северная область занимает северную часть страны. В пределах этой области температура воздуха в июле составляет 4-16,5 °С – 4-18 °С, в январе – от -6,5 °С до -8,5 °С. Продолжительность весенне-летнего периода составляет 133–145 суток, а продолжительность вегетационного периода – 178-188 суток. В этой области часто бывают весенние и осенние заморозки. По своему температурному режиму область является умеренно

теплой. За год в среднем выпадает около 600 мм осадков; на возвышенностях – 650 мм и более.

Центральная область занимает центральную часть страны. Она является более теплой и менее влажной, чем северная. Например, средние температуры июля составляют $+17,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $+18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, в январе изменяются с $-4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ на западе до $-8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ на востоке. Осадков в пределах этой области выпадает 500-600 мм и только в некоторых местах – до 700 мм.

Южная область занимает южную часть страны и характеризуется более теплыми климатическими условиями, чем северная и центральная области. Средние температуры января варьируют от $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ на западе до $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ на востоке, июля – от $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ на западе до $+19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ на востоке. Весна и лето в этой части наступают гораздо раньше, чем в северной и центральной. Вегетационный период составляет 191-209 суток. Осадков выпадает от 520 до 630 мм. В пределах южной области ощущается некоторый дефицит влаги в летний период, поэтому эту область рассматривают как неустойчиво влажную.

3. Учет влияния климатических факторов при проектировании автомобильных дорог

Учет местных условий позволяет более обоснованно подойти к 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 местным 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.

Под влиянием осадков формируется поверхностный сток, режим рек и работа водотводных сооружений, происходят увлажнение поверхности покрытия и водонасыщение земляного полотна, заносы дорог снегом и эрозия неукрепленных поверхностей насыпей и выемок.

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

Колебание температуры в течении 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.

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

Эти элементы климата определяют увлажнение и оттаивание полотна, образование и таяние пучин, снегозаносимость дороги, высоту и длительность весеннего паводка на реках.

4. Сила ветра и его направление, особенно зимой, когда возможны метели и заносы дорог.
5. Глубина промерзания грунта, режим его промерзания и оттаивания.

Глубина промерзания зависит от устойчивости и величины температур ниже 0 °С 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.

6. Температура на поверхности покрытия и в его глубине.

Существенную роль играет 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.

7. Условия испарения влаги.

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.

Заключение

В данном докладе представлена полная классификация климата, определены местные особенности климата РБ, а также представлена информация о влиянии климатических факторов при проектировании дорог.

По всем вышеприведенным подразделам можно сделать следующие выводы, а именно:

6. характеристика климатических условий, используемая при описании того или иного района, представляет собой комплекс средних суточных, месячных и годовых значений всех метеорологических величин, а также данных об их изменчивости;
7. каждая метеорологическая величина непосредственно влияет на другие характеристики состояния атмосферы, которые в сочетании и взаимодействии создают то, что мы называем «климатическими условиями»;
8. любые изменения, в определённых границах, климатических условий даже в одной и той же климатической области влияют на растительный и животный мир, приспособляющийся к климатическим условиям данной области;
9. деятельность человека и его самочувствие также зависят от климатических условий;
10. экономическое и особенно сельскохозяйственное значение каждого географического района непосредственно определяется его климатом;
11. учет местных условий позволяет более обоснованно подойти к принятию проектных решений;
12. при классификации климатов руководствуются: температурой воздуха, количеством осадков, растительным покровом, преобладанием воздушных масс.

Литературы

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Климат>
2. http://www.diclib.com/s/cat1/modern_encycl/КЛИМАТ
3. http://big-archive.ru/geography/general_geography/22.php

Земная атмосфера и её строения

Казусенок Е.А

Белорусский национальный технический университет

Введение

Атмосфера это внешняя газовая оболочка Земли, которая начинается у ее поверхности и простирается в космическое пространство приблизительно на 3000 км. История возникновения и развития атмосферы довольно сложная и продолжительная, она насчитывает близко 3 млрд лет. За этот период состав и свойства атмосферы неоднократно изменялись, но на протяжении последних 50 млн лет, как считают ученые, они стабилизировались.

Масса современной атмосферы составляет приблизительно одну миллионную часть массы Земли. С высотой резко уменьшаются плотность и давление атмосферы, а температура изменяется неравномерно и сложно, в том числе из-за влияния на атмосферу солнечной активности и магнитных бурь. Изменение температуры в границах атмосферы на разных высотах поясняется неодинаковым поглощением солнечной энергии газами. Наиболее интенсивнее тепловые процессы происходят в тропосфере, причем атмосфера нагревается снизу, от поверхности океана и суши.

Следует отметить, что атмосфера имеет очень большое экологическое значение. Она защищает все живые организмы Земли от губительного влияния космических излучений и ударов метеоритов, регулирует сезонные температурные колебания, уравнивает и выравнивает суточные. Если бы атмосферы не существовало, то колебание суточной температуры на Земле достигло бы ± 200 °С. Атмосфера есть не только животворным «буфером» между космосом и поверхностью нашей планеты, носителем тепла и влаги, через нее происходят также фотосинтез и обмен энергии — главные процессы биосферы. Атмосфера влияет на характер и динамику всех экзогенных процессов, которые происходят в литосфере (физическое и химическое выветривания, деятельность ветра, природных вод, мерзлоты, ледников).

Развитие гидросферы также в значительной мере зависел от атмосферы из-за того, что водный баланс и режим поверхностных и подземных бассейнов и акваторий формировались под влиянием режима осадков и испарений. Процессы гидросферы и атмосферы тесно связанные между собою.

Одной из главнейших составных атмосферы есть водный пар, который имеет большую пространственно-временную изменчивость и сосредоточенный преимущественно в тропосфере. Важной изменчивой составной атмосферы есть также углекислый газ, изменчивость содержания которого связана с жизнедеятельностью растений, его растворимостью в морской воде и деятельностью человека (промышленные и транспортные выбросы). В последнее время все более большую роль в атмосфере сыграют аэрозольные пылеватые частицы - продукты человеческой деятельности, которые можно об-

наружить не только в тропосфере, но и на больших высотах (что правда, в мизерных концентрациях). Физические процессы, которые происходят в тропосфере, оказывают большое влияние на климатические условия разных районов Земли.

Слои атмосферы:

Атмосфера имеет слоистую структуру. От поверхности Земли вверх эти слои:

1. Тропосфера
2. Стратосфера
3. Мезосфера
4. Термосфера
5. Экзосфера

Границы между слоями не резкие и их высота зависит от широты и времени года. Слоистая структура - результат температурных изменений на разных высотах. Погода формируется в тропосфере (нижние примерно 10 км:

около 6 км над полюсами и более 16 км над экватором). И верхняя граница тропосферы выше летом, чем зимой.

1. Тропосфера

Нижняя часть атмосферы, до высоты 10-15 км, в которой сосредоточено 4/5 всей массы атмосферного воздуха, носит название тропосферы. Для нее характерно, что температура здесь с высотой падает в среднем на $0.6^{\circ}/100$ м (в отдельных случаях распределение температуры по вертикали варьирует в широких пределах). В тропосфере содержится почти весь водяной пар атмосферы и возникают почти все облака. Сильно развита здесь и турбулентность, особенно вблизи земной поверхности, а также в так называемых струйных течениях в верхней части тропосферы.

Высота, до которой простирается тропосфера, над каждым местом Земли меняется изо дня в день. Кроме того, даже в среднем она различна под разными широтами и в разные сезоны года. В среднем годовом тропосфера простирается над полюсами до высоты около 9 км, над умеренными широтами до 10-12 км и над экватором до 15-17 км. Средняя годовая температура воздуха у земной поверхности около $+26^{\circ}$ на экваторе и около -23° на северном полюсе. На верхней границе тропосферы над экватором средняя температура около -70° , над северным полюсом зимой около -65° , а летом около -45° .

Давление воздуха на верхней границе тропосферы соответственно ее высоте в 5-8 раз меньше, чем у земной поверхности. Следовательно, основная масса атмосферного воздуха находится именно в тропосфере. Процессы, происходящие в тропосфере, имеют непосредственное и решающее значение для погоды и климата у земной поверхности. В тропосфере сосредоточен весь водяной пар и именно поэтому все облака образуются в пределах тропосферы. Температура уменьшается с высотой.

Солнечные лучи легко проходят через тропосферу, а тепло, которое излучает нагретая солнечными лучами Земля, накапливается в тропосфере: такие газы, как углекислый газ, метан а также пары воды удерживают тепло. Такой механизм прогревания атмосферы от Земли, нагретой солнечной радиацией, называется парниковый эффект (greenhouseeffect). Именно потому, что источником тепла для атмосферы является Земля, температура воздуха с высотой уменьшается.

Граница между турбулентной тропосферой и спокойной стратосферой называется тропопауза. Здесь образуются быстро движущиеся ветры, называемые "реактивные потоки" (jetstreams).

Когда-то предполагали, что температура атмосферы падает и выше тропосферы, однако измерения в высоких слоях атмосферы показали, что это не так : сразу выше тро-

попаузы температура почти постоянна, а затем начинает увеличиваться. Сильные горизонтальные ветры дуют в стратосфере не образуя турбулентности. Воздух стратосферы очень сухой и поэтому облака редки. Образуются так называемые перламутровые облака (nacreous or mother-of-pearl).

Стратосфера очень важна для жизни на Земле, так именно в этом слое находится небольшое количество озона, которое поглощает сильное ультрафиолетовое излучение, вредное для жизни. Поглощая ультрафиолетовое излучение озон нагревает стратосферу.

2. Стратосфера

Над тропосферой до высоты 50-55 км лежит стратосфера, характеризующаяся тем, что температура в ней в среднем растет с высотой. Переходный слой между тропосферой и стратосферой (толщиной 1-2 км) носит название тропопаузы.

Выше были приведены данные о температуре на верхней границе тропосферы. Эти температуры характерны и для нижней стратосферы. Таким образом, температура воздуха в нижней стратосфере над экватором всегда очень низкая; притом летом много ниже, чем над полюсом.

Нижняя стратосфера более или менее изотермична. Но, начиная с высоты около 25 км, температура в стратосфере быстро растет с высотой, достигая на высоте около 50 км максимальных, притом положительных значений (от +10 до +30°). Вследствие возрастания температуры с высотой турбулентность в стратосфере мала.

Водяного пара в стратосфере ничтожно мало. Однако на высотах 20-25 км наблюдаются иногда в высоких широтах очень тонкие, так называемые перламутровые облака. Днем они не видны, а ночью кажутся светящимися, так как освещаются солнцем, находящимся под горизонтом. Эти облака состоят из переохлажденных водяных капелек. Стратосфера характеризуется еще тем, что преимущественно в ней содержится атмосферный озон, о чем было сказано выше.

3. Мезосфера

Над стратосферой лежит слой мезосферы, примерно до 80 км. Здесь температура с высотой падает до нескольких десятков градусов ниже нуля. Вследствие быстрого падения температуры с высотой в мезосфере сильно развита турбулентность. На высотах, близких к верхней границе мезосферы (75-90 км), наблюдаются еще особого рода облака, также освещаемые солнцем в ночные часы, так называемые серебристые. Наиболее вероятно, что они состоят из ледяных кристаллов.

На верхней границе мезосферы давление воздуха раз в 200 меньше, чем у земной поверхности. Таким образом, в тропосфере, стратосфере и мезосфере вместе, до высоты 80 км, заключается больше чем 99,5% всей массы атмосферы. На вышележащие слои приходится ничтожное количество воздуха.

На высоте около 50 км над Землей температура снова начинает падать, обозначая верхнюю границу стратосферы и начало следующего слоя - мезосферы. Мезосфера имеет самую холодную температуру в атмосфере: от -2 до -138 градусов Цельсия. Здесь же находятся самые высокие облака: в ясную погоду их можно видеть при закате. Они называются noctilucent (светящиеся ночью).

4. Термосфера

Верхняя часть атмосферы, над мезосферой, характеризуется очень высокими температурами и потому носит название термосферы. В ней различаются, однако, две части: ионосфера, простирающаяся от мезосферы до высот порядка тысячи километров, и лежащая над нею внешняя часть - экзосфера, переходящая в земную корону.

Воздух в ионосфере чрезвычайно разрежен. Мы уже указывали, что на высотах 300-750 км его средняя плотность порядка 10^{-8} - 10^{-10} г/м³. Но и при такой малой плотности каждый кубический сантиметр воздуха на высоте 300 км еще содержит около одного миллиарда (10^9) молекул или атомов, а на высоте 600 км - свыше 10 миллионов (10^7). Это на несколько порядков больше, чем содержание газов в межпланетном пространстве.

Ионосфера, как говорит само название, характеризуется очень сильной степенью ионизации воздуха - содержание ионов здесь во много раз больше, чем в нижележащих слоях, несмотря на сильную общую разреженность воздуха. Эти ионы представляют собой в основном заряженные атомы кислорода, заряженные молекулы окиси азота и свободные электроны. Их содержание на высотах 100-400 км - порядка 10^{15} - 10^{16} на кубический сантиметр.

В ионосфере выделяется несколько слоев, или областей, с максимальной ионизацией, в особенности на высотах 100-120 км (слой E) и 200-400 км (слой F). Но и в промежутках между этими слоями степень ионизации атмосферы остается очень высокой. Положение ионосферных слоев и концентрация ионов в них все время меняются. Спорадические скопления электронов с особенно большой концентрацией носят название электронных облаков.

От степени ионизации зависит электропроводность атмосферы. Поэтому в ионосфере электропроводность воздуха в общем в 10^{12} раз больше, чем у земной поверхности. Радиоволны испытывают в ионосфере поглощение, преломление и отражение. Волны длиной более 20 м вообще не могут пройти сквозь ионосферу: они отражаются уже электронными слоями небольшой концентрации в нижней части ионосферы (на высотах 70-80 км). Средние и короткие волны отражаются вышележащими ионосферными слоями.

Именно вследствие отражения от ионосферы возможна дальняя связь на коротких волнах. Многократное отражение от ионосферы и земной поверхности позволяет коротким волнам зигзагообразно распространяться на большие расстояния, огибая поверхность Земного шара. Так как положение и концентрация ионосферных слоев непрерывно меняются, меняются и условия поглощения, отражения и распространения радиоволн. Поэтому для надежной радиосвязи необходимо непрерывное изучение состояния ионосферы. Наблюдения над распространением радиоволн как раз являются средством для такого исследования.

В ионосфере наблюдаются полярные сияния и близкое к ним по природе свечение ночного неба - постоянная люминесценция атмосферного воздуха, а также резкие колебания магнитного поля - ионосферные магнитные бури.

Ионизация в ионосфере обязана своим существованием действию ультрафиолетовой радиации Солнца. Ее поглощение молекулами атмосферных газов приводит к возникновению заряженных атомов и свободных электронов, о чем говорилось выше. Колебания магнитного поля в ионосфере и полярные сияния зависят от колебаний солнечной активности. С изменениями солнечной активности связаны изменения в потоке корпускуляр-

ной радиации, идущей от Солнца в земную атмосферу. А именно корпускулярная радиация имеет основное значение для указанных ионосферных явлений.

Температура в ионосфере растет с высотой до очень больших значений. На высотах около 800 км она достигает 1000°.

Говоря о высоких температурах ионосферы, имеют в виду то, что частицы атмосферных газов движутся там с очень большими скоростями. Однако плотность воздуха в ионосфере так мала, что тело, находящееся в ионосфере, например летящий спутник, не будет нагреваться путем теплообмена с воздухом. Температурный режим спутника будет зависеть от непосредственного поглощения им солнечной радиации и от отдачи его собственного излучения в окружающее пространство. Термосфера находится выше мезосферы на высоте от 90 до 500 км над поверхностью Земли. Молекулы газа здесь сильно рассеяны, поглощают рентгеновское излучение (X rays) и коротковолновую часть ультрафиолетового излучения. Из-за этого температура может достигать 1000 градусов Цельсия.

термосфера в основном соответствует ионосфере, где ионизированный газ отражает радиоволны обратно к Земле - это явление дает возможным устанавливать радиосвязь.

5. Экзосфера

Выше 800-1000 км атмосфера переходит в экзосферу и постепенно в межпланетное пространство. Скорости движения частиц газов, особенно легких, здесь очень велики, а вследствие чрезвычайной разреженности воздуха на этих высотах частицы могут облетать Землю по эллиптическим орбитам, не сталкиваясь между собою. Отдельные частицы могут при этом иметь скорости, достаточные для того, чтобы преодолеть силу тяжести. Для незаряженных частиц критической скоростью будет 11,2 км/сек. Такие особенно быстрые частицы могут, двигаясь по гиперболическим траекториям, вылетать из атмосферы в мировое пространство, «ускользнуть», рассеиваться. Поэтому экзосферу называют еще сферой рассеяния.

Ускользанию подвергаются преимущественно атомы водорода, который является господствующим газом в наиболее высоких слоях экзосферы.

Недавно предполагалось, что экзосфера, и с нею вообще земная атмосфера, кончается на высотах порядка 2000-3000 км. Но из наблюдений с помощью ракет и спутников создано представление, что водород, ускользающий из экзосферы, образует вокруг Земли так называемую земную корону, простирающуюся более чем до 20 000 км. Конечно, плотность газа в земной короне ничтожно мала. На каждый кубический сантиметр здесь приходится в среднем всего около тысячи частиц. Но в межпланетном пространстве концентрация частиц (преимущественно протонов и электронов) по крайней мере в десять раз меньше.

С помощью спутников и геофизических ракет установлено существование в верхней части атмосферы и в околоземном космическом пространстве радиационного пояса Земли, начинающегося на высоте нескольких сотен километров и простирающегося на десятки тысяч километров от земной поверхности. Этот пояс состоит из электрически заряженных частиц – протонов и электронов, захваченных магнитным полем Земли и движущихся с очень большими скоростями. Их энергия – порядка сотен тысяч электрон-вольт. Радиационный пояс постоянно теряет частицы в земной атмосфере и пополняется потоками солнечной корпускулярной радиации.

Заключение

Атмосфера земли одна из самых важных и ключевых систем на планете Земля. Как уже говорилось ранее, без атмосферы невозможно существование всего живого на земле. За все время деятельности человека слои атмосферы стали тоньше и начали пропускать все больше солнечной радиации, что приводит к таянию ледников и многому другому. Поэтому сегодня человек пытается более глубоко изучить атмосферу, чтобы предотвратить её дальнейшее разрушение.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Атмосфера_Земли
2. <http://www.starbolls.narod.ru/index.files/25n.htm>
3. <http://www.astrolab.ru/cgi-bin/manager.cgi?id=3&num=277>

Приборы и методы используемые при исследовании атмосферы

Каленик А.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Атмосфера (от. греч. $\alpha\tau\mu\acute{o}\varsigma$ — «пар» и $\sigma\phi\alpha\iota\sigma\phi\alpha\iota\tau\eta\rho\alpha$ — «сфера») — газовая оболочка небесного тела, удерживаемая около него гравитацией. Поскольку не существует резкой границы между атмосферой и межпланетным пространством, то обычно атмосферой принято считать область вокруг небесного тела, в которой газовая среда вращается вместе с ним как единое целое. Глубина атмосферы некоторых планет, состоящих в основном из газов (газовые планеты), может быть очень большой. Состав атмосферы приведен ниже в виде схемы:

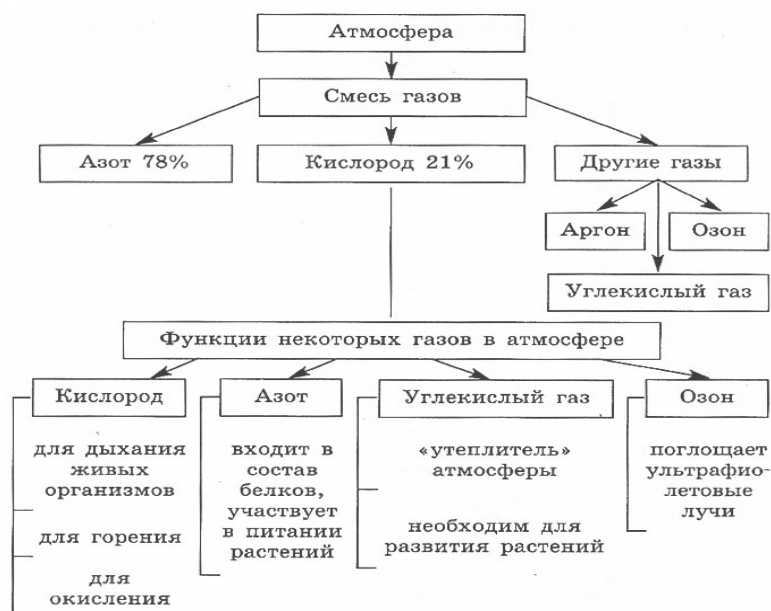


Рисунок 11.1 – Состав атмосферы

Физические явления и процессы, непрерывно совершающиеся в атмосфере, не обособлены друг от друга. Они всегда взаимосвязаны, а их сочетание очень сложно и бесконечно меняется. Сочетание всех атмосферных явлений в данном месте в определенный момент или короткий промежуток времени характеризует состояние воздуха, т. е. погоду. Совокупность и последовательная смена всех возможных в данной местности условий погоды за много лет называется климатом. Можно говорить о климате материка, его какой-то части, зоны, о климате района, даже отдельного города. Погода и климат воздействуют на органическую жизнь и на деятельность людей.

Современная наука об атмосфере — метеорология — решает важные научные и практические задачи. Всесторонне изучая строение и свойства атмосферы, а также происходящие в ней физические явления и процессы, метеорологи разрабатывают и совершенствуют методы прогноза (предсказания) погоды. Они ищут способы борьбы с неблагоприятными атмосферными явлениями, разрабатывают методы изменения погоды и климата в необходимом для человека направлении. Это уменьшает зависимость людей от погоды и климата. Исследуя атмосферу, метеорологи исходят из общих законов физики, особо учитывая при этом географические условия, в которых протекают атмосферные процессы. Но в отличие от физики, для которой одним из основных методов исследова-

ния является эксперимент, т. е. искусственное воспроизведение явлений в лабораториях, метеорология раскрывает закономерности изучаемых ею явлений и процессов на основе данных наблюдений в естественных условиях. И хотя в последнее время в некоторых метеорологических работах все большее значение приобретает эксперимент, ведущая роль в науке об атмосфере по-прежнему принадлежит натурным наблюдениям. Свою основную задачу — всестороннее изучение свойств атмосферы с целью прогноза погоды и искусственного воздействия на атмосферные процессы — метеорологи решают, главным образом анализируя и обобщая наблюдения над метеорологическими элементами и характером их изменений в пространстве и времени.

К метеорологическим элементам относятся: солнечная радиация, температура воздуха и почвы, влажность воздуха, атмосферное давление, ветер, облачность, осадки, снежный покров, видимость, метели, туманы, грозы и т. д. Метеорологические наблюдения проводятся либо на поверхности Земли и в непосредственной близости к ней, либо на некоторой, иногда довольно значительной высоте. Поэтому принято различать наземные и аэрологические наблюдения.

Первостепенное значение имеет исследование нижнего слоя воздуха, в котором живет и работает человек. Физические явления и процессы, происходящие в слое атмосферы, прилегающем к земной поверхности, изучаются главным образом по данным наблюдений метеорологических станций во многих пунктах земного шара. Сеть таких станций раскинулась и по всей нашей стране. Наблюдения на метеорологических станциях проводятся одновременно восемь раз в сутки. Результаты наблюдений сразу же передаются в метеорологические центры, где используются для прогноза погоды. Кроме обычных метеорологических станций, в труднодоступных районах — в горах, пустынях, на островах и т. п. — устанавливаются радиометеорологические станции, которые без участия человека фиксируют значения некоторых метеорологических элементов и в определенные часы автоматически передают их по радио.

При наземных наблюдениях большое значение уделяют определению температуры воздуха, атмосферному давлению, влажности воздуха, выпадению осадков и т. д.

1. Определение температуры воздуха

Температура воздуха — одно из свойств воздуха в природе, выражающегося количественно. Измерение температуры основано на физических свойствах тел, связанных определенной зависимостью с температурой. Для измерения температуры воздуха используются термометры, которые подразделяются на:

-жидкостные стеклянные термометры. Принцип действия термометров основан на объемном расширении жидкости, заключенной в закрытом стеклянном резервуаре. Резервуар соединяется с капилляром, имеющим малый внутренний диаметр. При нагревании резервуара жидкость увеличивается в объеме и поднимается вверх по капилляру. По высоте столбика жидкости в капилляре можно судить об измеряемой температуре. Чем тоньше капилляр, по сравнению с резервуаром, тем чувствительнее термометр.

Рабочей жидкостью в термометрах служат обычно ртуть и органические жидкости. Ртутно-стеклянные термометры используются для измерения температуры в пределах от -30 до $+500^{\circ}\text{C}$. Термометры с органическими жидкостями называются низкотемпературными, в них применяют этиловый спирт до -130°C ; толуол до -90°C ; петролейный эфир до -130°C и пентан до -190°C .

Ртутные стеклянные термометры разделяют на палочные и с вложенной стеклянной шкалой. Палочный термометр представляет собой толстостенную капиллярную

трубку из термостойкого стекла или кварца, на который нанесены деления шкалы. При наблюдении сквозь толщу стекла капилляр представляется значительно увеличенным и столбик жидкости хорошо виден, несмотря на очень малый действительный размер капилляра. Резервуар со ртутью у палочных термометров имеет наружный диаметр, одинаковый с наружным диаметром капиллярной трубки. Палочные термометры обладают высокой точностью и применяются в основном для лабораторных измерений.

- механические термометры. Термометры этого типа действуют по тому же принципу, что и жидкостные, но в качестве датчика обычно используется металлическая спираль или лента из биметалла.

- электрические термометры. Принцип работы электрических термометров основан на изменении сопротивления проводника при изменении температуры окружающей среды. Электрические термометры более широкого диапазона основаны на термопарах (контакт между металлами с разной электроотрицательностью создаёт контактную разность потенциалов, зависящую от температуры).

- оптические термометры. Оптические термометры позволяют регистрировать температуру благодаря изменению уровня светимости, спектра и иных параметров при изменении температуры.

- инфракрасные термометры. Инфракрасный термометр позволяет измерять температуру без непосредственного контакта с человеком. В некоторых странах уже давно имеется тенденция отказа от ртутных градусников в пользу инфракрасных не только в медицинских учреждениях, но и на бытовом уровне. Инфракрасный термометр обладает рядом неоспоримых преимуществ, а именно:

безопасность использования (даже при серьёзных механических повреждениях ничто не угрожает здоровью)

более высокая точность измерения

минимальное время проведения процедуры (измерение проводится в течение 0,5 секунды)

возможность группового сбора данных

2. Определение атмосферного давления

Атмосферное давление — давление атмосферы на все находящиеся в ней предметы и Земную поверхность. Атмосферное давление создаётся гравитационным притяжением воздуха к Земле. Одним из самых точных приборов, применяемых для измерения атмосферного давления на всех метеорологических станциях, является так называемый стационарный чашечный барометр. Он представляет собой стеклянную трубку длиной около 80 см, с поперечным сечением 1 см^2 . Верхний конец ее запаян, а нижний открытый опущен в чашку с ртутью. Трубка заполнена ртутью; в незаполненной части трубки — безвоздушное (точнее крайне разреженное) пространство.

Стационарный чашечный барометр устанавливается в помещении метеостанции в специальном шкафчике в вертикальном положении.

Морской ртутный барометр, как говорит само его наименование, предназначен для измерения атмосферного давления на морских судах. В принципе он устроен так же, как и стационарный чашечный барометр, и отличается от него меньшими размерами и более узкой барометрической трубкой с расширениями на ее концах. Сужение средней части трубки до толщины капилляра сделано для уменьшения колебания ртути в трубке во время качки судна и для предохранения от проникновения воздушных пузырьков в

ртууть. Чашка со ртутью сделана более узкой, чем в стационарном барометре. Это также в значительной мере устраняет влияние качки судна на состояние и показания барометра.

Барометр-анероид, или просто анероид, является простым и удобным в обращении прибором, широко применяющимся для измерения атмосферного давления на судах. Принцип действия анероида основан на измерении степени деформации стенок пустотелой плоской металлической барокоробки под действием атмосферного давления. Барометр-анероид, по сравнению с ртутным барометром, менее точный прибор, но зато почти не чувствительный к качке судна. Это делает его более удобным в пользовании и хранении в корабельных условиях. Основным недостатком анероидов является постепенное снижение их чувствительности и точности показаний в связи с возникающей со временем остаточной деформацией анерондиной коробки и пружины. Для устранения этих недостатков анероиды периодически должны подвергаться проверке в специальных учреждениях Гидрометеорологической службы — в бюро поверки. Поверка анероидов должна производиться через каждые полгода.

Барограф предназначен для непрерывной записи изменения атмосферного давления. Его устройство аналогично устройству термографа. Он так же состоит из двух основных частей: воспринимающей и пишущей. В качестве приемника давления служит несколько (5-10) анероидных коробочек, соединенных между собой металлическими прокладками.

3. Определение влажности воздуха

Влажность воздуха (лат. *absolutus* — полный) — физическая величина, показывающая массу водяных паров, содержащихся в 1 м³ воздуха.

Для определения влажности воздуха, можно искусственно понизить температуру воздуха в какой-то ограниченной области до точки росы. Абсолютная влажность и, соответственно, давление водяных паров при этом останутся неизменными. Сравнивая давление водяного пара при точке росы с давлением насыщенного пара, которое могло бы быть при интересующей нас температуре, мы тем самым, найдем относительную влажность воздуха.

Для определения влажности воздуха используются приборы:

-конденсационный гигрометр, который состоит из металлической коробочки с двумя отверстиями. В коробочку заливается эфир. С помощью резиновой груши через коробочку прокачивается воздух. Эфир очень быстро испаряется, температура коробочки и воздуха, находящегося вблизи нее, понижается, а относительная влажность растет. При некоторой температуре, которая измеряется термометром, вставленным в отверстие прибора, поверхность коробочки покрывается мельчайшими капельками росы. Чтобы точнее зафиксировать момент появления на поверхности коробочки росы, эта поверхность полируется до зеркального блеска, а рядом с коробочкой для контроля располагается отполированное металлическое кольцо.

-психрометр — прибор для определения влажности и температуры воздуха.

Психрометр состоит из двух одинаковых термометров. Баллончик с жидкостью одного из термометров оборачивается тряпочкой, конец которой опущен в чашечку с водой. Благодаря этому тряпочка всегда остается влажной. При испарении воды тряпочка и баллончик охлаждаются, вследствие чего показания влажного термометра оказываются меньшими, чем показания сухого термометра. Зная разницу показаний термометров и показания сухого термометра, можно по специальным психрометрическим таблицам определить относительную влажность воздуха. Если воздух предельно насыщен водяными

парами и его относительная влажность равна 100 %, термометры будут давать одинаковые показания.

-волосной гигрометр. Действие волосного гигрометра основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса и некоторых органических пленок изменять свою длину в зависимости от относительной влажности воздуха. Если волос или пленку через передаточный механизм соединить с подвижной стрелкой, укрепленной на оси, и проградуировать шкалу, то с помощью такого прибора можно напрямую измерять относительную влажность воздуха.

4. Измерение атмосферных осадков

Атмосферные осадки — вода в жидком или твердом состоянии, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на земную поверхность и какие-либо предметы.

Различают:

-обложные осадки, связанные преимущественно с теплыми фронтами;

-ливневые осадки, связанные преимущественно с холодными фронтами.

Существуют специальные приборы для измерения осадков — осадкомеры. Зная, сколько осадков выпадает ежемесячно, можно построить диаграмму, показывающую изменение количества атмосферных осадков в течение года. Объединив количество осадков по каждому из сезонов года, можно определить, какой из сезонов года для конкретной территории является влажным, а какой — сухим.

5. Приборы для измерения основных метеорологических элементов в высоких слоях атмосферы

Для измерения основных метеорологических элементов в высоких слоях атмосферы применяются радиозонды, метеорологических ракет и метеорологических спутников.

1) Радиозонды.



Они поднимаются в атмосферу на небольших резиновых или полиэтиленовых воздушных шарах. Радиозонд снабжен маленьким радиопередатчиком, который передает показания прибора на Землю. Принимая сигналы радиозонда, метеорологи определяют давление, температуру и влажность воздуха на различных высотах. За полетом радиозонда метеорологи непрерывно следят с помощью радиолокатора, измеряя при этом направление и скорость ветра на высотах. Ученые установили, что очень короткие радиоволны отражаются не только от металлических предметов, но и от других объектов, например от облаков. Это позволило использовать радиолокационный метод для наблюдений за грозами, зонами осадков и т. д. При помощи радиозондов изучают атмосферу до высоты 35—40 км.

2) Метеорологических ракет

Более высокие слои, до 80—100 км, исследуются с помощью специальных метеорологических ракет. В головной части метеорологической ракеты помещены приборы для измерения температуры, давления и плотности воздуха. На заданной высоте головная часть ракеты отделяется от ее корпуса и спускается на парашюте. Показания приборов передаются на наземные приемные пункты с помощью особых радиосигналов.

3) Метеорологические спутники

Выдающимся достижением современной науки явились запуски искусственных спутников Земли. С их помощью изучаются верхние слои атмосферы и космическое пространство. В широком комплексе исследований, которые проводятся при помощи спутников, важное место занимают наблюдения за давлением, плотностью и составом воздуха в верхних слоях атмосферы, за лучистой энергией Солнца и т. д.

Метеорологические спутники оборудованы телевизионной, инфракрасной и актинометрической аппаратурой, которая передает на Землю изображения облаков, сведения о приходе и расходе тепла на нашей планете и т. д. Чтобы получить более полную информацию о метеорологических условиях на всей планете сразу, создаются системы из нескольких метеорологических спутников, работающих одновременно.



Изучение верхних слоев атмосферы — одна из наиболее важных проблем метеорологии.

Основными методами исследования атмосферы являются:

1. **Натурные наблюдения (основной метод).** Они производятся:

- на опорных гидрометеостанциях (ГМС), которых насчитывается около 10 тыс., и временных, к которым относятся и станции на судах, находящихся в море.
- в экспедициях, которые проводят комплексные исследования атмосферы и океана с научно-исследовательских судов и на полярных станциях;
- с искусственных спутников Земли (ИСЗ).

2. **Эксперимент.** К числу метеорологических экспериментов относятся опыты осаждения облаков и рассеяние туманов путем различных физико-химических воздействий на них. Такие опыты предусматривают практические цели, но они позволяют также глубже разобраться в природе явления. Посадка лесных полос, создание водохранилищ, сооружение плотин в морских проливах, орошение местности и т.п. вносят некоторые изменения в состояние приземного слоя воздуха, тем самым и они в некоторой степени являются средствами метеорологического эксперимента.

3. **Синоптический метод.** На карту условными значками наносятся результаты натурных наблюдений опорной сети ГУС за один и тот же срок. Такая карта называется синоптической. Она позволяет видеть, как распределились условия погоды и каковы были свойства атмосферы и характер атмосферных процессов в этот момент над большой территорией. Составляя синоптические карты для последовательных сроков наблюдений можно проследить развитие атмосферных процессов во времени и пространстве и делать выводы о будущей погоде. В основу этого метода положено учение о погодообразующих системах атмосферы: воздушных массах, атмосферных фронтах, циклонах, антициклонах.

4. **Теоретический метод.** На основе законов физики составляются системы дифференциальных уравнений, описывающих атмосферные процессы. Подставляя в эти уравнения исходные натурные данные, полученные из наблюдений, решив систему уравнений,

можно найти количественные значения атмосферных параметров на будущее, т.е. спрогнозировать их значение.

5. Климатология. Опирается многолетними данными, например: средняя температура, среднее количество осадков, дни с туманами и т.п. Если нанести на карты результаты статистической обработки многолетних наблюдений, то получим климатологические карты. Климатологические карты облегчают дальнейший анализ фактов, позволяют делать выводы о пространственном распределении особенностей или типов климата. Главное их назначение – выбор наиболее выгодных морских путей и сроков промысла.

Заключение

В наше время изучение атмосферы играет роль для развития ряда дисциплин. Во многих странах метеорологию называют физикой атмосферы, что в большей степени соответствует её сегодняшнему значению. Значительная часть метеорологов занимается моделированием прогноза погоды, климата, исследованием атмосферы (с помощью радаров, спутников и др.). Другие работают в правительственных и военных организациях и частных компаниях, обеспечивающих прогнозами авиацию, мореплавание, сельское хозяйство, строительство, а также передают их по радио и телевидению. При метеорологических наблюдениях, прогнозе погоды и научных изысканиях все большее значение приобретает электронное оборудование. Температура, атмосферное давление, плотность и влажность воздуха, скорость и направление ветра – основные показатели состояния атмосферы, а к дополнительным параметрам относятся данные о содержании таких газов, как озон, углекислый газ и т.п.

Характеристикой внутренней энергии физического тела является температура, которая повышается с увеличением внутренней энергии среды (например, воздуха, облаков и т.д.), если баланс энергии положителен. Основными составляющими энергетического баланса являются нагревание при поглощении ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучения; остывание за счет излучения инфракрасной радиации; теплообмен с земной поверхностью; приобретение или потеря энергии при конденсации или испарении воды, а также при сжатии или расширении воздуха.

Задачи современной метеорологии не ограничиваются объяснением физической сущности атмосферных процессов. Углубленное изучение физики атмосферы позволило выделить ряд самостоятельных наук (научных дисциплин), имеющих свои объекты изучения. К таким наукам относятся: прежде всего синоптическая метеорология, изучающая погоду и методы её предсказания; динамическая метеорология, изучающая теоретические вопросы физики атмосферы с широким использованием современного математического аппарата; климатология, изучающая средний режим погоды отдельных районов в зависимости от их географического положения и физико-географических особенностей. Процессы, происходящие в средних и высоких слоях атмосферы (от 1.5 км до нескольких десятков км) изучает аэрология. В последние годы, в связи с интенсивным развитием космонавтики, получила развитие аэрономия – наука, изучающая самые высокие слои атмосферы (более 100 км) с помощью метеорологических и геофизических ракет и искусственных спутников Земли.

Литература

1. http://www.meddr.ru/rukovodstvo_k_prakticheskim_zanyatiyam_po_me/issledovanie_fizicheskikh_svoystv_i_otbor_pro/

2. <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/421/68421/41971/page4>
3. <http://www.dissercat.com/content/metody-pribory-i-rezultaty-issledovaniya-meteorologicheskikh-parametrov-atmosfery-venery-i-m>

Экологические проблемы окружающей среды и основные направления по их научному решению

Кемко А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Введение

На сегодняшний день экология нашей планеты находится в состоянии острого кризиса. Быстрый прогресс науки и техники с одной стороны позволил удовлетворить все потребности человеческого общества, но с другой стороны — ухудшил условия его существования.

Постоянно нарастающее влияние цивилизации на окружающую среду быстро приближает глобальную экологическую катастрофу. Следует подчеркнуть, что по мнению многих ученых данная катастрофа может произойти гораздо раньше, чем случится кризис из-за нехватки какого-либо ископаемого ресурса.

Весь научный прогресс не сможет предотвратить экологическую катастрофу, поскольку искусственные системы не в силах заменить естественный биокомпонент окружающей среды, а значит, не урегулируют и происходящие в биосфере процессы.

Среди актуальных экологических проблем самыми важными являются:

- исчезновение многих тысяч видов животных и растений;
- мировой океан все меньше и меньше способен регулировать природные процессы;
- повсеместное уменьшение площади лесного покрова;
- тотальное загрязнение атмосферы, дефицит чистого воздуха;
- появление дыр в озоновом слое, который защищает все живое на планете от смертельных космических лучей;
- сокращение запаса полезных ископаемых.

Решить данную проблему необходимо в кратчайшие сроки, причем исключительно силами мирового сообщества, поскольку все научные задачи природопользования не могут быть разрешены только одним отдельно взятым государством.

1. Основные экологические проблемы

Проблема загрязнения природной среды становится столь острой как из-за роста объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, так и в связи с качественным изменением производства под влиянием научно-технического прогресса.

Многие металлы и сплавы, которыми пользуется человек, неизвестны природе в чистом виде, и, хотя они в какой-то мере подвластны утилизации и вторичному употреблению, часть их рассеивается, накапливаясь в биосфере в виде отходов. Проблема загрязнения природной среды в полный рост встала после того, как в XX в. человек существенно расширил количество используемых им металлов, стал изготавливать синтетические волокна, пластмассы и другие вещества, имеющие свойства, не только не известные природе, но вредные для организмов биосферы. Эти вещества (количество и разнообразие которых постоянно растет) после их использования не поступают в природный кругооборот. Отходы производственной деятельности все больше загрязняют литосферу, гидросферу и атмосферу Земли. Адаптационные механизмы биосферы не могут справиться с нейтрализацией увеличивающегося количества вредных для ее

нормального функционирования веществ, и естественные системы начинают разрушаться.

2. Загрязнение литосферы

Почвенный покров Земли представляет собой важнейший компонент биосферы. Именно почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере.

Несовершенство сельскохозяйственных приемов приводит к быстрому истощению почв, а применение крайне вредных, но дешевых ядохимикатов для борьбы с вредителями растений и в целях повышения урожайности усугубляет эту проблему. Не менее важной проблемой является экстенсивное использование пастбищ, превращающее в пустыни огромные участки земли.

Огромный вред почвам наносит вырубка лесов. Так, если под влажными тропическими лесами вследствие эрозии теряется ежегодно 1 кг почвы с гектара, то после вырубки этот показатель увеличивается в 34 раза.

С вырубкой лесов, а также с крайне неэффективными методами ведения сельского хозяйства связано такое угрожающее явление как опустынивание. В Африке наступление пустыни составляет порядка 100 тыс. га в год, на границе Индии и Пакистана полупустыня Тар надвигается со скоростью 1 км в год. Из 45 выявленных причин опустынивания 87% являются результатом хищнического использования ресурсов.

Так же существует проблема возрастающей кислотности атмосферных осадков и почвенного покрова. (Кислотными называют любые осадки-дожди, туманы, снег, - кислотность которых выше нормальной. К ним также относят выпадение из атмосферы сухих кислых частиц, более узко называемых кислотными отложениями.) Районы кислых почв не знают засух, но их естественное плодородие понижено и неустойчиво; они быстро истощаются и урожаи на них низкие. Кислотность с нисходящими потоками воды распространяется на весь почвенный профиль и вызывает значительное подкисление грунтовых вод. Дополнительный ущерб возникает в связи с тем, что кислотные осадки, просачиваясь сквозь почву, способны выщелачивать алюминий и тяжелые металлы. Обычно присутствие этих элементов в почве не создает проблем, так как они связаны в нерастворимые соединения и, следовательно, не поглощаются организмами. Однако при низких значениях pH их соединения растворяются, становятся доступными, и оказывают сильное токсичное воздействие, как на растения, так и на животных. Например, алюминий, довольно обильный во многих почвах, попадая в озера, вызывает аномалии развития и гибель эмбрионов рыб.

3. Загрязнение гидросферы

Водная среда – это воды суши (реки, озера, водохранилища, пруды, каналы), Мировой океан, ледники, подземные воды, содержащие природно-техногенные и техногенные образования. Которые, испытывая воздействие экзогенных, эндогенных и техногенных сил, влияют на здоровье человека, его хозяйственную деятельность и все остальное живое и неживое на Земле. Вода, обеспечивая существование всего живого на планете, входит в состав основных средств производства материальных благ.

Ухудшение качества воды обусловлено, прежде всего, недостаточностью и несовершенством очистки загрязненных природных вод в связи с ростом объемов промышленных, сельскохозяйственных, хозяйственно – бытовых стоков. Общая нехватка, увеличи-

вающееся загрязнение, постепенное уничтожение источников пресной воды особенно актуальны в условиях растущего населения мира и расширяющегося производства.

За последние 40 лет водные системы многих стран мира оказались серьезно разрушенными. Отмечается истощение самых ценных из доступных нам источников пресной воды – подземных вод. Бесконтрольное изъятие воды, уничтожение лесных водоохраных полос и осушение верховых болот привели к массовой гибели малых рек. Сокращается водоносность крупных рек и приток поверхностных вод во внутренние водоемы.

Ухудшается качество воды в закрытых водоемах. Озеро Байкал загрязняется промышленными стоками Байкальского целлюлозно-бумажного завода, Селенгильского целлюлозно-картонного комбината и предприятий Улан – Удэ.

Возросший дефицит пресной воды связан с загрязнением водоемов сточными водами промышленных и коммунальных предприятий, водами шахт, рудников, нефтепромыслов, при заготовке, обработке и сплаве материалов, выбросами водного, железнодорожного и автомобильного транспорта, предприятий кожаной, текстильной пищевой промышленности. Особенно сильно загрязняют поверхностные отходы целлюлозных – бумажных, предприятий, химических, металлургических, нефтеперерабатывающих заводов, текстильных фабрик, сельского хозяйства.

К наиболее распространенным загрязнителям относятся нефть и нефтепродукты. Они покрывают поверхность воды тонкой, пленкой, препятствует газо- и влагообмену между водой и околородных организмов. Серьезную угрозу чистоте водоемов наносит добыча нефти со дна озер, морей и океанов. К серьезным загрязнениям вод приводят внезапные выбросы нефти на завершающей стадии бурения скважин на дне водоемов.

Другим источником загрязнения водоемов служат катастрофы с нефтеналивными судами. Нефть попадает в море при разрывах шлангов, при протечке муфт нефтепроводов, при ее перекачке в береговые нефтехранилища, при промывке танкеров. “Нефть, попавшая в воду, в течение 40 – 100 ч. образует поверхностную пленку толщиной 10см. Если пятно небольшое, то оно обычно исчезает осевшая на дно в холодное время года, всплывает на поверхность с наступлением теплого периода.

Все больше значения (как загрязнения водоемов) получают поверхностно – активные вещества, в том числе синтетические моющие средства (СМС). Широкое применение этих соединений в быту и промышленности приводит к увеличению их концентрации сточных водах. Они плохо удаляются очистными сооружениями, подаются водоемы, в том числе хозяйственно-питьевого назначения, а оттуда в водопроводную воду. Присутствие в воде СМС придает ей неприятный вкус и запах.

Опасными загрязнителями водоемов являются соли тяжелых металлов – свинца, железа, меди, ртути. Наибольшее поступление их воды связано с промышленными центрами, расположенных у берегов. Ионы тяжелых металлов поглощают водные растения: по тропическим цепям они поступают к растительоядным животным, а затем к плотоядным. Иногда концентрация ионов этих металлов в теле рыб в десятке и сотни раз превышает исходную концентрацию их водоема. Воды, содержащие бытовые отходы, стоки сельскохозяйственных комплексов служат источниками многих инфекционных заболеваний (паратифы, дизентерия, вирусные гепатиты, холера и др.). Широко известно распространение холерных вибрионов загрязненными водами, озер, водохранилищ.

4. Загрязнение атмосферы

Человек загрязняет атмосферу уже тысячелетиями. В последние годы местами отличается сильное загрязнение воздуха, связанное с расширением очагов промышленности, с технизацией многих областей нашей жизни, успешной моторизации. Действительно вредных веществ, попадающих в воздух, может усиливаться их взаимными реакциями между собой, накоплением в горах, большой длительностью их находений в воздухе, особыми метеоусловиями и других факторами. В районах, где отмечается высокая плотность населения, скопление заводов и фабрик, большая насыщенность транспорта, загрязнение воздуха особенно возрастает. Здесь требуется срочные и радикальные меры. В

дни, когда из-за погодных условий циркуляция воздуха ограничена, может возникнуть смог. Смог особенно опасен для пожилых и больных людей.

Фотохимический туман или смог представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят: озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и, в течение не менее суток, повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Такие условия создаются чаще в июне-сентябре и реже зимой.

В периоды, когда загрязнение достигает высокого уровня, многие люди жалуются на головные боли, раздражения глаз и носоглотки, тошноту и общее плохое самочувствие. По-видимому, на слизистые оболочки действует в основном озон. Присутствие взвеси кислоты, главным образом серной, коррелирует с учащением приступов астмы, а из-за угарного газа возникают ослабление мыслительной деятельности, сонливость и головные боли. С высокими уровнями взвесей, действующими в течение длительного времени, связывают респираторные заболевания и рак легких. Однако все эти факторы могут в разной степени влиять на разные аспекты здоровья. В некоторых случаях загрязнение воздуха достигало настолько высоких уровней, что приводило к смертельным исходам.

5. Пути решения экологических проблем

Каждая из обсуждающихся здесь глобальных проблем имеет свои варианты частичного или более полного решения, существует некий набор общих подходов к решению проблем окружающей среды.

Меры улучшения качества окружающей среды:

1. Технологические:

- *разработка новых технологий
- *очистные сооружения
- *замена топлива
- *электрификация производства, быта, транспорта

2. Архитектурно-Планировочные мероприятия:

- *зонирование территории населенного пункта
- *озеленение населенных мест
- *организация санитарно-защитных зон

3. Экономические

4. Правовые:

*создание законодательных актов по поддержанию качества окружающей среды

5. Инженерно-организационные:

*уменьшение стоянок автомобилей у светофоров

*снижение интенсивности движения транспорта на перегруженных автомагистралях.

Кроме этого, за последнее столетие человечество разработало ряд оригинальных способов борьбы с экологическими проблемами. К числу таких способов можно отнести возникновение и деятельность разного рода “зеленых” движений и организаций. Кроме “Green Peace”, отличающегося размахом своей деятельности, существуют аналогичные организации непосредственно проводящие природоохранные акции. Также есть другой тип экологических организаций: структуры, которые стимулируют и спонсируют природоохранную деятельность (Фонд дикой природы).

Кроме разного рода объединений в сфере решения экологических проблем, существует целый ряд государственных или общественных природоохранных инициатив:

- природоохранное законодательство в Беларуси и других странах мира
- различные международные соглашения или система “Красных книг”.

В числе важнейших путей решения экологических проблем большинство исследователей также выделяет внедрение экологически чистых, мало- и безотходных технологий, строительство очистных сооружений, рациональное размещение производства и использование природных ресурсов.

Заключение

Достижение идеального состояния абсолютной гармонии с природой в принципе невозможно. Столь же невозможна и окончательная победа над природой, хотя в процессе борьбы человек обнаруживает способность преодолевать возникающие трудности. Взаимодействие человека с природой никогда не кончается, и когда кажется, что человек вот-вот получит решающий перевес, природа увеличивает сопротивление. Впрочем, оно не бесконечно, и его преодоление в форме подавления природы чревато гибелью самого человека.

Нынешний успех человека в борьбе с природной средой достигнут за счет увеличения риска, который следует рассматривать двояко: риск возможных побочных экологических явлений, связанный с тем, что наука не может дать абсолютный прогноз последствий воздействия человека на природную среду, и риск случайных катастроф, связанный с тем, что технические системы и сам человек не обладают абсолютной надежностью. Здесь оказывается справедливым одно из положений Коммонера, называемых им «законом» экологии: «ничто не дается даром.

На основании анализа экологической ситуации можно сделать вывод, что следует говорить скорее не об окончательном и абсолютном решении экологической проблемы, а о перспективах сдвига частных проблем с целью оптимизации взаимоотношений человека с природной средой в существующих исторических условиях. Данное обстоятельство обуславливается тем, что на осуществление целей человечества накладываются ограничения фундаментальные законы природы.

Литература

1. <http://votedeath.ru/2011/05/28/aktualnye-problemy-ekologii-i-sposoby-ix-razresheniya/>
2. <http://www.semikonf.ru/archive/?detailID=178>
3. <http://www.eco-oos.ru/biblio/konferencii/ekologicheskie-problemy-okrujayuschei-sredy-puti-i-metody-ih-resheniya/>

Физические характеристики атмосферы и динамика их явлений в пространстве и времени

Ковшик Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Атмосфера — воздушная оболочка Земли высотой 1300 км, представляющая собой смесь различных газов. Условно атмосферу делят на несколько слоев. Ближайший к Земле слой — тропосфера. В нем протекает жизнь человека и животных, интенсивно осуществляются естественные процессы, связанные с деятельностью Солнца, тепловым и водным обменом между атмосферой и Землей, движением воздушных масс, изменениями климата и погоды. За этим слоем последовательно идут стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Начиная с высоты 80 км, земная оболочка называется ионосферой, так как в этом слое находятся сильно диссоциированные молекулы и ионы газов.

Основными газами атмосферы являются азот (78,09%), кислород (20,95%), аргон (0,93%), углекислый газ (0,03%) и ряд инертных газов, на долю которых приходится не более тысячной доли процента. Кроме того, в атмосфере присутствуют различные примеси — окись углерода, метан, сероводород, хлор, различные производные азота, а также пыль, поступающие в нижние слои атмосферы с выбросами промышленных предприятий, топков, с выхлопными газами автотранспорта.

В атмосфере происходит рассеивание солнечной радиации, обусловленное как молекулами воздуха, так и находящимися в атмосфере более крупными частицами (пылью, туманом, дымом и т. д.), что способствует ослаблению ее интенсивности.

Физические свойства атмосферы— атмосферное давление, температура и влажность воздуха, скорость ветра — оказывают большое влияние на условия жизни и здоровье человека.

1. Атмосферное давление

Атмосферное давление — это давление воздуха, находящегося над данным местом, в результате влияния земного притяжения на частицы воздуха. Атмосферное давление создается воздушной оболочкой на поверхности Земли. Это давление на уровне моря в среднем составляет 1,033 кг/см², или равно давлению ртутного столба высотой 760 мм. При подъеме над поверхностью Земли атмосферное давление падает приблизительно на 1 мм рт. ст. на каждые 10—11 м подъема. На высотах выше 3000 м у неадаптированного к высоте человека развивается высотная болезнь. Здоровый человек обычно не ощущает атмосферного давления, так же как и незначительные его колебания (до 10—30 мм рт. ст.); более резкие перепады давления могут вызвать заболевания (см. Баротравма, Декомпрессионные заболевания).

2. Температура

Атмосфера почти не нагревается солнечными лучами, температура воздуха зависит от температуры поверхности Земли, поэтому ближайшие к Земле слои имеют более высокую температуру; по мере подъема температура снижается примерно на $0,6^\circ$ на 100 м подъема. Этим определяется годовой и суточный ход температуры в данном пункте; на географической карте его показывают изотермы — линии, соединяющие точки одинаковой суточной, месячной или годовой температуры. Максимальная официально зарегистрированная температура на поверхности Земли $+58^\circ$ (Долина Смерти, Калифорния), минимальная — -68° , в Антарктиде — -80° . По мере удаления от земной поверхности температура воздуха постепенно снижается (табл.) в среднем на $0,6^\circ$ на каждые 100 м подъема. На границе тропосферы и стратосферы в наших широтах она достигает -56° . Разностью температур воздуха по горизонтали и вертикали, а также в разное время дня и года объясняется возникновение и направление движения воздушных масс — ветров. Чем выше температура воздуха, тем больше (при прочих равных условиях) водяных паров находится в А., и наоборот.

3. Движение воздуха

Движение воздуха (ветер) в атмосфере, происходящее непрерывно вследствие разницы атмосферного давления в различных пунктах земной поверхности, характеризуется направлением и скоростью. Преобладающее направление ветра учитывается при планировке новых промышленных предприятий, городов, поселков и при расположении отдельных зданий (санатория, жилища и т. п.). Последнее, например, очень важно в полярных районах, где во избежание снежных заносов здания стремятся располагать вдоль линии направления господствующих в зимнее время ветров. Большое гигиеническое значение имеет также скорость ветра. Ветер увеличивает теплопотери с поверхности кожи человека тем сильнее, чем больше его скорость. В результате этого возможны местные расстройства терморегуляции и появление в холодное время года простудных заболеваний и даже отморожений у работающих на открытом воздухе. У некоторых людей ветер может вызвать ряд вегетативных расстройств. С другой стороны, достаточной скорости ветер смягчает действие жаркого климата и погоды, способствует испарению влаги с поверхности кожи, что значительно улучшает самочувствие человека и может существенно влиять на работоспособность в этих условиях.

Заключение

Общая циркуляция атмосферы имеет сложный и постоянно меняющийся характер. На громадных пространствах формируются и передвигаются воздушные массы, горизонтальная протяженность которых иногда достигает тысячи километров. Между соседними воздушными массами, имеющими различные метеорологические свойства, образуются многокилометровые промежуточные слои воздуха — фронты, которые все время перемещаются и изменяются. Прохождение того или иного фронта через ту или иную область вызывает резкую смену погод. Наиболее влажные фронты, по-видимому, могут способствовать развитию простудных заболеваний.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Атмосфера_Земли
2. <http://www.bigpi.biysk.ru/encicl/articles/03/1000395/1000395A.htm>

Современная динамическая метеорология и её основные законы

Конецкий Е.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Динамическая метеорология является одной из метеорологических дисциплин, которая изучает атмосферные процессы на основе общих законов физики (гидромеханики и термодинамики). Движение воздуха возникает под влиянием неравномерного распределения давления. Неравномерность же распределения давления обусловлена процессами теплообмена в атмосфере и на ее границе с землей. Возникающие при этом атмосферные движения оказывают обратное влияние на процессы тепло- и влагообмена. Таким образом, атмосферные движения в совокупности с тепло- и влагообменом представляют собой основные факторы, определяющие погоду и климат.

Динамическая метеорология, изучая атмосферные движения во взаимосвязи с термодинамическими процессами, вскрывает основные закономерности погоды и климата, а затем использует эти закономерности для решения различных практических задач, важнейшими среди которых являются разработка объективных методов прогноза погоды и развитие теории воздействий на погоду и климат.

Основным методом исследования в динамической метеорологии является преобразование и решение общих уравнений гидротермодинамики применительно к физическим условиям в атмосфере.

Исходные уравнения динамической метеорологии представляют собой выражение основных законов физики: закона сохранения импульса движения (второго закона Ньютона), закона сохранения энергии, закона сохранения массы.

Особенности атмосферных процессов, в соответствии с которыми осуществляется преобразование общих уравнений гидротермодинамики применительно к решению метеорологических задач, познаются путем обобщения фактических данных, полученных из наблюдений, а также на основании специальных экспериментальных исследований. При этом теоретические выводы проверяются путем сопоставления их с фактическими данными наблюдений и только после опытной проверки выводы теории используются для решения практических задач.

Таким образом, метеорологическая практика служит как источником, так и критерием правильности теории, которая указывает наиболее важные направления дальнейших экспериментальных исследований. Отсюда следует, что развитие динамической метеорологии тесно связано с синоптической метеорологией, климатологией, аэрологией и экспериментальной метеорологией.

1. История развития динамической метеорологии.

Первые попытки теоретического объяснения отдельных особенностей динамики атмосферы и атмосферной циркуляции восходят к 1-й половине 18 в. (английский учёный Дж. Хэдли). В начале 19 в. П. Лапласом была теоретически установлена связь между изменением атмосферного давления с высотой и температурой (барометрическая формула) и тем заложены основы статики атмосферы. В 1-й половине 19 в. возникла термодинамика, которая вскоре была применена к объяснению отдельных атмосферных процессов (таких, как фён). Однако только в 80-х гг. в работах немецких учёных Г. Герца, В. Бецольда и др. оформилась теория адиабатических процессов (т. е. процессов, в которых можно пренебречь теплообменом) в атмосфере, содержащей водяной пар; дальнейшее её развитие относится уже к 20 в. (английский учёный У. Н. Шоу, норвежские учёные А. Рефсдаль, Я. Бьеркнес и др.). В 1-й половине 19 в. французский учёный Г. Кориолис предложил теорему об относительном движении на вращающейся Земле, что позволило применить уравнения гидродинамики, сформулированные Л. Эйлером ещё в 18 в., к метеорологическим проблемам. У. Феррель (США) в ряде исследований, начатых в 1856, дал первую теоретическую модель общей циркуляции атмосферы, основанную на уравнениях гидромеханики, что способствовало оформлению Д. м. как научной дисциплины. В 80-х гг. 19 в. крупный вклад в развитие Д. м. внёс Г. Гельмгольц, предложивший теоретическую модель общей циркуляции поверхности разрыва (атмосферные фронты). В 1897 В. Бьеркнес теоремами о циркуляции и вихреобразовании положил начало «физической гидродинамике» атмосферы как сжимаемой жидкости наиболее общего типа (бароклинной жидкости), в которой распределение плотности зависит от распределения как давления, так и температуры. В 1904 он сформулировал задачу прогноза погоды как решение уравнений атмосферной термогидродинамики. Развитие идей В. Бьеркнеса определило дальнейшие успехи Д. м. В начале 20 в. М. Маргулес в Австрии, В. Бьеркнес и др. построили теорию атмосферных фронтов; Маргулес также заложил основы энергетики атмосферы. В это же время интенсивно изучалась атмосферная турбулентность, определяющая вертикальный обмен тепла, влаги, коллоидных примесей и количества движения в атмосфере.

В 20-х гг. 20 в. начинается быстрое развитие Д. м. в СССР; сформировалась советская школа Д. м., основанная А. А. Фридманом. Ещё в 1914 Фридман совместно с шведским учёным Т. Гессельбергом впервые дал оценки порядков величин основных метеорологических элементов (давления, температуры, влажности и др.) и их изменчивости, позволившие упростить уравнения Д. м. В 1922 Фридман построил и детально проанализировал общее уравнение для определения вихря скорости, характеристики местного вращения среды около мгновенных осей в движущейся жидкости, которое впоследствии приобрело фундаментальное значение в теории прогноза погоды. Н. Е. Кочин в 1931 решил задачу о потере устойчивости поверхности раздела между двумя воздушными массами, связанной с образованием циклонов, а в 1935 развил теорию общей циркуляции атмосферы, используя идею о планетарном пограничном слое. А. А. Дородницын (1938, 1940) теоретически решил задачу о влиянии горного хребта на воздушный поток, в 1940 он рассчитал суточный ход температуры. Принципиальным шагом в решении основной практической задачи Д. м. — прогноза погоды — явилась работа И. А. Кибеля, в которой был дан метод прогноза поля давления и температуры на сутки (1940). Основы гидродинамического метода долгосрочных прогнозов были заложены в работе Е. М. Блиновой (1943). Один из узловых вопросов Д. м. — взаимосвязь полей давления и ветра в атмосфере — был исследован шведским учёным К. Г. Росби (1938) и успешно решён А.

М. Обуховым в СССР в 1949. В дальнейшем эта задача была обобщена в работах 1950-х гг. И. А. Кибеля и А. С. Мони́на, что позволило в 1960-х гг. перейти к более точным методам прогноза погоды. Первые численные прогнозы давления были выполнены в 1951 американским учёным Дж. Чарни и др. Существенным шагом в теории прогноза явились работы Г. И. Марчука и Н. И. Булеева (1953; СССР) и К. Хинкельмана (ФРГ), в которых впервые учитывалось влияние процессов на большой площади на изменение атмосферных условий в пункте, для которого рассчитывается прогноз. Появление в 50-х гг. ЭВМ и бурное развитие вычислительной математики дали толчок интенсивному развитию многих разделов динамической метеорологии. На сегодняшний день динамическая метеорология развивается очень интенсивными темпами, в виду интенсивного развития вычислительной и компьютерной техники, благодаря чему значительно увеличилась точность и скорость прогноза погоды.

2. Задача и основные проблемы динамической метеорологии.

Главная задача динамической метеорологии — прогноз погоды, именно разработка численных методов прогноза метеорологических элементов (давления, температуры, ветра, облачности, осадков, видимости) на различные сроки на основе изучения общей циркуляции атмосферы, т. е. системы крупномасштабных переносов воздуха над нашей планетой.

Проблемы динамической метеорологии:

1) Изучение общей циркуляции атмосферы (ОЦА). Интегрирование уравнений динамической метеорологии на длительные сроки при возможно полном учёте тепло- и влагообмена в атмосфере, а также термического и динамического взаимодействия океана и атмосферы позволило создать математическую модель ОЦА, которая в главных чертах соответствует данным наблюдений. Изменяя внешние параметры, можно выяснить причины аномалий климата, а также установить закономерности климата прошлых геологических эпох. Эти работы имеют значение и для теории долгосрочного прогноза погоды. Имеющиеся эмпирические сведения об атмосфере Земли ещё не вполне достаточны для построения полной модели ОЦА. В связи с этим важной задачей Д. м. является исследование глобальных атмосферных процессов путём изучения процессов переноса радиации конвекции и др.

2) Исследование турбулентности в атмосфере и гидросфере. Роль турбулентного обмена в атмосфере весьма велика; за редким исключением все атмосферные движения по существу являются турбулентными. Для развития и совершенствования теории турбулентности необходимо наряду с разработкой математических моделей развивать тонкие экспериментальные методы определения локальных и интегральных характеристик турбулентного обмена.

3) Прогноз погоды. Условно проблема делится на три части: краткосрочный прогноз на срок до 3 суток, долгосрочный прогноз (прогноз на 5—10 дней, прогноз на месяц и даже на сезон) и прогноз местных условий погоды. Начиная с 60-х гг. 20 в. прогнозы синоптического положения (преимущественно распределения давления и др. метеорологических элементов над обширным районом) на короткий срок методами динамической метеорологии широко применяются в ряде стран с высокоразвитой вычислительной техникой (США, Великобритания, Франция, Швеция, Норвегия и др.). В опытном порядке составляются также долгосрочные прогнозы отдельных элементов (средняя температура и давление) на основе динамической метеорологии. Методы этих прогнозов более тесно связаны с моделями ОЦА, чем методы краткосрочного прогноза. Прогноз местных

условий погоды составляется пока преимущественно эмпирическим путём на основе прогноза общего синоптического положения. Теоретические подходы к такому прогнозу трудоёмки и сложны; на базе динамической метеорологии такие прогнозы составляются лишь в опытном порядке в наиболее хорошо оснащённых вычислительной техникой прогностических центрах. Широкое использование сверхбыстродействующих ЭВМ позволит разрабатывать прогностические схемы, в которых одновременно с долгоживущими особенностями метеорологического режима будут получать и короткоживущие, определяющие изменение условий погоды над небольшой территорией

3. Способы, законы и принципы используемые при решения проблем и задач динамической метеорологии.

Решение большинства вопросов и задач динамической метеорологии связано либо с определением пространственного распределения метеорологических величин в данный момент времени, либо с прогнозом погоды. Следовательно, основные задачи сводятся к нахождению функциональной зависимости метеорологических величин от координат и времени и к вычислению их значений в различных точках пространства в определенные моменты времени. Для этого должна быть составлена и решена замкнутая система уравнений, описывающая процессы, происходящие в атмосфере.

Ввиду исключительной сложности атмосферных процессов и множества различных факторов, определяющих закономерности их развития, составление замкнутой системы уравнений представляет значительные трудности.

Вследствие турбулентности воздуха приходится пользоваться усредненными уравнениями, а при усреднении появляются новые неизвестные величины. Распределение радиации в атмосфере зависит от облачности, а также от излучения и поглощения радиации атмосферными газами, имеющими очень сложный спектр. Точный учет этих факторов связан со значительными трудностями.

Однако при некоторых достаточно корректных допущениях все же может быть составлена замкнутая система уравнений и сформулированы начальные и краевые условия, которым должны удовлетворять ее решения.

При решении основных задач динамической метеорологии учитываются процессы, происходящие в тропосфере и нижней стратосфере до высоты примерно 35 км, где содержится около 95% всей массы атмосферы. Для описания закономерностей движения в этих слоях, атмосферу можно рассматривать как сплошную сжимаемую среду, находящуюся под действием силы земного притяжения и вращающуюся вместе с Землей вокруг ее оси.

Если не учитывать влияние турбулентности, например, предполагая, что движение является ламинарным, и пренебречь притоком тепла, а воздух рассматривать как баротропную среду, то при таких условиях закономерности движения атмосферы полностью могут быть определены

уравнениями движения и неразрывности, а также начальными и краевыми условиями. В этом простейшем случае три скалярных уравнения движения в проекциях на оси координат и уравнение неразрывности образуют замкнутую систему, состоящую из четырех уравнений и содержащую четыре неизвестных функции u , v , w , P

С учетом бароклинности атмосферы, плотность которой зависит не только от давления, но и от температуры, появляется новая неизвестная функция - температура воздуха, которая связана с давлением и плотностью уравнением состояния $P = \rho RT$, являющимся алгебраическим соотношением, входящим в общую систему уравнений гидротермоди-

намики. При учете притока тепла к движущемуся воздуху, число неизвестных функций еще увеличивается, а к системе уравнений гидротермодинамики атмосферы добавляются уравнение притока тепла и, связанные с ним, уравнения переноса водяного пара и лучистой энергии.

Основным источником тепла, обуславливающим атмосферные движения, является лучистый приток тепла.

Суммарный поток лучистой энергии в атмосфере складывается: из потока длинноволнового излучения атмосферы $A(m)$, направленного вниз, из потока длинноволнового излучения Земли и атмосферы $B(m)$, направленного вверх, и из коротковолнового солнечного излучения $S(m)$, направленного вниз.

Компоненты суммарного лучистого потока в атмосфере $A(m)$, $B(m)$, $S(m)$ определяются уравнениями:

$$A(m) = - \int_m^M E(T) dD(u - m)$$

$$B(m) = E(T_0)D(m) + \int_m^M E(T) dD(u - m)$$

$$S(m) = S_0 \frac{L_0^2}{L^2} \cos v (1 - \Gamma) \left[1 - 0.09 \left(\frac{M - m}{\cos v} \right)^{0.203} \right]$$

Где $m = \int_0^z \rho q(z) \sqrt{\frac{P}{P_0}} dz$ - среднее количество водяного пара, содержащегося в столбе единичного сечения, взятое с весом $\sqrt{\frac{P}{P_0}}$; u - переменное значение величины m ; $E(T) = \sigma T^4$ - излучение абсолютно черного тела (поток черной радиации); $q(z)$ - удельная влажность воздуха на уровне z ;

$M = m(\infty)$ - масса водяного пара в столбе атмосферы с единичным поперечным сечением; \square - зенитный угол Солнца; Γ - коэффициент, характеризующий отражение радиации на верхней границе атмосферы;

T_0 и P_0 - температура и давление у подстилающей поверхности;

S_0 - солнечная постоянная; L - расстояние от Земли до Солнца; $D(u)$ - функция пропускания для водяного пара.

Учитывая, что движение воздуха в атмосфере является турбулентным и что процессы, происходящие в турбулентной атмосфере, могут быть определены усредненными значениями метеорологических величин, необходимо усреднить и уравнения гидротермодинамики. При усреднении

же уравнений появляются новые неизвестные величины и система уравнений оказывается незамкнутой, то есть число неизвестных функций становится больше числа уравнений. Если в усредненных уравнениях статистические характеристики пульсаций метеорологических величин

выразить через соответствующие сглаженные (усредненные) величины и коэффициенты горизонтальной и вертикальной турбулентности k_x , k_y и k_z

, то при известных их значениях система уравнений гидротермодинамики турбулентной атмосферы замыкается при отсутствии конденсации и испарения. Таким образом, получается десять уравнений, связывающих десять неизвестных функций \bar{u} , \bar{v} , \bar{w} , \bar{P} , $\bar{\rho}$, $\bar{\theta}$, \bar{q} , $A(m)$, $B(m)$, $S(m)$, зависящих от координат и времени.

Пренебрегая пульсациями плотности, а также молекулярной вязкостью и теплопроводностью воздуха, систему уравнений гидротермодинамики атмосферы можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{P}}{\partial x} - 2\omega_y \bar{w} + 2\omega_x \bar{v} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right); \\ \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{P}}{\partial y} - 2\omega_x \bar{u} + 2\omega_y \bar{w} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right); \\ \frac{\partial \bar{w}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{w}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{w}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{P}}{\partial z} - 2\omega_x \bar{v} + 2\omega_y \bar{u} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \bar{w}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \bar{w}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} \right) - g; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{\rho} \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\rho} \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{\rho} \bar{w}}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z} &= -\frac{1}{C_p \bar{\rho}} (E_\pi + E_\phi) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z} \right); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{q}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{q}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{q}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{q}}{\partial z} &= + \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \bar{q}}{\partial x} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \bar{q}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial \bar{q}}{\partial z} \right) + W \end{aligned}$$

$$\bar{P} = \bar{\rho} \bar{R} \bar{T}$$

Составление полной системы уравнений, описывающей одновременно все процессы, происходящие в атмосфере, еще более усложняется. Однако, для приближенного решения ряда задач предпринятая схематизация процессов является допустимой и, более того, в зависимости от конкретных свойств изучаемого процесса она может быть значительно упрощена. Система уравнений гидротермодинамики наиболее значительно упрощается применительно к процессам, происходящим в свободной атмосфере, где в первом приближении можно пренебречь турбулентностью, а за сравнительно короткие периоды времени, порядка одних суток, можно пренебречь и влиянием притока тепла, считая, что воздух в свободной атмосфере движется адиабатически. При этом для крупномасштабных движений используется в качестве уравнения движения, спроектированного на вертикальную ось, уравнение квазистатики.

В пограничном слое атмосферы для определения коэффициентов турбулентного обмена привлекаются динамические уравнения турбулентности. Исходная метеорологическая информация обычно задается дискретно, в отдельных точках.

Кроме того, уравнения гидротермодинамики нестационарных процессов являются нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, для которых найти точное аналитическое решение оказывается невозможно. По этим причинам эти уравнения решаются численными методами на высокопроизводительных компьютерах.

Заключение

В данном докладе представлена информация о динамической метеорологии,

По всем вышеприведенным подразделам можно сделать следующие выводы, а именно:

1. Динамическая метеорология является одной из метеорологических дисциплин, которая изучает атмосферные процессы на основе общих законов физики (гидромеханики и термодинамики);

2. Динамическая метеорология, изучая атмосферные движения во взаимосвязи с термодинамическими процессами, вскрывает основные закономерности погоды и климата, а затем использует эти закономерности для решения различных практических задач, важнейшими среди которых являются разработка объективных методов прогноза погоды и развитие теории воздействий на

погоду и климат;

3. Основным методом исследования в динамической метеорологии является преобразование и решение общих уравнений гидротермодинамики применительно к физическим условиям в атмосфере;

4. Особенности атмосферных процессов, в соответствии с которыми осуществляется преобразование общих уравнений гидротермодинамики применительно к решению метеорологических задач, познаются путем обобщения фактических данных, полученных из наблюдений, а также на основании специальных экспериментальных исследований. При этом теоретические выводы проверяются путем сопоставления их с фактическими данными наблюдений и только после опытной проверки выводы теории используются для решения практических.

Динамическая метеорология является очень перспективным направлением развития метеорологии так как прогноз погоды используется во всех отраслях во всём мире.

В том числе и в дорожной отрасли так как успех и качество выполненных работ напрямую зависит от погодных климатических условий на месте строительства или эксплуатации дороги.

Литература

1. <http://meteost.ru/help/opredelenie-meteorologii-i-klimatologi/>
2. <http://students.russianplanet.ru/geography/atmosphere/atmo8.htm>
3. <http://encyclop.ru/20160>

Энергия Солнца и ее влияние на климат Земли

Коробчук К.М.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Солнце – это основной источник энергии на земле и первопричина, создавшая большинство других энергетических ресурсов нашей планеты. Энергия Солнца, которая в основном выделяется в виде лучистой энергии, так велика, что её трудно даже себе представить. Достаточно сказать, что на Землю поступает только одна двухмиллиардная доля этой энергии, но она составляет около 2,5(10¹⁸ кал./мин. По сравнению с этим все остальные источники энергии, как внешние (излучение луны, звёзд, космические лучи), так и внутренние (внутреннее тепло Земли, радиоактивное излучение, запасы каменного угля, нефти и т.д.) пренебрежительно малы.

1. Строение солнца

Солнце окружено атмосферой. Оно состоит из следующих слоев:

1) Нижние слои - фотосфера. Их толщина - 200-300 км. Все видимое излучение Солнца исходит из этих слоев. В фотосфере наблюдают пятна и факелы. Пятна состоят из темного ядра и окружающей его полутени. Пятно может достигать в диаметре 200 тыс. км.

2) Хромосфера. Она простирается в среднем на 14 тыс. км. над видимым краем Солнца. Хромосфера значительно прозрачнее фотосферы.

3) Солнечная корона. Это наиболее разряженная часть солнечной атмосферы. Ее толщина равна нескольким радиусам Солнца. Ее можно наблюдать во время полного солнечного затмения.

На краю солнечного диска бывают видны протуберанцы. Это светящиеся разной формы образования из раскаленных газов. Их размеры доходят до сотен тысяч километров, а средняя высота - от 30 до 50 тыс. км. Возникновение протуберанцев часто сопровождается хромосферными вспышками в области солнечных пятен. Время существования этих вспышек - от нескольких минут до часа.

Масса Солнца в 333 тыс. раз больше массы Земли, а объем - в 1 млн. 304 тыс. раз. Отсюда следует, что плотность Солнца меньше плотности Земли. В основном Солнце состоит из тех же химических элементов, что и Земля, но водорода на Солнце больше, чем на Земле.

2. Движение Земли вокруг Солнца

Энергия, излучаемая Солнцем, огромна. На Землю попадает лишь ничтожная ее доля. Но она в десятки тысяч раз больше, чем могли бы выработать все электростанции мира. Почти всю эту энергию излучает фотосфера.

Наблюдения за поверхностью Солнца позволили установить, что оно вращается вокруг своей оси и полный оборот делает за 25,4 земных суток. Среднее расстояние от Земли до Солнца - 149,5 млн. км. Солнце вместе с Землей и всей Солнечной системой движется в мировом пространстве в направлении созвездия Лиры со скоростью 20 км/сек. Солнце и другие звезды удалены от нас на такие расстояния, которые обычно измеряют-

ся не километрами, а скоростью света (300 000 км/сек.). Свет от Солнца до Земли доходит за 8 мин. 18 сек.

Движение Земли вокруг Солнца происходит по орбите, имеющей приблизительно форму эллипса. Скорость движения Земли - около 30 км/сек. Полный оборот Земли завершается за 365,26 суток. Это время называется звездным годом. Ось Земли постоянно наклонена к плоскости орбиты под углом 66,5°. При движении Земли вокруг Солнца ось не меняет своего положения. Поэтому каждая точка земной поверхности встречает солнечные лучи под углами, изменяющимися в течение года. В разные периоды года полушария Земли получают одновременно неодинаковое количество солнечного тепла и света, что служит причиной смены времен года. На экваторе солнечные лучи падают почти под одинаковым углом в течение всего года, поэтому времена года там мало отличаются друг от друга. Это объясняется шарообразностью нашей Земли. В умеренных же широтах времена года сильно отличаются друг от друга. Это объясняется не только шарообразностью Земли, но и различным положением планеты в течение всего года, что определяется наклоном оси вращения Земли к орбите и влияет на изменения угла падения солнечного луча.

Двигаясь вокруг Солнца, Земля вращается одновременно вокруг своей оси с запада на восток с полным оборотом в течение звездных суток или за 23 часа 56 минут 4,0905 сек. С этим движением на Земле связана смена дня и ночи. Только на полюсе нет обычного деления времени на дни и ночи, т. к. около полугода Солнце там не опускается за горизонт и столько же - не выходит. Только осенью и весной в этих широтах возможно наблюдать смену дня и ночи.

3. Влияние активности Солнца на климат

Активность Солнца влияет на процессы, происходящие как на Земле, так и в атмосфере. С её усилением в атмосфере происходят магнитные возмущения, магнитные бури, ухудшается или даже прекращается прохождение радиоволн. Установлено большое влияние солнечной активности на погоду и даже на климат, а также на геофизические процессы, происходящие в твёрдой оболочке Земли.

Солнце играет очень большую роль в жизни нашей планеты. Оно источник света и тепла на Земле. Испарение воды, выпадение осадков, течение рек, бури, грозы, засухи и все другие явления, обуславливающие климат и погоду на Земле, зависят от нагревания Земли Солнцем и изменяются в зависимости от изменений, происходящих на Солнце.

Так, по В.И. Вернадскому, самая существенная особенность биосферы - это биогенная миграция атомов химических элементов, вызываемая лучистой энергией Солнца и проявляющаяся в процессе обмена веществ, росте и размножении организмов.

К своеобразной разновидности круговоротов в биосфере относятся ее ритмические изменения. Ритмикой называется повторяемость во времени комплекса процессов, которые каждый раз развиваются в одном направлении. При этом различают две ее формы: периодическую - это ритмы одинаковой длительности (время оборота Земли вокруг оси) и циклическую - ритмы переменной длительности. Периодичность в биосфере проявляется во многих процессах: тектонических, осадконакопления, климатических, биологических и многих других. Ритмы бывают различной продолжительности: геологические, вековые, внутривековые, годовые, суточные и т.д.

Некоторые ритмы связаны с неравномерным облучением Земли в связи с ее движением вокруг Солнца. Изменение времени наступления равноденствий, наклона оси вращения к эклиптике и эксцентриситета земной орбиты соответствует периодам около 21 000

лет, 40000 лет и около 92000 лет. Эти периоды, выделенные югославским ученым М. Миланковичем, могли служить причиной климатических колебаний.

Далеко не весь энергетический поток достигает поверхности Земли. Большая его часть отбрасывается планетой в мировое пространство. Земля отражает атаку тех лучей, которые губительны для живого вещества планеты. На дальнейшем пути к Земле солнечные лучи встречают препятствие в виде наполняющих атмосферу водяного пара, молекул углекислого газа и частичек пыли, взвешенных в воздухе. Атмосферный «фильтр» поглощает значительную часть лучей, рассеивает их, отражает. Особенно велика отражательная способность облаков. В результате непосредственно земная поверхность получает лишь 2/3 той радиации, которая пропускается озоновым экраном, но и из этой части многое отражается в соответствии с отражательной способностью различных поверхностей.

На всю поверхность Земли поступает чуть более 100 тыс. калорий на 1см^2 в минуту. Эта радиация поглощается растительностью, почвой, поверхностью морей и океанов. Она превращается в тепло, которое расходуется на прогревание слоев атмосферы, движение воздушных и водных масс, на создание всего великого разнообразия форм жизни на Земле.

Солнечная радиация поступает на земную поверхность различными путями:

1) прямая радиация: поступление радиации непосредственно от Солнца, если оно не закрыто облаками;

2) рассеянная радиация: поступление радиации от небесного свода или облаков, рассеивающих солнечные лучи;

3) тепловая радиация: поступление радиации происходит от атмосферы, нагретой в результате воздействия радиации.

Тепловое излучение Солнца постоянно. Солнечная активность изменяет только коротковолновую, нетепловую часть излучения при длинах волн, меньших 100 нм. На эту область, однако, приходится менее 1 % всей светимости Солнца. Коротковолновая часть солнечного излучения не проникает через верхние слои земной атмосферы. Поэтому солнечная активность практически не меняет тепловой поток, приходящий к нашей планете, почти не сказывается на погоде Земли. Переменное коротковолновое излучение Солнца существенно изменяет состояние только самой внешней оболочки земной атмосферы.

И ветры, и течения вызваны падающим на Землю излучением Солнца. Оно дает энергию движениям атмосферы и океана. Эта энергия диссипируется, переходит в тепло, при этом действительно возникают силы трения. Однако эти силы - внутренние. Для каждой такой силы, замедляющей вращение планеты, по третьему закону Ньютона найдется равная и противоположно направленная сила, ускоряющая вращение Земли. Суммарный момент всех внутренних сил равен нулю. Солнечное излучение не изменяет момента количества движения Земли - ветры и течения в среднем не замедляют Землю и не ускоряют ее.

Магнитные бури возникают под действием потоков солнечного ветра, интенсивность которых зависит от состояния нашего светила.

С 11-летней цикличностью Солнца связан целый ряд явлений в атмосфере, гидросфере, литосфере и биосфере Земли. Эта периодичность четко увязывается с чередованием засух и наводнений на планете, отмечается в строении годовых колец деревьев, нарастании слоев целого ряда минералов (кальцитовых сталактитов, целестинов и т.д.), в напластовании песчано-глинистых осадков различных геологических эпох и т.д.

Заключение

Человечество широко использует не только прямую солнечную энергию в виде тепла и света, но и другие виды и формы, в которые она переходит, например, энергию воды и ветра (посредством водяных турбин на гидроэлектростанциях и т. п.). Каменный уголь - окаменевшие остатки растений, развившихся благодаря солнечному теплу. Это тоже запас солнечной энергии, скрытый в недрах Земли.

В настоящее время иногда применяются так называемые солнечные машины разных типов, т. е. аппараты, собирающие непосредственно солнечную энергию и превращающие ее в другие виды - энергию паровых и электродвигателей. В разных странах работают солнечные опреснители, водонагреватели, осушители. Полностью на энергии солнечной радиации работают запускаемые с Земли искусственные спутники, космические корабли.

Огромная часть солнечной энергии, падающей на Землю, остается, однако, не использованной. Кроме того, в понимании физических причин солнечной активности и других феноменов атмосферы Солнца еще далеко нет полной ясности.

Литература

1. <http://edukids.narod.ru/zemlia/gl6/17.htm>
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Воздействие_Солнца_на_Землю
3. <http://earth-chronicles.ru/news/2013-01-09-37588>

Озоновый слой и особенности его формирования

Крегель О.Н.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Современный мир отличается необычайной сложностью и противоречивостью событий, он пронизан противоборствующими тенденциями, полон сложнейших альтернатив, тревог и надежд.

Конец XX века характеризуется мощным рывком научно технического прогресса, ростом социальных противоречий, резким демографическим взрывом, ухудшением состояния окружающей человека природной среды.

Поистине, наша планета никогда раньше не подвергалась таким физическим и политическим перегрузкам, какие она испытывает на рубеже XX – XXI веков. Человек никогда ранее не взимал с природы столько дани и не оказывался столь уязвимым перед мощью, которую сам же и создал.

Что же несет нам век грядущий - новые проблемы или безоблачное будущее? Каким будет человечество через 150, 200 лет? Сможет ли человек своим разумом и волей спасти себя самого и нашу планету от нависших над ней многочисленных угроз?

Эти вопросы наверняка волнуют очень многих, но многие ли на нашей планете всерьез задумывались над ними, или посвятили этому жизнь???

Сегодня, в Беларуси, труд по охране окружающей среды не очень ценится. Да и в любом другом государстве или стране людей, действительно занимающихся проблемами экологии не очень много. А все остальные жители планеты вообще недооценивают свое влияние на природу. По сути, человечество занимается самоубийством.

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи и выбросов, загрязняющих Землю, приводят к коренным изменениям в природе и отражаются на самом существовании человека. Часть из таких изменений чрезвычайно сильна и настолько широко распространена, что возникают глобальные экологические проблемы. Имеются серьезные проблемы загрязнения (атмосферы, вод, почв), кислотных дождей, радиационного поражения территории, а также утраты отдельных видов растений и живых организмов, оскудения биоресурсов, обезлесения и опустынивания территорий.

Проблемы возникают в результате такого взаимодействия природы и человека, при котором антропогенная нагрузка на территорию (ее определяют через техногенную нагрузку и плотность населения) превышает экологические возможности этой территории, обусловленные главным образом ее природно-ресурсным потенциалом и общей устойчивостью природных ландшафтов (комплексов, геосистем) к антропогенным воздействиям.

1. Из истории

С начала 20 века ученые наблюдают за состоянием озонового слоя атмосферы. Сейчас уже все понимают, что стратосферный озон является своего рода естественным фильтром, препятствующим проникновению в нижние слои атмосферы жесткого космического излучения - ультрафиолета-В.

16 сентября 1987 г. был принят Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. Впоследствии по инициативе ООН этот день стал отмечаться как День защиты озонового слоя.

С конца 70-х годов ученые стали отмечать неуклонное истощение озонового слоя. Причиной тому стало проникновение в верхние слои стратосферы озоноразрушающих веществ (ОРВ), используемых в промышленности, молекулы которых содержат хлор или бром. Хлорфторуглероды (ХФУ) или другие ОРВ, выпущенные человеком в атмосферу, достигают стратосферы, где под действием коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца их молекулы теряют атом хлора. Агрессивный хлор начинает разбивать одну за другой молекулы озона, сам при этом не претерпевая никаких изменений. Срок существования различных ХФУ в атмосфере от 74 до 111 лет. Расчетным путем доказано, что за это время один атом хлора способен превратить в кислород 100 000 молекул озона.

По мнению врачей, каждый потерянный процент озона в масштабах планеты вызывает до 150 тысяч дополнительных случаев слепоты из-за катаракты, на 2,6 процента увеличивается количество раковых заболеваний кожи, значительно возрастает число болезней, вызванных ослаблением иммунной системы человека. Наибольшему риску подвержены жители северного полушария со светлой кожей. Но страдают не только люди. УФ-В излучение, к примеру, крайне вредно для планктона, мальков, креветок, крабов, водорослей, обитающих на поверхности океана.

Озоновая проблема, первоначально поднятая учеными, вскоре стала предметом политики.

Все развитые страны, за исключением Восточной Европы и бывшего СССР, к концу 1995 г. в основном завершили поэтапное сокращение производства и потребления озоноразрушающих веществ. С целью оказания помощи остальным государствам был создан Глобальный экологический фонд (ГЭФ).

По данным ООН, благодаря согласованным усилиям мирового сообщества, предпринятым в последнее десятилетие, производство пяти основных видов ХФУ сократилось более чем вдвое. Темпы прироста озоноразрушающих веществ в атмосфере уменьшились. Однако на ближайшие годы придется пик истощения озоносферы, а наиболее сложным будет 1998 год. После этого, полагают ученые, озоновый слой начнет медленно восстанавливаться.

2. Местоположение и функции озонового слоя.

В воздухе всегда присутствует озон, концентрация которого у земной поверхности составляет в среднем 10-6%. Озон образуется в верхних слоях атмосферы из атомарного кислорода в результате химической реакции под влиянием солнечной радиации, вызывающей диссоциацию молекул кислорода.

Озоновый «экран» расположен в стратосфере, на высотах от 7-8 км. на полюсах, 17-18 километров на экваторе и примерно до 50 километров над земной поверхностью. Гуще всего озон в слое 22 – 24 километров над Землей.

Слой озона удивительно тонок. Если бы этот газ сосредоточить у поверхности Земли, то он образовал бы пленку лишь в 2-4 мм толщиной (минимум – в районе экватора, максимум – у полюсов). Однако и эта пленка надежно защищает нас, почти полностью поглощая опасные ультрафиолетовые лучи. Без нее жизнь сохранилась бы лишь в глубинах вод (глубже 10 м) и в тех слоях почвы, куда не проникает солнечная радиация.

Озон поглощает некоторую часть инфракрасного излучения Земли. Благодаря этому он задерживает около 20% излучения Земли, повышая тепляющее действие атмосферы.

Озон – активный газ и может неблагоприятно действовать на человека. Обычно его концентрация в нижней атмосфере незначительна и он не оказывает вредного влияния на человека. Большие количества озона образуются в крупных городах с интенсивным движением автотранспорта в результате фотохимических превращений выхлопных газов автомашин.

Озон, также, регулирует жесткость космического излучения. Если этот газ хотя бы частично уничтожается, то, естественно жесткость излучения резко возрастает, а, следовательно, происходят реальные изменения растительного и животного мира.

Уже доказано, что отсутствие или малая концентрация озона может или приводит к раковым заболеваниям, что самым наихудшим образом отражается на человечестве и его способностью к воспроизводству.

3. Причины ослабления озонового щита.

Озоновый слой защищает жизнь на Земле от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Обнаружено, что в течение многих лет озоновый слой претерпевает небольшое, но постоянное ослабление над некоторыми районами Земного шара, включая густо населенные районы в средних широтах Северного полушария. Над Антарктикой обнаружена обширная "озоновая дыра".

Разрушение озона происходит из-за воздействия ультрафиолетовой радиации, космических лучей, некоторых газов: соединений азота, хлора и брома, фторхлоруглеродов (фреонов). Деятельность человека, приводящая к разрушению озонового слоя, вызывает наибольшую тревогу. Поэтому многие страны подписали международное соглашение, предусматривающее сокращение производства озоно-разрушающих веществ. Однако озоновый слой разрушает также реактивная авиация и некоторые пуски космических ракет.

Предполагается множество причин ослабления озонового щита.

Во-первых, – это запуски космических ракет. Сгорающее топливо «выжигает» в озоновом слое большие дыры. Когда-то предполагалось, что эти «дыры» затягиваются. Оказалось, нет. Они существуют довольно долго.

Во-вторых, самолеты. Особенно, летящие на высотах в 12-15 км. Выбрасываемый ими пар и другие вещества разрушают озон. Но, в то же время самолеты, летающие ниже 12 км. Дают прибавку озона. В городах он – один из составляющих фотохимического смога.

В- третьих – окислы азота. Их выбрасывают те же самолеты, но больше всего их выделяется с поверхности почвы, особенно при разложении азотных удобрений.

В – четвертых, это хлор и его соединения с кислородом. Огромное количество (до 700 тысяч тонн) этого газа поступает в атмосферу, прежде всего от разложения фреонов. Фреоны – это не вступающие у поверхности Земли ни в какие химические реакции газы, кипящие при комнатной температуре, а потому резко увеличивающие свой объем, что делает их хорошими распылителями. Поскольку при их расширении снижается их температура, фреоны широко используют в холодильной промышленности.

Каждый год количество фреонов в земной атмосфере увеличивается на 8-9%. Они постепенно поднимаются вверх, в стратосферу и под воздействием солнечных лучей становятся активными – вступают в фотохимические реакции выделяя атомарный хлор. Каждая частица хлора способна разрушить сотни и тысячи молекул озона.

Заключение

Возможности воздействия человека на природу постоянно растут и уже достигли такого уровня, когда возможно нанести биосфере непоправимый ущерб. Уже не в первый раз вещество, которое долгое время считалось совершенно безобидным, оказывается на самом деле крайне опасным. Лет двадцать назад вряд ли кто-нибудь мог предположить что обычный аэрозольный баллончик может представлять серьезную угрозу для планеты в целом. К несчастью, далеко не всегда удается вовремя предсказать, как то или иное соединение будет воздействовать на биосферу. Однако в случае с ХФУ такая возможность была: все химические реакции, описывающие процесс разрушения озона ХФУ крайне просты и известны довольно давно. Но даже после того, как проблема ХФУ была в 1974 г. сформулирована, единственной страной, принявшей какие-либо меры по сокращению производства ХФУ были США и меры эти были совершенно недостаточны. Потребовалась достаточно серьезная демонстрация опасности ХФУ для того, чтобы были приняты серьезные меры в мировом масштабе. Следует заметить, что даже после обнаружения озонной дыры, ратифицирование Монреальской конвенции одно время находилось под угрозой. Быть может, проблема ХФУ научит с большим вниманием и опаской относиться ко всем веществам, попадающим в биосферу в результате деятельности человечества.

Нам нужно все знать о мире, который нас окружает. И, занеся ногу для очередного шага, следует внимательно посмотреть, куда наступишь. Пропасти и топкие болота роковых ошибок уже не прощают человечеству бездумной жизни.

Литература

1. <http://allbest.ru/o-2c0b65635a3ad68b4d43b89521216d27.html>
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Озоновый_слой
3. <http://www.ecololife.ru/study-491-1.html>

Закономерности распределения солнечной радиации по поверхности Земли

Курейчик Е.П.

Белорусский национальный технический университет

Введение

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. Интенсивность солнечной радиации обычно измеряется по её тепловому действию и выражается в калориях на единицу поверхности за единицу времени.

1. Солнечная радиация

Важнейшим источником, от которого поверхность Земли и атмосфера получают тепловую энергию, является Солнце. Оно посылает в мировое пространство колоссальное количество лучистой энергии: тепловой, световой, ультрафиолетовой. Излучаемые Солнцем электромагнитные волны распространяются со скоростью 300 000 км/с.

Поступающая от Солнца на Землю радиация является единственной формой прихода лучистой энергией, определяющей энергетический баланс и термический режим Земли. Радиационная энергия, приходящая к земле от всех других небесных тел, настолько мала, что не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на происходящие на Земле процессы теплообмена. В соответствии с температурой излучающей поверхности Солнца максимум радиационной энергии наблюдается при длинах волн около 0,50 мкм, причем основная часть энергии, излучаемой Солнцем, приходится на интервал длин волн 0,3-2,0 мкм.

2. Влияние солнечной радиации.

При удалении от Солнца интенсивность его излучения изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния. Так как Земля движется вокруг Солнца по эллиптической орбите, интенсивность солнечной радиации, приходящей на внешнюю границу атмосферы, изменяется в течение года в соответствии с изменением расстояния между Землей и Солнцем. Наименьшее расстояние Земли от Солнца отмечается в начале января и составляет 147 млн. км. Наибольшее расстояние, достигаемое в начале июня, равно 153 млн. км.

Радиация Солнца поглощается в атмосфере водяным паром и каплями воды, озоном, углекислым газом и пылью. Рассеяние солнечной радиации обуславливается как молекулами воздуха, так и различными примесями – пылью, водяными каплями и т.д.

Прошедший через атмосферу поток прямой солнечной радиации зависит от прозрачности атмосферы, а также от высоты Солнца, которая определяет длину пути солнечных лучей в атмосфере. Наибольшее значение потока прямой радиации наблюдается при безоблачном небе и высокой прозрачности атмосферы. В таких условиях на перпендикулярную поверхность может достигать 1000-1200 Вт/м². Средние полуденные значения этого потока в средних широтах обычно равны 700-900 Вт/м². При уменьшении высоты Солн-

ца в суточном ходе прямая солнечная радиация заметно уменьшается в соответствии с возрастанием оптической массы атмосферы.

От величины угла падения солнечных лучей зависит нагревание земной поверхности. Все солнечные лучи приходят на поверхность Земли параллельно друг другу, но так как Земля имеет шарообразную форму, солнечные лучи падают на разные участки ее поверхности под разными углами. Когда Солнце в зените, его лучи падают отвесно и Земля нагревается сильнее.

Вся совокупность лучистой энергии, посылаемой Солнцем, называется солнечной радиацией, обычно она выражается в калориях на единицу поверхности в год.

Солнечная радиация определяет температурный режим воздушной тропосферы Земли.

Необходимо заметить, что общее количество солнечного излучения более чем в два миллиарда раз превышает количество энергии, получаемое Землей.

Радиация, достигающая земной поверхности, состоит из прямой и рассеянной.

Радиация, приходящая на Землю непосредственно от Солнца в виде прямых солнечных лучей при безоблачном небе, называется прямой. Она несет наибольшее количество тепла и света. Если бы у нашей планеты не было атмосферы, земная поверхность получала только прямую радиацию.

При сильном загрязнении воздуха, например, при смоге, прямое излучение уменьшается на 40%, а суммарное - лишь на 15-25%. Сильное вулканическое извержение может понизить, причем на большой территории поверхности Земли, прямое солнечное излучение на 20%, а суммарное - на 10% на период от 6 месяцев до 2 лет. При уменьшении количества вулканического пепла в атмосфере эффект ослабевает, но процесс полного восстановления может занять несколько лет.

3. Суммарная солнечная радиация.

Все солнечные лучи, поступающие на Землю, составляют суммарную солнечную радиацию, т. е. совокупность прямой и рассеянной радиации (рис. 1).

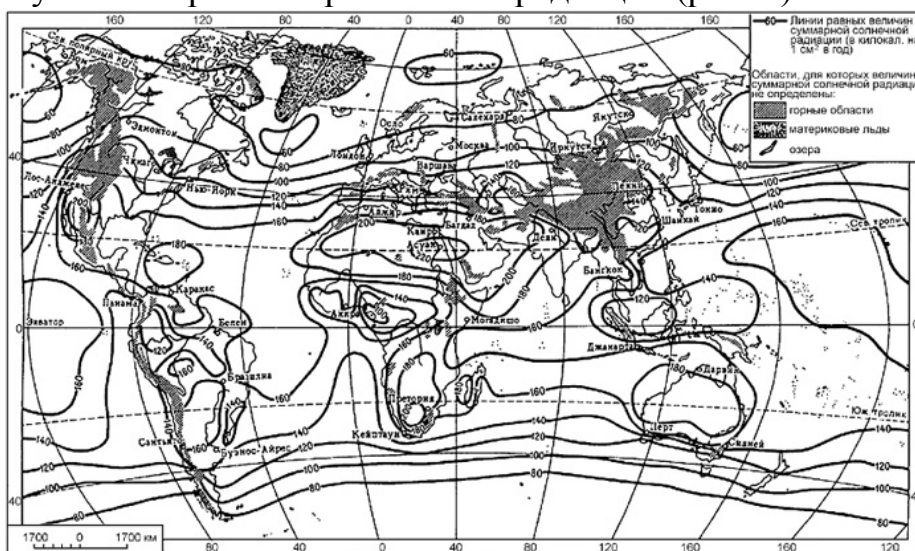


Рис. 1. Суммарная солнечная радиация за год

Солнечная радиация распределяется по земле неравномерно. Это зависит:

1. от плотности и влажности воздуха — чем они выше, тем меньше радиации получает земная поверхность;

2. от географической широты местности — количество радиации увеличивается от полюсов к экватору. Количество прямой солнечной радиации зависит от длины пути, кото-

рый проходят солнечные лучи в атмосфере. Когда Солнце находится в зените (угол падения лучей 90°), его лучи попадают на Землю кратчайшим путем и интенсивно отдают свою энергию малой площади. На Земле это происходит в полосе между 23° с. ш. и 23° ю. ш., т. е. между тропиками. По мере удаления от этой зоны на юг или на север длина пути солнечных лучей увеличивается, т. е. уменьшается угол их падения на земную поверхность. Лучи начинают падать на Землю под меньшим углом, как бы скользя, приближаясь в районе полюсов к касательной линии. В результате тот же поток энергии распределяется на большую площадь, поэтому увеличивается количество отраженной энергии. Таким образом, в районе экватора, где солнечные лучи падают на земную поверхность под углом 90° , количество получаемой земной поверхностью прямой солнечной радиации выше, а по мере передвижения к полюсам это количество резко сокращается. Кроме того, от широты местности зависит и продолжительность дня в разные времена года, что также определяет величину солнечной радиации, поступающей на земную поверхность;

3. от годового и суточного движения Земли — в средних и высоких широтах поступление солнечной радиации сильно изменяется по временам года, что связано с изменением полуденной высоты Солнца и продолжительности дня;

4. от характера земной поверхности — чем светлее поверхность, тем больше солнечных лучей она отражает. Способность поверхности отражать радиацию называется альбедо (от лат. белизна). Особенно сильно отражает радиацию снег (90 %), слабее песок (35 %), еще слабее чернозем (4 %).

Земная поверхность, поглощая солнечную радиацию (поглощенная радиация), нагревается и сама излучает тепло в атмосферу (отраженная радиация). Нижние слои атмосферы в значительной мере задерживают земное излучение. Поглощенная земной поверхностью радиация расходуется на нагрев почвы, воздуха, воды.

Та часть суммарной радиации, которая остается после отражения и теплового излучения земной поверхности, называется радиационным балансом. Радиационный баланс земной поверхности меняется в течение суток и по сезонам года, однако в среднем за год имеет положительное значение всюду, за исключением ледяных пустынь Гренландии и Антарктиды. Максимальных значений радиационный баланс достигает в низких широтах (между 20° с. ш. и 20° ю. ш.) — свыше $42 \cdot 10^2$ Дж/м², на широте около 60° обоих полушарий он снижается до $8 \cdot 10^2$ - $13 \cdot 10^2$ Дж/м².

4. Радиационный баланс земной поверхности.

Разность между приходящими и уходящими потоками лучистой энергии называют радиационным балансом земной поверхности (В).

Приходная часть радиационного баланса земной поверхности днем состоит из прямой солнечной и рассеянной радиации, а также излучения атмосферы. Расходной частью баланса являются излучение земной поверхности и отраженная солнечная радиация:

$$B = S + D + E_a - E_3 - R_k$$

Уравнение можно записать и в другом виде: $B = Q - R_k - E_{эф}$.

Для ночного времени уравнение радиационного баланса имеет следующий вид:

$$B = E_a - E_3, \text{ или } B = -E_{эф}.$$

Если приход радиации больше, чем расход, то радиационный баланс положительный и деятельная поверхность* нагревается. При отрицательном балансе она охлаждается. Летом радиационный баланс днем положительный, а ночью — отрицательный. Переход через ноль происходит утром примерно через 1 ч после восхода Солнца, а вечером за 1...2 ч до захода Солнца.

Годовой радиационный баланс в районах, где устанавливается устойчивый снежный покров, в холодное время года имеет отрицательные значения, в теплое — положительные.

Радиационный баланс земной поверхности существенно влияет на распределение температуры в почве и приземном слое атмосферы, а также на процессы испарения и снеготаяния, образование туманов и заморозков, изменение свойств воздушных масс (их трансформацию).

Знание радиационного режима сельскохозяйственных угодий позволяет рассчитывать количество радиации, поглощенной посевами и почвой в зависимости от высоты Солнца, структуры посева, фазы развития растений. Данные о режиме необходимы и для оценки разных приемов регулирования температуры и влажности почвы, испарения, от которых зависят рост и развитие растений, формирование урожая, его количество и качество.

Эффективными агрономическими приемами воздействия на радиационный, а следовательно, и на тепловой режим деятельной поверхности является мульчирование (покрытие почвы тонким слоем торфяной крошки, перепревшим навозом, древесными опилками и др.), укрытие почвы полиэтиленовой пленкой, орошение. Все это изменяет отражательную и поглощательную способность деятельной поверхности.

Заключение

Подводя итог к данной работе можно отметить что, солнечная радиация сильно влияет на Землю только в дневное время, безусловно – когда Солнце находится над горизонтом. Также солнечная радиация очень сильна вблизи полюсов, в период полярных дней, когда Солнце даже в полночь находится над горизонтом. Показано, что сумма радиации, полученной небесным телом, зависит от расстояния между планетой и звездой – при увеличении расстояния вдвое количество радиации, поступающее от звезды на планету уменьшается вчетверо (пропорционально квадрату расстояния между планетой и звездой). Таким образом, даже небольшие изменения расстояния между планетой и звездой (зависит от эксцентриситета орбиты) приводят к значительному изменению количества поступающей на планету радиации.

Радиационный баланс, например, на самых северных островах России отрицательный; в материковой части изменяется от 400 мДж/м² на крайнем севере Таймыра до 2000 мДж/м² на крайнем юге Дальнего Востока, в низовьях Волги и Восточном Предкавказье. Максимального значения (2100 мДж/м²) радиационный баланс достигает в Западном Предкавказье. Радиационный баланс определяет то количество тепла, которое расходуется на многообразные процессы, протекающие в природе. Следовательно, близ северных материковых окраин России на природные процессы, и прежде всего на климатообразование, расходуется в пять раз меньше тепла, чем у ее южной окраины.

Однако гораздо более сильно количество поступающей солнечной радиации зависит от смен времён года – в настоящее время общее количество солнечной радиации, поступающее на Землю, остаётся практически неизменным, но на широтах 65° северной широты (широта северных городов России, Канады) летом количество поступающей солнеч-

ной радиации более чем на 25% больше, чем зимой. Это происходит из-за того, что Земля по отношению к Солнцу наклонена под углом 23,3 градуса. Зимние и летние изменения взаимно компенсируются, но тем не менее по росту широты места наблюдения всё больше становится разрыв между зимой и летом, так, на экваторе разницы между зимой и летом нет. За Полярным кругом летом поступление солнечной радиации очень высоко, а зимой очень мало. Это формирует климат на Земле.

В результате выявлены основные выводы:

1. Поступающая на Землю прямая солнечная радиация и отраженная от земной поверхности рассеянная солнечная радиация, являются основными источниками энергии на планете.

2. Солнечная радиация, поставляющая на Землю тепло и свет, имеет важнейшее значение в генезисе климата, представляя собой основную причину почти всех метеорологических явлений и процессов, происходящих на земной поверхности и в атмосфере.

3. Солнечная радиация – один из важных факторов жизнедеятельности растений и животных, в значительной степени определяющий их продуктивность.

Литература

1. <http://dok.opredelim.com/docs/index-22544.html>
2. <http://www.lbt.su/meteosolnceradiaciya/595-pogloschenie-i-raspredelenie-solnechnoy-radiacii-v-posevah-i-teplicah.html>
3. http://gis-vie.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=92:-1-&catid=40:2012-01-21-12-42-25&Itemid=75

Влияние солнечной радиации на биологические процессы и климат

Матюкевич А.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Солнце — единственная звезда Солнечной системы, дневное светило. Вокруг Солнца обращаются другие объекты этой системы: планеты и их спутники, карликовые планеты и их спутники, астероиды, метеориты, кометы и космическая пыль. Масса Солнца составляет 99,866 % от суммарной массы всей Солнечной системы. Солнечное излучение поддерживает жизнь на Земле (свет необходим для начальных стадий фотосинтеза), определяет климат. Солнце состоит из водорода (~73 % от массы и ~92 % от объёма), гелия (~25 % от массы и ~7 % от объёма) и других элементов с меньшей концентрацией: железа, никеля, кислорода, азота, кремния, серы, магния, углерода, неона, кальция и хрома

1. Общие сведения о солнечной радиации

Солнечная радиация — электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца. Солнечная радиация измеряется по её тепловому действию и интенсивности. В целом, Земля получает от Солнца менее $0,5 \times 10^{-9}$ от его излучения.

Солнечная радиация - единственный энергетический источник, обеспечивающий энергией все процессы и явления, протекающие на земной поверхности. Годовой объем энергии, достигшей внешнего края воздушной оболочки Земли, равен 1000 ккал/см^2 . Но вследствие шарообразности фигуры Земли на внешнюю границу атмосферы" поступает лишь $1/4$ часть этой энергии, т.е. 250 ккал/см^2 . При прохождении через толщу атмосферы к земной поверхности солнечный энергетический поток уменьшается и достигает 167 ккал/см^2 . Часть этой радиации отражается от земной поверхности и направляется обратно в атмосферу, часть превращается в тепловую энергию земной поверхности.

Нагретая поверхность Земли самостоятельно образует длинноволновое излучение, которое тоже направляется в атмосферу. Пары воды, пыль, различные газы (в большинстве случаев CO_2) в составе атмосферы препятствуют этим лучам и обратно направляют их к земной поверхности. Разница между суммой длинноволнового излучения, исходящего от земной поверхности, и лучами, отраженными атмосферой обратно на Землю, называется «эффективным излучением». Доля радиации в эффективном излучении - это энергия, безвозвратно уходящая в космос. Алгебраическая сумма приходящей и уходящей от земной поверхности энергии и составляет радиационный баланс земной поверхности. Энергия радиационного баланса затрачивается на испарение, нагревание атмосферы, на теплообмен между гидросферой и атмосферой. Энергия, полученная земной поверхностью от солнечной радиации, затрачивается больше всего на испарение воды, небольшая ее часть - на нагревание нижних слоев атмосферы и 0,8-1% - на биологические и химические процессы. Средняя температура поверхности нашей планеты - $+15^\circ \text{C}$, и этот показатель постоянен во времени. По закону сохранения энергии энергетический баланс земной поверхности равен нулю.

Незначительная часть солнечной энергии аккумулируется через фотосинтез (0,8%). На поверхности океанов и пустынь в связи с малым количеством растений мало аккумулируется и энергии. 7-10% аккумулированной зелеными растениями энергии переходит к травоядным животным. Столько же процентов энергии, но уже от энергии, накапливае-

мой травоядными животными, переходит хищникам. После отмирания животных оставшуюся энергию высвобождают микроорганизмы, и она поступает в окружающую среду. Энергия, накапливавшаяся в растениях геологического прошлого, частично сохранилась в горючих полезных ископаемых (уголь, нефть), и современное человечество интенсивно использует эту сохраненную энергию. На поверхности Земли действуют внутренняя энергия нашей планеты, а также гравитационная энергия. Но по сравнению с солнечной энергией они настолько малы, что ими можно и пренебречь. Например, внутренняя энергия Земли в 2182 раза меньше, чем энергия Солнца, достигающая земной поверхности. Значит, солнечная энергия является движущей силой всех процессов и явлений, происходящих на поверхности Земли.

Кроме вертикального распределения солнечной радиации в атмосфере, большое значение имеет и ее распределение по поверхности планеты. Циркуляция воздушных масс, океанические течения выносят солнечную энергию с экваториальной части Земли, где ее поступление в избытке, в приполярные и полярные области, где поступление солнечной энергии ограничено. Теплообмен между экваториальными и полярными областями более или менее выравнивает температурные условия по земной поверхности и расширяет среду обитания организмов. Если бы не происходил теплообмен между экваториальной и полярной частями земной поверхности, то на экваторе морская вода постоянно кипела бы, а в полярных областях и в умеренных широтах поверхность морей круглый год была бы скована льдами.

2. Влияние солнечной радиации на Землю

Солнечная радиация сильно влияет на Землю только в дневное время, безусловно — когда Солнце находится над горизонтом. Также солнечная радиация очень сильна вблизи полюсов, в период полярных дней, когда Солнце даже в полночь находится над горизонтом. Однако зимой в тех же местах Солнце вообще не поднимается над горизонтом, и поэтому не влияет на регион. Солнечная радиация не блокируется облаками, и поэтому всё равно поступает на Землю (при непосредственном нахождении Солнца над горизонтом). Солнечная радиация - это сочетание ярко-жёлтого цвета Солнца и тепла, тепло проходит и сквозь облака. Солнечная радиация передаётся на Землю посредством излучения, а не методом теплопроводности.

Сумма радиации, полученной небесным телом, зависит от расстояния между планетой и звездой — при увеличении расстояния вдвое количество радиации, поступающее от звезды на планету уменьшается вчетверо (пропорционально квадрату расстояния между планетой и звездой). Таким образом, даже небольшие изменения расстояния между планетой и звездой (зависит от эксцентриситета орбиты) приводят к значительному изменению количества поступающей на планету радиации. Эксцентриситет земной орбиты тоже не является постоянным - с течением тысячелетий он меняется, периодически образуя то практически идеальную круг, иногда же эксцентриситет достигает 5% (в настоящее время он равен 1,67%), то есть в перигелии Земля получает в настоящее время в 1,033 больше солнечной радиации, чем в афелии, а при наибольшем эксцентриситете - более чем в 1,1 раза. Однако гораздо более сильно количество поступающей солнечной радиации зависит от смен времён года — в настоящее время общее количество солнечной радиации, поступающее на Землю, остаётся практически неизменным, но на широтах 65 С.Ш. (широта северных городов России, Канады) летом количество поступающей солнечной радиации более чем на 25% больше, чем зимой. Это происходит из-за того, что Земля по отношению к Солнцу наклонена под углом 23,3 градуса. Зимние и летние изме-

нения взаимно компенсируются, но тем не менее по росту широты места наблюдения всё больше становится разрыв между зимой и летом, так, на экваторе разницы между зимой и летом нет. За Полярным кругом же летом поступление солнечной радиации очень высоко, а зимой очень мало. Это формирует климат на Земле. Кроме того, периодические изменения эксцентриситета орбиты Земли могут приводить к возникновению различных геологических эпох: к примеру, ледникового периода. Периодичность изменения солнечной активности в значительной степени влияет на климат нашей планеты. Известный американский метеоролог К. Уиллет на основании изучения цикла солнечных пятен предсказывает, что в ближайшие 25 лет температура на земном шаре понизится значительно больше, чем за прошедшее десятилетие. Он утверждает, что в средних широтах будет меньше продолжительных засух, а в северных широтах будут преобладать периоды с недостаточным количеством осадков. Это относится прежде всего к Канаде и Северной Европе. Африка и Азия переживут 10-летний период засушливой погоды. Согласно гипотезе Уиллета, на земном шаре произойдет повышение температуры в период с 2000° по 2030°. В последующие годы температура значительно снизится, а с 2110° по 2140°. (во время пика 720-летнего цикла солнечной активности) наступит небольшой «ледниковый период».

3. Факторы, влияющие на жизненные процессы

Жизнь на нашей планете связана с вращением Земли вокруг своей оси, определяющим суточный ритм, и с вращением вокруг Солнца, от которого на Земле зависит смена времен года. Большинство живых организмов сезонный ритм воспринимается как смена времен года. Он определяет рост, развитие и гибель растений. Вращение Земли вокруг своей оси обуславливает ритмичное изменение факторов внешней среды: температуры, освещенности, относительной влажности воздуха, барометрического давления, электрического потенциала атмосферы, космической радиации и гравитации.

Все перечисленные факторы внешней среды оказывают влияние на жизненные процессы живых организмов. Среди них особое значение имеет чередование света и темноты. От суточного ритма зависит обмен веществ в растениях – поглощение углекислоты днем и отдача кислорода ночью. У животных суточные ритмы проявляются в виде чередования периодов бодрствования и активности с периодами сна и покоя. (У некоторых из них сезонные ритмы также имеют чередование активности и покоя.)

Все живое на Земле развивалось под влиянием суточных или сезонных ритмов. Но всегда ли они имели такую продолжительность, как теперь

Многие ученые считают, что миллионы лет назад Земля вращалась быстрее и сутки были короче. Причиной замедления вращения Земли стало трение вещества в приливных волнах океанов и в твердом теле Земли. В свое время приливные силы прекратили вращение Луны, более легкой, чем Земля.

Под действием циклической деятельности Солнца и вращения Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца возникла периодичность явлений, происходящих в природе. Она проявляется и в смене погоды, и в извержении вулканов, и в землетрясениях, и в наводнениях и т. Д. Эта периодичность создала тот ритм в живых организмах, который составляет сущность их жизни.

Заключение

Солнечная радиация сильно влияет на Землю. Также солнечная радиация очень сильна вблизи полюсов, в период полярных дней, когда Солнце даже в полночь находится над горизонтом. Однако зимой в тех же местах Солнце вообще не поднимается над горизонтом, и поэтому не влияет на регион.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Изменение_климата
2. <http://enc.sci-lib.com/article0001035.html>
3. <http://www.activestudy.info/klimat-kak-faktor-pochvoobrazovaniya/>

Круговорот воды в природе

Михаленя В.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Вода — очень подвижная жидкость. Кроме того, в земных условиях она легко переходит из одного состояния в другое: испаряется, замерзает, плавится. Именно поэтому вода — вечный путешественник.

1. Круговорот воды в природе

Круговорот воды на Земле, называемый также гидрологическим циклом, включает поступление воды в атмосферу при испарении и возвращение ее назад в результате конденсации и выпадения осадков.

Различают несколько видов круговоротов воды в природе:

- Большой, или мировой, круговорот — водяной пар, образовавшийся над поверхностью океанов, переносится ветрами на материки, выпадает там в виде атмосферных осадков и возвращается в океан в виде стока. В этом процессе изменяется качество воды: при испарении соленая морская вода превращается в пресную, а загрязненная — очищается.
- Малый, или океанический, круговорот — водяной пар, образовавшийся над поверхностью океана, сконденсируется и выпадает в виде осадков снова в океан.
- Внутриконтинентальный круговорот — вода, которая испарилась над поверхностью суши, опять выпадает на сушу в виде атмосферных осадков.

С поверхности рек, озёр, морей в любое время года в воздух непрерывно поднимаются невидимые водяные пары. Подхваченные ветром, они рассеиваются в безбрежном воздушном океане.

Чем выше температура воздуха, тем больше в нём может быть воды в виде пара. Однако количество водяных паров в воздухе не может расти безгранично: при любой температуре всегда наступает такой момент, когда воздух насыщается водяными парами. При 20 градусах мороза, например, в одном кубическом метре насыщенного водяными парами воздуха содержится 1 грамм паров, при нуле градусов — 5 граммов, а при 20 градусах тепла — 17 граммов.

Если в насыщенный воздух продолжают поступать водяные пары, то начинается сгущение или конденсация пара в кристаллики или в капельки воды. То же самое произойдёт, если насыщенный при определённой температуре водяными парами воздух станет остывать, — пар сгущается, и образуется облако.

Капельки воды, образующие облака, очень малы — диаметр их не превышает тысячной доли сантиметра (из одного куб. см воды их могут получиться миллиарды). Такие маленькие капельки легко удерживаются в воздухе. Этим и объясняется, почему облако, несущее иногда тонны воды, может долго находиться в атмосфере.

Но вот облако поднимается на такую высоту, что капли, находящиеся в его вершине, замерзают. Образовавшиеся кристаллики льда легко обволакиваются другими капельками и становятся тяжёлыми. Они уже не могут держаться в воздухе и быстро падают вниз. Если на пути встречаются тёплые слои воздуха, кристаллики тают, и образуются дождевые капли. Если же температура воздуха низка, идёт снег.

Выпавший зимой снег в массе своей лежит до весны, пока яркие солнечные лучи не превратят его в шумные, быстро бегущие ручьи. Тысячи ручьёв, собираясь вместе, бегут к реке. Начинается весенний паводок. Бывают годы, когда снег стаивает в несколько дней. Тогда особенно сильно разливаются реки. Маленькие, часто пересыхающие в сухое летнее время речушки превращаются в бурные, грозные по своей силе потоки. А большие реки, выходя из берегов, разливаются на десятки километров.

Не вся вода, выпавшая на землю в виде осадков, уносится реками в моря. Часть её снова испаряется, а часть просачивается сквозь почву. Достигая водонепроницаемого слоя (например, слоя глины, гранита, мрамора), она течёт по его скату (рис. 1). Некоторая часть подземных вод снова быстро находит выход к поверхности земли; тогда появляются холодные ключи. Их воды, вливаясь в ручьи и реки, заново начинают свой путь по земле, а испаряясь — в атмосфере. Другая же часть просочившихся сквозь почву вод проникает по трещинам пород всё глубже и глубже в недра земли. Достигнув слоев с высокой температурой, вода превращается в пар; пар поднимается вверх, снова сгущается в воду, чтобы опять начать свой подземный круговорот, или же выходит на поверхность в виде горячих источников.



Рис.1 Количества воды во всех фондах и перемещающиеся количества воды (цифры в скобках) выражены в миллиардах миллиардов (10¹⁸) граммов в год, из Ф.Рамад, 1979

Проследить весь путь, совершаемый водой в природе, трудно, во-первых, из-за его чрезвычайной сложности, а во-вторых, благодаря многообразию тех условий, в которых может находиться в природе вода. Если бы можно было последовать за частицей воды всюду, где она только бывает, то мы совершили бы одну из самых увлекательных экскурсий, какие только можно себе представить. И, выпивая стакан воды, мы с полным основанием можем думать, что эта вода в своё время могла блеснуть в лучах зари на вершине Эльбруса, мчаться в струе горной речки, качаться в волне Чёрного моря, сверкать в радуге над Москвой, носиться с вьюгой над ледяными просторами Арктики или быть жадно впитанной из почвы корнями сибирской сосны.

Количество воды, участвующей в круговороте, общий контур которого мы только что наметили, поистине грандиозно. Достаточно сказать, что за один год в воздух поднимается около 400 тысяч кубических километров воды в виде пара. Мы уже знаем, что площадь суши почти в три раза меньше площади океана. Казалось бы, что и испарение воды с суши должно быть в несколько раз меньше, чем с поверхности

водоёмов. Но если учесть, что вода испаряется и растительным покровом и что общая поверхность листьев в десятки раз превосходит площадь занимаемой растениями земли, то как будто очевидно, что суша должна испарять воды не меньше, чем водоёмы. В действительности же испарение с суши едва составляет одну пятую часть всей поступающей в атмосферу воды. Объясняется это тем, что испарение в водных бассейнах происходит не со спокойной, ровной поверхности; оно ускорено действием ветров, вызывающих образование волн и брызг.

Однако не вся вода одинаково интенсивно участвует в круговороте. Нижние холодные слои воды морей и океанов, представляющие собой спокойную массу, не принимают почти никакого участия в круговороте воды. На многие тысячелетия остаётся неподвижной и та часть воды, которая при формировании земной коры была включена как химическая составная часть в различные минералы или заполнила пустоты в горных породах. Эта вода освобождается лишь постепенно, благодаря геологическим изменениям и деятельности самого человека.

С развитием цивилизации этот цикл стал нарушаться, в результате полива сельскохозяйственных культур увеличилось испарение с суши. Реки южных районов обмелели (например, в последние 30 лет реки Сырдарья и Амударья настолько мало несли воды в Аральское море, что оно наполовину уже исчезло), загрязнение Мирового океана и появление на его поверхности нефтяной пленки уменьшило количество воды, испаряемой океаном.

Все это значительно ухудшает водоснабжение биосферы. И не только в южных регионах!

Все более частыми становятся засухи, возникают очаги экологических бедствий. Например, наступившие буквально 3-4 года жаркие летние месяцы в прежде отличавшейся мягким климатом Западной Европе, которые приводят к многочисленным лесным пожарам.

Заключение

Рассмотренная мною тема является очень актуальной в свете современной экологической ситуации. Вода – это источник жизни на земле. Но, как выясняется не бесконечный. Дело в том, что постепенно цикл круговорота воды стал нарушаться, из-за чего в некоторых странах начали наблюдаться засухи, ведущие к лесным пожарам и экологическим бедствиям.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Круговорот_воды_в_природе
2. <http://rui-tur.ru/krugovorot-vodyi-v-prirode.html>
3. <http://www.prostovoda.net/krugovorot-vody-v-prirode>

Влажность воздуха и способы ее измерения

Мишанский М.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

В воздухе всегда есть водяной пар. Он образуется в результате испарения воды с поверхностей океанов, морей, озер, водохранилищ, рек и т.д. От количества водяного пара, содержащегося в воздухе, зависит погода, самочувствие человека, функционирование многих его органов, жизнь растений, а также сохранность технических объектов, архитектурных сооружений, произведений искусства, книг. Влажность влияет не только непосредственно на самого человека, но на окружающий его мир. Поэтому очень важно следить за влажностью воздуха, уметь измерять её.

1. Общие сведения

За характеристику влажности воздуха может быть принята плотность водяного пара ρ , содержащегося в воздухе. Эту величину называют абсолютной влажностью и из-за ее малости выражают в граммах на кубический метр. Абсолютная влажность, таким образом, показывает, сколько водяного пара в граммах содержится в 1 кубическом метре воздуха.

Относительной влажностью воздуха φ называют выраженное в процентах отношение парциального давления p водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара при той же температуре.

Температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы находящийся в нем водяной пар достиг состояния насыщения (при данной влажности воздуха и неизменном давлении), называется точкой росы.

При охлаждении воздуха до точки росы начинается конденсация паров: появляется туман, выпадает роса. Чем выше температура воздуха, тем больше водяного пара он может содержать, тем выше точка росы. Насыщенный воздух не может вместить больше пара, если температура его не повысится. При повышении температуры, он удаляется от насыщения, при понижении, наоборот, в нем может начаться конденсация. Так происходит, например, летней ночью при ясной погоде, соприкасаясь с холодной поверхностью, оставляет на ней капельки росы. При отрицательной температуре выпадает иней. В воздухе, охлаждающемся от поверхности или от пришедшего холодного воздуха, образуется туман. Он состоит из мелких капелек или кристалликов, взвешенных в воздухе. В сильно загрязненном воздухе образуется густой туман с примесью дыма – смог.

2. Методы и способы измерения влажности воздуха

2.1. Психометрический метод

Психометрический метод основан на использовании прибора, называемого психрометром, который состоит из двух расположенных рядом термометров. Один из термометров, обычный, называется сухим, измеряющим температуру t воздуха. Баллончик с расширяющейся жидкостью другого термометра обертывают легкой гигроскопической тканью, например батистом, в виде чехла, нижний конец которого опускают в сосуд с

водой. Вода по чехлу, как по фитилю, поднимается к баллончику и постоянно смачивает его. Этот термометр называется влажным или мокрым и измеряет температуру воздуха по мокрому термометру $t_m \leq t$. Устройство простейшего психрометра Августа показано на рис. 1.

Остановимся кратко на понятии температуры t_m воздуха по мокрому термометру. Баллончик этого термометра обернут смоченной тканью. На испарение воды с ткани расходуется теплота парообразования, что приводит к понижению температуры влажной ткани и постепенному снижению показаний мокрого термометра. Вследствие образующейся разности температур теплота от окружающего воздуха начинает поступать к влажной ткани. Температура мокрого термометра будет снижаться до такого значения, при котором количество скрытой теплоты, расходуемой тканью на испарение, станет равным количеству явной теплоты, отдаваемой воздухом ткани. Установившееся значение t_m (температуры мокрой ткани и слоя насыщенного воздуха около нее) называют температурой мокрого термометра для воздуха данного состояния. Этот процесс теплообмена между воздухом и водой, т.е. насыщения воздуха, считается адиабатическим, так как воздух и вода обмениваются внутренним теплом без отвода или подвода его извне (вне системы воздух-вода).

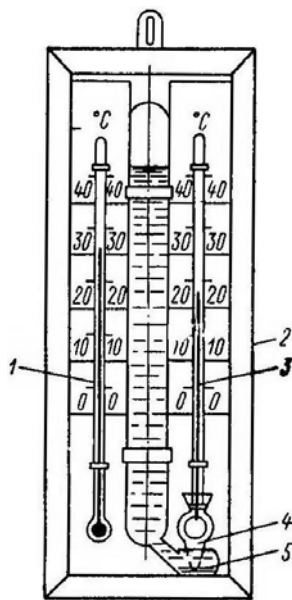


Рис. 2.1 – Психрометр Августа: 1 – сухой термометр; 2 – деревянная панель; 3 – влажный (мокрый) термометр; 4 – чехол (ткань); 5 – сосуд с водой.

Для повышения точности показаний мокрого термометра прибегают к искусственному увеличению скорости воздуха около баллончиков психрометра и защите его от внешних теплопритоков (тепловых излучений). При скоростях воздуха около баллончиков 1,5...2 м/с ошибка в определении $(t - t_m)$ составляет менее 1%. Объясняется это тем, что при повышенных скоростях воздуха конвективный приток теплоты, уравнивающий потери теплоты в слое насыщенного воздуха около шарика термометра от испарения влаги, увеличивается и относительное влияние внешних (радиационных) теплопритоков значительно уменьшается. Удобным и достаточно точным прибором для определения влажности воздуха служит аспирационный психрометр Ассмана (рис. 2). Оба термометра заключены в металлические трубки, через которые специальным вентилятором с пружинным (заводным) или электрическим двигателем, смонтированным в верхней части прибора, пропускается исследуемый воздух со скоростью 2,5...3,0 м/с. Поверхность тру-

бок для защиты термометров от теплового облучения полирована и никелирована. В остальном аспирационный психрометр устроен так же, как и психрометр Августа.

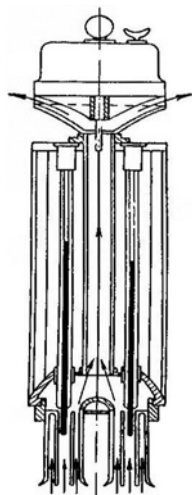


Рис. 2.2 – Психрометр Ассмана.

Существуют также электрические психрометры, построенные по принципу электрического мостика сопротивления (сопротивление мокрого термометра меньше, чем сухого).

2.2. Метод точки росы

Метод точки росы основан на измерении температуры $t_{\text{рос}}$ воздуха, охлаждаемого, например, металлической не окисляемой зеркальной поверхностью (в момент начала выпадения капельной влаги на зеркале фиксируется его температура).

Зная $t_{\text{рос}}$ и температуру t_A воздуха, можно в диаграмме, изображенной на рис. 3, поднимаясь из точки В на кривой насыщения по линии $d = \text{const}$ до изотермы t_A , найти точку А их пересечения, а значит, влажность φ_A и другие параметры состояния воздуха.

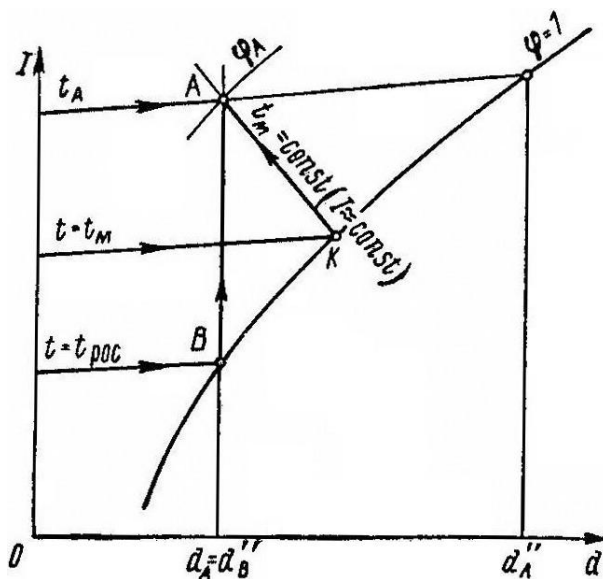


Рис. 2.3 – Определение влажности воздуха психрометрическим методом и методом точки росы в d - I диаграмме.

Метод точки росы менее точен, чем психрометрический. Однако он применим при температурах до -70 °С (с погрешностью измерения $t_{\text{рос}} \pm 0,1$ °С).

2.3. Гигроскопический метод

Гигроскопический метод основан на способности некоторых материалов изменять свою форму и размеры (удлиниться – обезжиренный человеческий волос, капроновая нить и др.), или свойства (электропроводимость – соль LiCl и др.) при впитывании влаги из воздуха в количестве, пропорциональном его относительной влажности. Поэтому, используя эти материалы в механических или мостовых электрических схемах, можно создавать приборы невысокой точности, называемые гигрометрами.

2.4. Массовый (абсолютный) метод

Массовый (абсолютный) метод наиболее точен, но трудоемок и требует специального оборудования – вентилятора, влагопоглотителей и др. Воздух продувают через поглотители. Отнеся объемный расход воздуха к массе поглощенной всей влаги, определяют абсолютную влажность воздуха $\gamma_{п}$.

Заключение

Влажность воздуха оказывает значительное влияние на жизнь человека и его деятельность. Водяной пар в воздухе влияет не только на здоровье человека, на его самочувствие и работоспособность, но и на окружающую среду. Нужно знать и понимать важность влажности воздуха в повседневной жизни человека, чтобы использовать эти знания с пользой.

Измерить влажность воздуха можно с помощью большого числа различных методов. Некоторые из них настолько просты, что можно сделать прибор для измерения в домашних условиях. Использование любого из предложенных выше методов позволяет следить за влажностью воздуха и анализировать полученные данные. Некоторые методы более точны, некоторые менее, но все они позволяют получить необходимые данные для определения влажности воздуха.

Литература

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Влажность>
2. <http://festival.1september.ru/articles/591254/>
3. http://class-fizika.narod.ru/8_16.htm

Динамика и термодинамика атмосферы

Ровдо В. М.

Белорусский национальный технический университет

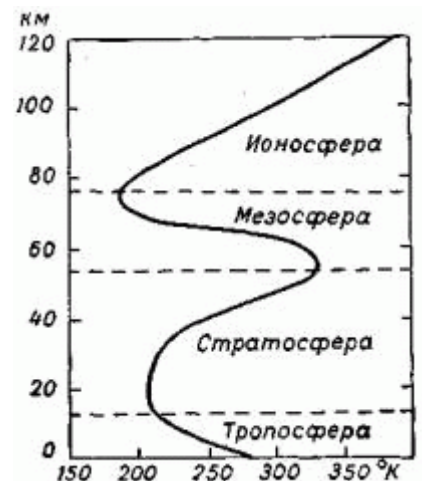
Введение

Атмосфера – газовая оболочка, окружающая небесное тело. Ее характеристики зависят от размера, массы, температуры, скорости вращения и химического состава данного небесного тела, а также определяются историей его формирования начиная с момента зарождения. Атмосфера Земли образована смесью газов, называемой воздухом. Ее основные составляющие – азот и кислород в соотношении приблизительно 4:1. На человека оказывает воздействие главным образом состояние нижних 15–25 км атмосферы, поскольку именно в этом нижнем слое сосредоточена основная масса воздуха. Наука, изучающая атмосферу, называется метеорологией, хотя предметом этой науки являются также погода и ее влияние на человека. Состояние верхних слоев атмосферы, расположенных на высотах от 60 до 300 и даже 1000 км от поверхности Земли, также изменяется. Здесь развиваются сильные ветры, штормы и проявляются такие удивительные электрические явления, как полярные сияния. Многие из перечисленных феноменов связаны с потоками солнечной радиации, космического излучения, а также магнитным полем Земли. Высокие слои атмосферы – это также и химическая лаборатория, поскольку там в условиях, близких к вакууму, некоторые атмосферные газы под влиянием мощного потока солнечной энергии вступают в химические реакции. Наука, изучающая эти взаимосвязанные явления и процессы, называется физикой высоких слоев атмосферы.

1. Динамика атмосферы

Под термином динамика понимается вся совокупность движения воздуха, будь то легкий ветерок, мощные потоки большой скорости и силы, перемещение огромных по объему воздушных масс. Ученые установили десятки различной формы механизмов передвижения воздуха – от простого линейного движения до сложнейших вихрей. Атмосфера – наиболее подвижная и неустойчивая из всех оболочек Земли. Лучше изучена динамика атмосферы в нижнем, наиболее плотном ее слое – тропосфере.

Различают местную динамику воздуха на небольших пространствах и общую циркуляцию атмосферы, охватывающую весь земной шар или его крупные части. Изучение той и другой чрезвычайно важно для понимания характера погод, господствующих в той или иной местности, разнообразия и особенностей климатов всего земного шара. Общая циркуляция атмосферы зависит от распределения солнечной радиации и давления воздуха по земной поверхности, от условий нагревания нижних слоев воздуха подстилающей поверхностью, распределения воды и суши на Земле и других причин глобального масштаба. Она представляет собой крупномасштабные движения (течения) воздуха: пассатов и антипассатов, муссонов, циклонов и антициклонов, струйных течений в верхних слоях атмосферы.



Пассаты. В экваториальной зоне теплый воздух поднимается вверх на 4—8 км, растекается по направлению к полюсам. На широтах 30—35° он опускается к поверхности (см. Атмосфера). На этих широтах расположена зона высокого давления атмосферы. От нее поток воздуха потечет в нижнем слое тропосферы к экватору, отклоняясь в северном полушарии вправо, в южном — влево (см. Годовое и суточное вращение Земли). Под действием силы Кориолиса движение воздуха приобретает направление с востока на запад в виде постоянно дующих и примерно с одинаковой скоростью пассатов. Над ними сверху дуют постоянные ветры противоположного направления — антипассаты.

Муссоны. В общую циркуляцию атмосферы входят и муссоны, дующие в основном между полюсами высокого давления — между 30—35° с. и ю. ш. Муссон — это воздушный поток устойчивого направления в нижних слоях тропосферы, действующий лишь в пределах основных сезонов года — лета и зимы. Направление муссонов по этим сезонам года изменяется на 180° в соответствии с изменением давления над океанами и материками.

Зимой воздух переносится с материка, где при низких температурах давление высокое, а летом — с океана на материк, где давление ниже. Дождливый сезон на суше совпадает, таким образом, с летним муссоном, а сухой — с зимним. Причина смены муссонов в конечном счете — в различной теплоемкости суши и воды. В океане накапливается за лето много тепла, а зимой вода отдает его в атмосферу медленно — океан оказывается зимой гораздо теплее остывшей суши, где давление выше. Возникает поток воздуха на океан. Летом теплее суша и движение воздуха направлено с океана на сушу. Особенно ясно муссоны выражены в Южной и Юго-Восточной Азии, Японии, на восточном берегу Азии, постепенно ослабевая к северу. Смена ветров приобретает муссоноподобный характер (Сахалин, Приморье, побережье Охотского моря, юг Камчатки).

Центры действия атмосферы. На фоне общего распределения давления атмосферы некоторые области Земли выделяются особенно повышенным или пониженным давлением, существующим в течение всего года или возникающим периодически по основным сезонам года (зима, лето).

Область постоянно повышенного давления — над Азорскими островами и окружающими их водами Атлантики в широтах 30—35° с. ш. На севере Атлантического океана располагается область исландского минимума, иногда смещающаяся от своего среднего положения по широте то к югу, то к северу (до Канадской Арктики и даже до Карского моря). Давление в январе здесь обычно ниже 996 миллибар. Над северной частью Тихого океана располагается область постоянно пониженного давления — алеутский минимум. В южном полушарии повышенное давление постоянно держится над Антарктидой. Все эти области называются центрами действия атмосферы (ЦДА). С ними связано возникновение множества подвижных циклонов и антициклонов, они оказывают сильное влияние на характер погоды обширных территорий (например, азорский максимум и исландский минимум всей Западной и Восточной Европы). Подобные центры действия атмосферы имеются над океанами и в южном полушарии. К периодически возникающим ЦДА, определяющим муссонную циркуляцию, относится сибирский максимум давления, охватывающий зимой Забайкалье, Якутию, Монголию. Среднее давление воздуха зимой достигает 1036 миллибар при очень низких температурах (до 60—70° мороза). Здесь в районе Оймякона находится «полюс холода» северного полушария.

Циклоны и антициклоны. На разделе теплой и холодной воздушных масс контрасты тепла и холода создают заряд потенциальной энергии, разряжающейся путем образования крупномасштабных вихрей. В ячейке пониженного давления относительно более теплый воздух поднимается, двигаясь от периферии к центру и отклоняясь в северном по-

лушарии вправо, закручивается при этом в направлении против движения часовой стрелки: развивается циклон. В ячейке повышенного давления воздух стекает от центра к периферии. Воздух в нем вращается по часовой стрелке: развивается антициклон.

Диаметр циклона обычно—1000—2000 км, его высота—от 2 до 20 км, перепад атмосферного давления между центром и окраиной — от 5 до 30 миллибар. Окружающий циклон холодный воздух старается подавить заключенный в циклоне очаг тепла, наступая на него и на теплом и на холодном фронте. Кольцо холода сжимается, вытесняя теплый воздух вверх, где он освобождается от влаги, которой всегда богат циклон, формирующийся обычно над океанами.

Циклон завершает свою деятельность. Его жизнь продолжается всего несколько суток. Скорость движения 30—40 км/ч.

Кроме циклонов умеренных широт между широтами 5—20° каждого полушария возникают сильные возмущения, сопровождающиеся ураганскими ветрами. Это тропические циклоны—тайфуны в Юго-Восточной Азии, в Индии—циклоны, в Северной Америке — торнадо — сильный атмосферный вихрь, смерч. За год на земном шаре случается 40—50 тропических циклонов. Они несут с собой сильные грозы и ливни; да и сам такой циклон — это сплошное гигантское грозовое облако. Тайфуны, возникающие на западе Тихого океана к северу от экватора, перемещаются к западу и северо-западу со скоростью 10—20 км/ч, а при изменении направления на северное скорость возрастает до 30—50 км/ч. Они достигают берегов Индокитая, Китая, Кореи, Японии, а некоторые заходят на наш Дальний Восток, в Приморье, на Курильские острова, на Камчатку. Диаметры тайфунов невелики—до нескольких сотен километров. В море они вызывают сильное волнение, на берегах образуют нагоны морской воды, наводнения, ураганный ветер разрушает селения. Таким мощным тропическим ураганам присваивают собственные имена, обычно женские, например: Глория, Мария. Флора.

В антициклоне устанавливается повышенное давление воздуха, при нисходящем его движении он приобретает высокую степень устойчивости, рассеиваются облака, наступает ясная, солнечная погода. Летом для антициклонов характерна жаркая погода, зимой—морозная. Зимой во внетропических широтах северного полушария антициклоны развиваются над материками Азии (Восточно-Сибирский антициклон) и Северной Америки. В это время над Северной Атлантикой идет интенсивное образование циклонов, связанное с проникновением теплых течений Гольфстрима в северные широты. Летом увеличивается повторяемость циклонов над материками.

Циклоны и антициклоны обычно взаимодействуют, способствуя обострению контрастов температуры и влажности воздуха. Между ними возникают мощные течения холодного воздуха с севера на юг и теплого—с юга на север. Они осуществляют междуширотный обмен в атмосфере.

Ежегодно над Европой проносится более 100 серий циклонов (они часто идут как бы группами, по 2—3 циклона сразу). Если нанести пути их движения на карту, обнаружится своего рода «трасса», начинающаяся на севере Атлантики. Такие же закономерности заметны и в расположении антициклонов. Но эта картина сохраняется более или менее постоянной всего 3—5 дней. Циклоны и антициклоны, холодные и теплые фронты, очаги тепла и холода меняются местами, перемещаются, исчезают и возникают вновь.

Составив календарь смены механизмов динамики атмосферы за много лет, ученые нашли, что их можно объединить в две основные группы: одна определяет в основном движение воздушных масс с запада на восток и препятствует междуширотному обмену воздуха; другая, наоборот, открывает в северном полушарии широкие возможности для продвижения холода на юг, а тепла—на север. Первый тип циркуляции называют зо-

нальным, второй— меридиональным. Когда господствует зональная циркуляция, усиливаются на Земле климатические контрасты, а это приводит постепенно к обострению процессов вихре-образования, которые нарушают зональность воздушного переноса.

Местная динамика атмосферы. Если муссоны, циклоны и антициклоны охватывают обширные территории, то есть виды движений воздуха, проявляющиеся на сравнительно небольших пространствах. Рельеф местности или неодинаковые условия нагревания и охлаждения отдельных участков земной поверхности вызывают местную динамику атмосферы; она выражается местными ветрами. Это, например, сильные, жаркие и сухие африканские ветры, связанные с нагреванием воздуха над пустыней; в Алжире — сирокко, в Аравии—самум, в Египте — хамсин. Когда воздушные течения общей циркуляции пересекают горные хребты, возникают порывистые ветры, например фён — сухой и теплый ветер, дующий временами с гор в долины во всех горных странах. Возникает фён, когда по одну сторону гор повышенное давление, а по другую — сильно пониженное. Пока воздух течет вверх по склону, его температура на каждые 100 м подъема понижается на $0,6^\circ$, что вызывает конденсацию водяных паров. При спуске сухого воздуха с хребта его температура повышается не на $0,6^\circ\text{C}$ на 100 м, а на целый градус. Спустившись, скажем, с высоты в 3000 м, воздух нагревается на 30°C . Особенно сильными бывают фены в Альпах, на Кавказе, в Средней Азии. Длительность ветра обычно менее суток, но бывает до 5 и больше.

К порывистым, сильным ветрам относится и бора. Она дует преимущественно в холодное время года с невысокого горного хребта на побережье водного бассейна. Здесь тоже перепад давления: с одной стороны гор — высокое, а с другой — пониженное. Бора образуется при вторжении масс холодного воздуха, перетекающих через невысокие хребты. Низвергающийся на побережье с большой скоростью воздух оказывается значительно холоднее, чем теплый воздух, ранее занимавший приморский район. Скорость ветра при боре достигает иногда 40 и более м/с. Очень сильная бора наблюдается на Адриатическом побережье Югославии. На средиземноморском побережье Франции бывает ветер типа бора, дующий с гор в долину Роны. Его называют мистраль. В РФ бора бывает в районе Новороссийска, на Новой Земле. На берегах Байкала ветер, сходный с борой, называется сармой.

Типичны местные ветры с суточной сменой направления и небольшой скоростью. К ним относятся бризы и горнодолинные ветры. Бриз дует на побережьях морей, больших озер и водохранилищ. Днем суша нагревается быстрее, чем море, и над ней устанавливается более низкое давление, чем над морем. Поэтому дневной (морской) бриз дует с моря на нагретое побережье; ночной (береговой) — с охлажденного побережья на море. Проникает бриз от береговой линии на десятки километров. Хорошо выражены эти ветры во время устойчивой антициклональной погоды.

Местные ветры очень большой силы принято называть бурями. Во время бури скорость ветра превышает 20 м/с. Обычно бури связаны с прохождением энергично развивающегося циклона, когда на его окраинах образуется резко выраженные атмосферные фронты. Ветер со скоростью 17—24 м/с называется штормовым или штормом, более сильный — свыше 32 м/с — ураганом. Кратковременные порывы ветра, достигающие 30—40 и более м/с, — шквалы. Снежные бури имеют несколько названий. Метель — перенос снега ветром вблизи земной поверхности. Различают: поземку, когда снежинки поднимаются на несколько сантиметров над землей, низовую метель—до 2 м и выше. Эти два вида метели происходят без выпадения снега из облаков. И, наконец, общая, или верхняя, метель — выпадение снега при сильном ветре. Другие названия метели — вьюга, буран, пурга. Если при сильном ветре переносится песок, то такую бурю иногда на-

зывают песчаным бураном. А если ветер развеивает и переносит мельчайшие частицы почвы, особенно чернозема, в степях, то говорят о черных (пыльных) бурях. Они наносят большой ущерб народному хозяйству, унося плодородный слой почвы и откладывая его в других местах. Меры борьбы с ними: полесозащитные лесонасаждения, снегозадержание, занятые пары, высокая агротехника. Существуют еще местные, нигде больше не встречающиеся ветры, как, например, афганец — сухой юго-западный ветер в верховьях Амударьи, несущий много пыли и сильно понижающий относительную влажность воздуха, по характеру и губительному воздействию на растительность близкий к суховею — ветру с высокой температурой воздуха (20—25°C), возникающему на южной периферии антициклона над степями юга и особенно юго-востока европейской части РФ.

2. Термодинамика атмосферы

«Термодинамика атмосферы» изучает термические режимы атмосферы и их устойчивость. Атмосфера является одной из подсистем климатической системы. Климатическая система включает в себя пять взаимосвязанных подсистем:

- атмосфера;
- биосфера (или биота);
- гидросфера (мировой океан, реки, озера);
- криосфера (Антарктида, горные ледники и т.п.)
- литосфера;

Биотой называется совокупность всей флоры и фауны, т.е. всего растительного и животного мира Земли, включая человека. Естественно распределенная по земному шару биота называется биосферой. Окружающая среда, это часть биосферы, атмосферы, гидросферы и т.д. существенно измененная человеком в результате и/или интересах своей жизнедеятельности. Запасы полезных ископаемых, мощность фотосинтеза (для производства продуктов питания и древесины), мощность возобновляемых источников энергии, рек, ветра, солнечной энергии рассматриваются в качестве ресурсов человечества.

Заключение

В данном докладе представлена полная характеристика динамики и термодинамики атмосферы. Можно сделать следующие выводы, а именно:

1. Лучше изучена динамика атмосферы в нижнем, наиболее плотном ее слое — тропосфере.
2. Различают местную динамику воздуха на небольших пространствах и общую циркуляцию атмосферы, охватывающую весь земной шар или его крупные части.
3. Динамика представляет собой крупномасштабные движения (течения) воздуха: пассатов и антипассатов, муссонов, циклонов и антициклонов, струйных течений в верхних слоях атмосферы.

Литература

1. http://books.google.by/books/about/Динамика_и_термодинамика.html?id=SAbCPgAACA&redir_esc=y
2. <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/161/37161/14173/page9>
3. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/6553/ТЕРМОДИНАМИКА

Закономерности испарения воды и конденсация водяного пара

Румянцева Т.Е.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Поступление в атмосферу водяного пара происходит при отрыве молекул с поверхности воды, капель и кристаллов в воздухе, снега, льда, влажной почвы, смоченной растительности. Отрываются те молекулы, скорость движения которых выше средней при данной температуре и достаточна для преодоления сил молекулярного притяжения. Одновременно часть оторвавшихся молекул возвращается обратно, и по существу испарение – это разность между потоками молекул, отрывающихся от жидкости или кристаллов и возвращающихся обратно. С возрастанием температуры число отрывающихся молекул растёт, и, следовательно, увеличивается испарение. Испарение также зависит от влажности воздуха над данной поверхностью: чем выше его влагосодержание, тем больше поток молекул пара, возвращающихся из воздуха обратно к жидкости или кристаллам, и меньше испарение. При полном насыщении воздуха водяным паром испарение прекращается. Для испарения 1 кг воды требуется 2,5 МДж энергии, для испарения 1 кг снега или льда – 2,834 МДж.

1. Испарение и конденсация водяного пара

Испарение – единственный источник водяного пара для атмосферы и один из наиболее эффективных механизмов расходования энергии на поверхности Земли, приводящий к её заметному охлаждению. Нередко в общем (суммарное) испарение с территории включают транспирацию – испарение воды растениями. Испарение измеряется в единицах массы воды на единицу площади за единицу времени. Если ресурсы воды не ограничены, испарение происходит с интенсивностью, равной испаряемости – потенциально возможному испарению при данных условиях погоды (т. е. при данном притоке энергии, данной влажности воздуха и т. д.). В реальных условиях испарение ограничено теми ресурсами воды и ледяных кристаллов, которые доступны для него. Кроме того, транспирация (а значит, и суммарное испарение) может сдерживаться растениями, если в данный момент это соответствует их биологическим потребностям. Сравнением испарения и испаряемости можно определить, насколько ресурсы воды или льда доступны для испарения.

Испарение твердого тела называется сублимацией (возгонкой), а парообразование в объёме жидкости — кипением. Обычно под испарением понимают парообразование на свободной поверхности жидкости в результате теплового движения её молекул при температуре ниже точки кипения, соответствующей давлению газовой среды, расположенной над указанной поверхностью. При этом молекулы, обладающие достаточно большой кинетической энергией, вырываются из поверхностного слоя жидкости в газовую среду; часть их отражается обратно и захватывается жидкостью, а остальные безвозвратно ею теряются.



Испарение — эндотермический процесс, при котором поглощается теплота фазового перехода — теплота испарения, затрачиваемая на преодоление сил молекулярного сцепления в жидкой фазе и на работу расширения при превращении жидкости в пар. Удельную теплоту испарения относят к 1 молю жидкости (молярная теплота испарения, Дж/моль) или к единице её массы (массовая теплота испарения, Дж/кг). Скорость испарения определяется поверхностной плотностью потока пара j_p , проникающего за единицу времени в газовую фазу с единицы поверхности жидкости [в моль/(с·м²) или кг/(с·м²)]. Наибольшее значение j_p достигается в вакууме. При наличии над жидкостью относительно плотной газовой среды испарение замедляется вследствие того, что скорость удаления молекул пара от поверхности жидкости в газовую среду становится малой по сравнению со скоростью испускания их жидкостью. При этом у поверхности раздела фаз образуется слой парогазовой смеси, практически насыщенный паром. Парциальное давление и концентрация пара в данном слое выше, чем в основной массе парогазовой смеси.

Процесс испарения зависит от интенсивности теплового движения молекул: чем быстрее движутся молекулы, тем быстрее происходит испарение. Кроме того, немаловажными факторами, влияющими на процесс испарения, являются скорость внешней (по отношению к веществу) диффузии, а также свойства самого вещества. Проще говоря, при ветре испарение происходит гораздо быстрее. Что же касается свойств вещества, то, к примеру, спирт испаряется гораздо быстрее воды. Важным фактором является также площадь поверхности жидкости, с которой происходит испарение: из узкого графина оно будет происходить медленнее, чем из широкой тарелки.

Испарение и конденсация водяного пара. Физическая сущность процесса испарения состоит в том, что молекулы воды, находясь в беспорядочном движении, открываются от испаряющей поверхности. Совокупность молекул воды в воздушном пространстве образует водяной пар. Двигаясь над испаряющей поверхностью в различных направлениях, часть молекул возвращается в воду. Если число вылетающих молекул больше числа возвращающихся, то это ведет к убыли и такой процесс называется испарением. Если количество вылетающих молекул равно количеству возвращающихся в во-

ду, то имеет место равновесие, и испарение (т.е. убыль воды) не происходит. При этом пространство над испаряющей поверхностью становится насыщенным водяным паром.

Когда количество водяного пара над испаряющей поверхностью становится больше необходимого для насыщения, т.е. когда число возвращающихся молекул превышает число открывающихся, то наступает процесс, обратный испарению, - конденсация пара на поверхности.

Скорость испарения увеличивается с повышением температуры увеличивается число быстро движущихся молекул, способных оторваться от испаряющей поверхности.

Для поддержания процесса испарения требуется тепло, называемое теплотой испарения. Если тепло не подводится извне, то испаряющее тепло охлаждается. При конденсации происходит выделение этого тепла.

Скорость испарения выражается слоем воды (в миллиметрах), испарившейся за единицу времени, и может быть представлена зависимостью

$$V = K \frac{E - e}{p} \vartheta(v),$$

где E -парциальное давление насыщенного водяного пара при температуре подстилающей поверхности, e -парциальное давление водяного пара, находящегося в воздухе над подстилающей поверхностью, p -атмосферное давление, $\vartheta(v)$ - функция скорости ветра, K - коэффициент пропорциональности.

Разность $(E - e)$ выражает закон Дальтона и является основным фактором интенсивности испарения, т.е. чем меньше водяного пара над испаряющей поверхностью при той же величине E , тем больше скорость испарения.

Водяной пар, содержащийся в атмосфере, может переходить в жидкое или твердое состояние лишь в том случае, когда его парциальное давление превышает давление насыщенного пара, т.е. когда $e > E$. Поэтому для начала конденсации или сублимации либо парциальное давление водяного пара в воздухе должно увеличиваться до значения, превышающего давление насыщенного пара, либо температура воздуха должна опуститься ниже точки росы. При дальнейшем понижении температуры парциальное давление водяного пара не может превышать максимально возможного. Поэтому оно тоже понижается, а избыток пара непрерывно конденсируется.

Конденсация водяного пара происходит вследствие охлаждения земной поверхности путем излучения и последующего охлаждения прилегающего слоя атмосферы.

В ясную тихую погоду после захода Солнца земная поверхность и наземные предметы под влиянием излучения начинают охлаждаться. Охлаждается и прилегающий к ним слой атмосферы. Водяной пар, содержащийся в этом слое, приближается к состоянию насыщения. Когда температура земной поверхности и наземных предметов опускается ниже точки росы воздуха, водяной пар из воздуха конденсируется на них, образуя капли росы. Охлаждение приземного воздуха ниже точки росы может привести к конденсации водяного пара также и в воздухе. При этом образуется туман.

Заключение

Испарение зависит от скорости ветра, поскольку ветер и связанная с ним турбулентность относят водяной пар от испаряющей поверхности и создают дефицит насыщения.

В реальных условиях атмосферы наряду с испарением происходит обратный процесс-превращение водяного пара в капельки воды (конденсация), при низких тем-

пературах- в кристаллики льда (сублимация-переход водяного пара из газообразного состояния в лед, минуя жидкую фазу).

При сублимации водяного пара сначала возникают жидкие зародышевые капельки на обычных ядрах конденсации. При достаточно низких отрицательных температурах они замерзают, и лишь после этого на них развиваются кристаллы. В атмосфере водяные капельки не замерзают, а остаются переохлажденными даже при температурах значительно ниже 0 °С. Например, в облаках и туманах переохлажденные капли иногда встречаются при температуре —40 °С. Однако большая часть капель переходит в твердое состояние уже в пределах температур от —12 до —17 °С.

Воздух, соприкасающийся с холодной почвой и наземными предметами, может охладиться до точки росы. При дальнейшем его охлаждении избыток пара начинает конденсироваться на поверхности охлажденных предметов. При этом выпадает роса и образуются жидкий налет, а также твердый налет, иней и кристаллическая изморозь. Кроме того, результатами процесса сублимации являются гололед, зернистая изморозь и обледенение, которые возникают при оседании и последующем замерзании переохлажденных капель и при непосредственном оседании ледяных кристаллов на земной поверхности и наземных предметах.

Конденсация и сублимация происходят при наличии ядер конденсации. Ядрами конденсации являются взвешенные в воздухе мельчайшие частицы почвы, горных паров, органических веществ, вулканической и космической пыли. Эти частицы в большом количестве поступают в атмосферу при ее турбулентном перемешивании и под воздействием восходящих движений воздуха. В атмосфере водяные капельки воды не замерзают, находясь в переохлажденном состоянии, например в облаках и туманах при температуре.

Литература

1. <http://meteorologist.ru/kondensatsiya-vodyanogo-para-v-atmosfere.html>
2. <http://www.geo-site.ru/index.php/2011-01-11-14-45-02/141-2011-10-02-14-59-59/790-kondensatsia.html>
3. http://slavavode.ucoz.ru/index/krugovorot_vody/0-172

Продукты конденсации водяного пара в атмосфере

Субарова М.В.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Одним из условий начала конденсации является охлаждение воздуха. При понижении его температуры до точки росы пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным. При дальнейшем понижении температуры излишек пара, превышающий упругость насыщения конденсируется. Во влажном пересыщенном воздухе, искусственно очищенном от примесей, капельки воды начинают образовываться только при 6—8-кратном превышении упругости насыщения при данной температуре. В реальной же атмосфере содержится огромное количество различных частиц, из которых наибольшую роль для начала конденсации играют гигроскопические частицы. Частицы, на которых происходит конденсация водяного пара, называют ядрами конденсации. В настоящее время вследствие сжигания огромных масс угля, нефти, дерева, торфа и т. п. концентрация ядер конденсации возрастает.

1. Основные продукты конденсации

Основными продуктами конденсации являются облачность и туман.

Принципиальной разницы между понятиями «туман» и «облако» не существует. Отличие состоит лишь в том, что туман стелется по земле, а облако «плывёт» по небу. Например, наблюдателю, смотрящему снизу, из долины, на окутанный облаками склон горы, будет представляться, что это облако. А человеку, стоящему на этом самом склоне, будет казаться, что вокруг него туман!

Облака́ — взвешенные в атмосфере продукты конденсации водяного пара, видимые на небе с поверхности земли.

Облака состоят из мельчайших капель воды и/или кристаллов льда.

Туман — атмосферное явление, скопление воды в воздухе, когда образуются мельчайшие продукты конденсации водяного пара.

Относительная влажность воздуха при туманах обычно близка к 100 % (по крайней мере, превышает 85-90 %). Однако в сильные морозы (-30° и ниже) в населённых пунктах, на железнодорожных станциях и аэродромах туманы могут наблюдаться при любой относительной влажности воздуха (даже менее 50 %) — за счёт конденсации водяного пара, образующегося при сгорании топлива (в двигателях, печах и т. п.) и выбрасываемого в атмосферу через выхлопные трубы и дымоходы.

Непрерывная продолжительность туманов составляет обычно от нескольких часов (а иногда полчаса-час) до нескольких суток, особенно в холодный период года.

На метеостанциях отмечают следующие виды тумана:

1) 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.

2) Просвечивающий туман — туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м, слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба (количество и форму облаков).

3) Сплошной туман - туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1000 м, достаточно развитый по вертикали, так что невозможно определить состояние неба (количество и форму облаков).

2. Состав и происхождение продуктов конденсации

Что же касается состава, то и туман и облако представляют собой скопление водяных капель или кристалликов льда, взвешенных в воздухе. И механизм образования этих двух явлений также схож: необходимо, чтобы содержащийся в атмосфере водяной пар начал конденсироваться или сублимироваться. В первом случае продуктами конденсации будут водяные капельки, во втором случае, при очень низких температурах воздуха, сразу будут образовываться кристаллики льда.

Вообще, если бы туман не занимал огромные пространства, а облака не были бы такими массивными, мы бы не обратили на них никакого внимания. Мы бы их просто не заметили. Это связано с тем, что небольшой объём воздуха, содержащий водяные капли казался бы нам прозрачным, также как, например, стакан с водой. Но когда дело касается атмосферы, то тут мы имеем дело с очень большими объёмами. Диаметр продуктов конденсации, из которых состоит туман или облако, превышает 2 микрометра. А согласно законам физики на частицах размером больше 1–2 мкм наблюдается диффузное отражение. При этом отражение не зависит от длины волны падающего света, то есть происходит без изменения спектрального состава. А поскольку падает белый солнечный свет, то и отражается также белый свет. Именно поэтому мы воспринимаем облачные скопления и туман как нечто белёсое и мутное.

В сущности, получается, что туман и облако — это одно и то же. Мы лишь воспринимаем их по-разному.

Конденсация водяного пара (из газообразного состояние) — это переход пара, находящегося в воздухе, в жидкое состояние.

Конденсация водяного пара (из жидкого состояния) — это непосредственное превращение водяного пара в лёд. Данный процесс называется сублимацией водяного пара.

3. Образование продуктов конденсации

Конденсация в тесном смысле слова сопровождается выделением скрытой теплоты парообразования. Она выражается в образовании зародышей, т. е. комплексов молекул с пониженной кинетической энергией. Если такие комплексы оказываются устойчивыми, то они превращаются в дальнейшем в капли и кристаллы, взвешенные в воздухе. Что приводит к образованию таких явлений как дымка и облака в свободной атмосфере, дымка и туман над земной поверхностью. А если такие комплексы выделяются на земной поверхности и на наземных предметах, то эти процессы вызывают росу, иней и другие наземные гидрометеоры.

Для конденсации необходимо, чтобы воздух находился в состоянии насыщения или даже перенасыщения. Это достигается либо понижением температуры воздуха до точки росы, особенно при адиабатическом подъеме воздуха, либо увеличением влагосодержания воздуха путем испарения. Основой для образования зародышей и в дальнейшем капель внутри атмосферы являются ядра конденсации, роль которых сводится к уменьшению перенасыщения: без ядер конденсации для начала К. потребовалось бы многократное перенасыщение. Сублимация происходит на ледяных ядрах, которыми служат замерзшие капли или остатки ранее возникших кристаллов.

Искусственное поддержание температуры, влажности, чистоты и движения воздуха на определенных уровнях внутри жилых, общественных или производственных помещений.

Задача конденсации – создание наиболее комфортных условий для человека или наиболее благоприятных условий для определённых производственных задач.

Заключение

На основании всего, выше сказанного, можно сказать, что одним из условий начала конденсации является охлаждение воздуха. При понижении его температуры до точки росы пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным. При дальнейшем понижении температуры излишек пара сверх насыщенного его количества конденсируется.

Кроме охлаждения воздуха, для начала конденсации пара еще необходимо наличие в воздухе так называемых ядер конденсации. Это мельчайшие частички горных пород и почвы, попадающие в атмосферу в результате выветривания, кристаллы морской соли, пыльца растений, бактерии, а также продукты человеческой деятельности, загрязняющие атмосферу. В настоящее время количество этих продуктов возросло вследствие сжигания огромных масс угля, нефти, дерева, торфа и т.п. В нижних слоях атмосферы постоянно содержится несколько тысяч ядер конденсации в 1 см куб. воздуха.

Литература

1. <http://www.lbt.su/meteokondensatpara/629-kondensaciya-vodyanogo-para-v-atmosfere.html>
2. <http://www.gismeteo.ru/news/klimat/produkty-kondensatsii-vodyanogo-para/>
3. <http://edu-knigi.ru/polyakova/meteorologiya.php?id=47>

Атмосферное давление и способы его измерения

Шамына В.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

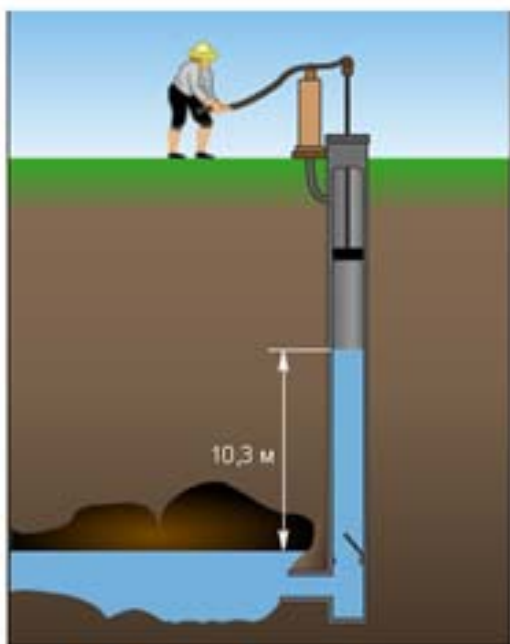
Современная атмосфера сформировалась в результате множества постепенных изменений и содержит примерно 78 % азота, 21 % кислорода и около 1 % большого числа других составных частей. Все слои имеют примерно одинаковый газовый состав. Общая масса атмосферного воздуха равна $5,25 \cdot 10^{15}$ т. Состояние атмосферы определяется рядом физических характеристик (параметров), основным из которых является атмосферное давление.

Ещё в глубокой древности человек замечал, что воздух оказывает давление на наземные предметы, особенно во время бурь и ураганов. Он пользовался этим давлением, заставляя ветер двигать парусные суда, вращать крылья ветряных мельниц. Однако долго не удавалось доказать, что воздух имеет вес. Только в XVII веке был поставлен опыт, доказавший весомость воздуха.

1. Возникновение теории об атмосферном давлении

Итальянский математик и физик Эванджелиста Торричелли родился в Фаэнце в небогатой семье; воспитывался у дяди. Учился в иезуитском колледже, а затем получил математическое образование в Риме. В 1641 г. Торричелли переехал в Арчетри, где помогал Галилею в обработке его трудов. С 1642 г., после смерти Галилея, придворный математик великого герцога Тосканского и одновременно профессор математики Флорентийского университета.

Наиболее известны труды Торричелли в области пневматики и механики. Он пошел в своих исследованиях ещё дальше и в 1643 году изобрел прибор для измерения атмосферного давления – барометр.

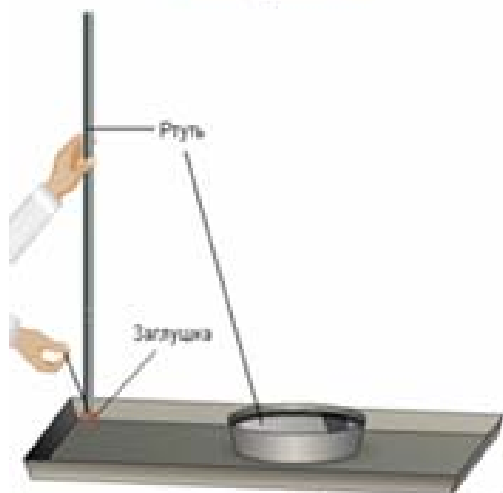


До середины 17 века считалось неприемлемым утверждение древнегреческого ученого Аристотеля о том, что вода поднимается поршнем насоса потому, что природа не терпит пустоты.

Однако при сооружении фонтанов во Флоренции (1678, г герцог Тосканский) обнаружилось, что засасываемая вода не желает подниматься выше 10,3 м.

Недоумевающие строители обратились за помощью Галилею, который сострил, что, вероятно, природа перестает бояться пустоты на высоте более 34 футов, но все же предложил разобраться в этом своему ученику Торричелли. Поиски причин упрямства воды и опыта с более тяжелой жидкости – ртутью, принятые в 1643 году Торричелли привели к открытию атмосферного давления.

Опыт Торричелли



На уровне моря высота ртутного столба составляет около 760 мм, считая её от свободной поверхности ртути

Стеклянную трубочку, длиной 1 м, запаянную с одного конца, наполняют доверху ртутью. Затем, плотно закрыв отверстие пальцем, трубочку поворачивают и опускают в чашу с ртутью. После этого палец убирают. Ртуть из трубки начинает выливаться, но не вся!

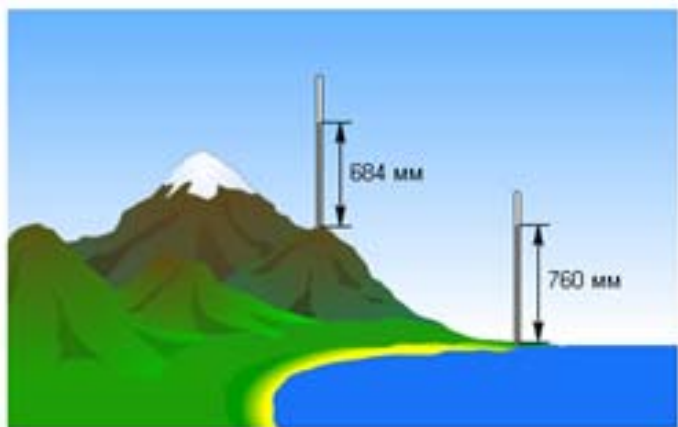
Осмысливая результаты эксперимента, Торричелли делает 2 вывода: в пространстве над ртутью в трубке нет воздуха (позже его назовут «торричеллиевой пустотой»), а ртуть не выливается из трубки обратно в сосуд потому, что атмосферный воздух давит на поверхность ртути в сосуде. Из этого следовало, что воздух имеет вес. Это утверждение казалось невероятным, не сразу было принято учеными. Однако в том, что воздух имеет вес, легко убедиться на опыте

Зная высоту столба и плотность жидкости, можно

определить величину давления атмосферы. Таким образом, из опыта Торричелли родилась метеорология.

В конце 1646 г молва об удивительных опытах Торричелли докатилось до французского города Руана, где в то время жил французский физик Блез Паскаль. Паскаль повторяет опыты Торричелли не только с ртутью, но и с маслом и с водой, красным вином, для чего потребовалось бочки, вместо чашек и трубки длиной 15 м. Эти эффектные опыты проводилось прямо на улицах Руаны, радуя жителей.

Паскаль осмелился верить, что в трубке Торричелли действительно есть пустота. И ищет этому доказательство. Для этого он инициирует опыты у подножья и на вершины горы Пюи – де Дом.



Эксперимент был проведен в 1648 г. и было доказано что при подъеме давление уменьшается. На каждые 12 м подъема давление уменьшается на 11 мм. Но на больших высотах это закономерность нарушается.

2. Атмосферное давление

Давление, оказываемое атмосферой Земли на все находящиеся в ней предметы, называется атмосферным давлением. Наибольшее давление, обусловленное весом воздуха, испытывает поверхность Земли, а также все тела, находящиеся на ней.

Показателем давления служит высота ртутного столба в мм, уравновешиваемого давлением воздуха. В системе СГС атмосферное давление измеряется в миллибарах (мбар), 760 мм рт. ст. эквивалентно 1013.25 мб. Основной единицей давления в системе СИ, служит паскаль [Па]; $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$. В системе СИ давление 1013.25 мб эквивалентно 101325 Па или 1013.25 гПа.

При повышении температуры воздух расширяется и конвективно поднимается, а давление падает. При уменьшении температуры воздух сжимается, становится более плотным, а давление растет.

Распределение атмосферного давления по земной поверхности обуславливает движение воздушных масс и атмосферных фронтов, определяет направление и скорость ветра.

«Нормальным» атмосферным давлением называется давление, равное весу ртутного столба высотой 760 мм, находящегося при температуре 0.0°C , на широте 45° и на уровне моря.

Но это вовсе не означает, что такая величина атмосферного давления является климатической нормой для всех регионов и в течение всего года. Жителям Владивостока, можно сказать, повезло: среднее атмосферное давление за год составляет около 761 мм.рт. ст., хотя и жители горной деревушки Ток-Джалунг в Тибете на высоте 4919 м, тоже не страдают, а атмосферное давление там при температуре 0° всего 413 мм.рт. ст.

Каждое утро в сводках погоды передаются данные об атмосферном давлении на уровне моря.

Почему же атмосферное давление, измеренное на суше, чаще всего приводят к уровню моря? Дело в том, что атмосферное давление убывает с высотой и довольно существенно. Так на высоте 5000 м оно уже примерно в два раза ниже. Поэтому для получения представления о реальном пространственном распределении атмосферного давления и для сравнимости его величины в различных местностях и на разных высотах, для составления синоптических карт и т.п., давление приводят к единому уровню, т.е. к уровню моря.

Измеренное на площадке метеостанции расположенной на высоте 187 м над уровнем моря атмосферное давление, в среднем на 16-18 мм.рт. ст. ниже, чем внизу на берегу моря. При подъеме на 10,5 метра атмосферное давление понижается на 1 мм ртутного столба.

Атмосферное давление изменяется не только с высотой. В одном и том же пункте на земной поверхности атмосферное давление, то увеличивается, то уменьшается. Причина колебаний атмосферного давления заключается в том, что давление воздуха зависит от его температуры. Воздух при нагревании расширяется. Теплый воздух легче холодного, поэтому 1 м воздуха на одной и той же высоте весит меньше, чем 1 м холодного. Значит, давление теплого воздуха на земную поверхность меньше, чем холодного.

В суточном ходе атмосферного давления обнаруживаются 2 максимума: в 9-10 ч и 21-22 ч, и 2 минимума: в 3-4 ч и 15-16 ч. Особенно правильный суточный ход оно имеет в тропических странах, где дневное колебание достигает 2,4 мм рт. ст., а ночное - 1,6 мм рт. см. С увеличением широты амплитуда изменения атмосферного давления уменьшается, но вместе с тем становятся более сильными непериодические изменения атмосферного давления.

3. Методы измерения атмосферного давления

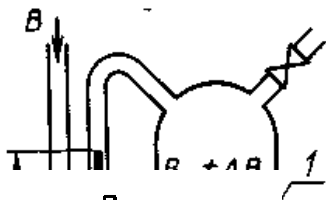
Барометр (греч. *baros* — тяжесть, давление и *metreo* — измеряю) — прибор для измерения атмосферного давления. Этот прибор используют на всех метеорологических станциях, где ведутся наблюдения за погодой. Более сложного устройства барометр установлен как эталонный в главной геофизической обсерватории в Санкт-Петербурге, и по нему выверяют все другие барометры. По принципу действия различают:



а) жидкостный, в частности ртутный барометр. Ртутный барометр состоит из вертикальной стеклянной трубки, наполненной ртутью; верхний конец трубки запаян, а нижний опущен в чашку с ртутью. В верхней части трубки образуется вакуум. При увеличении давления воздух давит на поверхность ртути в чашке и часть ртути входит в трубку, а при понижении давления происходит обратное. Трубка заключена в оправу, в верхней части которой имеется вертикальный прорез, позволяющий видеть мениск ртути. В пределах этого прореза на оправе нанесена шкала в миллиметрах ртутного столба.

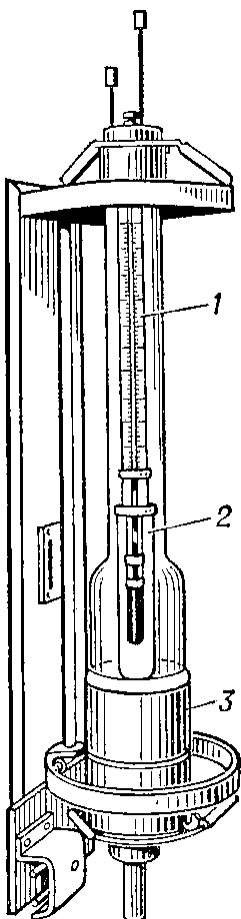


б) барометр-анероид («без жидкости»). Он более удобен в походах и экспедициях, чем ртутный. Анероид, построенный на использовании упругих деформаций тел при колебаниях давления. Колебания атмосферного давления воспринимаются круглой металлической коробкой с волнистыми стенками, из которой удален воздух. Эластические стенки коробки при повышении давления прогибаются, при уменьшении выпячиваются. Системой передач стенки коробки связаны со стрелкой прибора которая указывает на шкале прибора, градуированной в миллиметрах ртутного столба, величину атмосферного давления.



в) газовый — измеряет давление по величине объема постоянного количества газа, изолированного от внешнего воздуха подвижным столбиком жидкости;

В дифференциальном газовом барометре системы Д.И. Менделеева изменение атмосферного давления определяется комбинированным методом. Барометр состоит из замкнутого сосуда 1, соединенного с давлением окружающего воздуха при помощи V-образного жидкостного манометра 2. Барометр основан на уравнивании изменений атмосферного давления как столбом жидкости, так и сжатием (расширением) газа в замкнутом сосуде по закону Бойля-Мариотта. Как и ранее, необходимо тщательное термостатирование сосуда 1 или введение температурной поправки, равной 0,37 % на 1°C.



г) гипсотермометр — прибор для измерения высоты над уровнем моря, основанный на зависимости точки кипения воды от атмосферного давления.

Кипение жидкости наступает, когда упругость образующегося в ней пара достигает величины внешнего давления. Измерив температуру пара кипящей жидкости, по специальным таблицам находят величину атмосферного давления. Гипсотермометр состоит из специального термометра – 1, позволяющего отсчитывать температуру с точностью 0,01°, и кипятыльника, который

состоит из металлического сосуда – 3 с дистиллированной водой и раздвижной трубки – 2 с двойными стенками.

Термометр помещается внутри этой трубки и омывается парами кипящей воды. Выпускаются Г., у которых деления на шкале термометра нанесены в единицах давления (мм рт. ст. или мб).

На многих метеостанциях используют барограф — прибор, который осуществляет непрерывную запись хода атмосферного давления на вращаемом часовым механизмом барабане.

В качестве барометров могут выступать и некоторые растения, которые безошибочно подсказывают, какой будет погода.

В своём основном труде по механике «О движении свободно падающих и брошенных тяжёлых тел» (1641) Торричелли развивал идеи Галилея о движении, сформулировал принцип движения центров тяжести, установил параболичность траектории тел, брошенных под углом к горизонту, доказал другие теоремы баллистики. Торричелли заложил основы гидравлики, вывел формулу для скорости истечения идеальной жидкости из сосуда (формула Торричелли). Ему принадлежат также работы по математике (в частности, развил метод «неделимых») и баллистике, усовершенствованию оптических приборов, шлифовке линз. Усовершенствовал воздушный термоскоп Галилея, переделав его в спиртовой термометр.

Заключение

Атмосферное давление является важнейшей характеристикой состояния атмосферы. Оно оказывает большое влияние на процессы, происходящие на нашей планете, и, конечно, оно влияет на организм человека, поэтому нам просто необходимо иметь представление об атмосферном давлении и его измерении. На протяжении многих лет человек приумножил знания о нем. Появилось множество способов, методов, приборов для измерения этой важной характеристики атмосферы.

Литература

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Атмосферное_давление
2. http://class-fizika.narod.ru/7_davlprib.htm
3. <http://fcior.edu.ru/card/11196/atmosfernoe-davlenie-i-metody-ego-izmereniya.html>

Природа возникновения ветров и закономерность развития ветровых процессов

Шаповалов Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Ветер вызван разницей в давлении между двумя разными воздушными областями. Если существует ненулевой барический градиент, то ветер движется с ускорением от зоны высокого давления в зону с низким давлением. На планете, которая вращается, к этому градиенту прибавляется сила Кориолиса. Таким образом, главными факторами, которые образуют циркуляцию атмосферы в глобальном масштабе, является разница в нагреве воздуха и солнечным ветром между экваториальными и полярными районами, которые вызывают разницу в температуре и, соответственно, плотности потоков воздуха, а в свою очередь и разницу в давлении (а также силы Кориолиса). В результате действия этих факторов, движение воздуха в средних широтах в приповерхностной области вплотную к ветру приводит к образованию геострофического ветра и его движению, направленного практически параллельно изобарам.

1. Основные сведения

Важным фактором, который говорит о перемещениях воздуха, является его трение об поверхность, которая задерживает это движение и заставляет воздух двигаться в сторону зон с низким давлением. Кроме того, локальные барьеры и локальные градиенты температуры поверхности способны создавать местные ветры. Разница между реальным и геострофическим ветром называется агеострофическим ветром. Он отвечает за создание хаотичных вихревых процессов, таких как циклоны и антициклоны. В то время как направление приповерхностных в тропических и полярных районах определяется преимущественно эффектами глобальной циркуляции атмосферы, которые в умеренных широтах обычно слабые и циклоны вместе с антициклонами заменяют друг друга и изменяют свое направление каждые несколько дней.

Скорость ветров увеличивается с высотой, а их горизонтальная составляющая значительно больше вертикальной. Последнее обстоятельство является основной причиной возникновения резких порывов ветра и некоторых других мелкомасштабных эффектов. Суммарная кинетическая энергия ветров оценивается величиной порядка $0,7 \times 10^{21}$ Дж. Вследствие трения, в основном в атмосфере, а также при контакте с земной и водной поверхностями эта энергия непрерывно рассеивается, при этом рассеиваемая мощность— порядка 1200 ТВт ($1,2 \times 10^{15}$ Вт), что равно примерно 1% поглощенной энергии солнечного излучения.

2. Классификация ветра

На метеорологических станциях ветер оценивается направлением и скоростью. Направлением ветра принято считать ту сторону горизонта, откуда дует ветер. На практике используется 16-румбовая система установления направления ветра. Ветры классифицируются на основании шкалы Бофорта.

Сила ветра – по шкале баллов, которую предложил британский адмирал Бофорт в 1805г. Лишь в 1874г она была принята Международным метеорологическим комитетом для всеобщего применения на телеграфе. Шкала 12-балльная, а в Америке – 17-балльная.

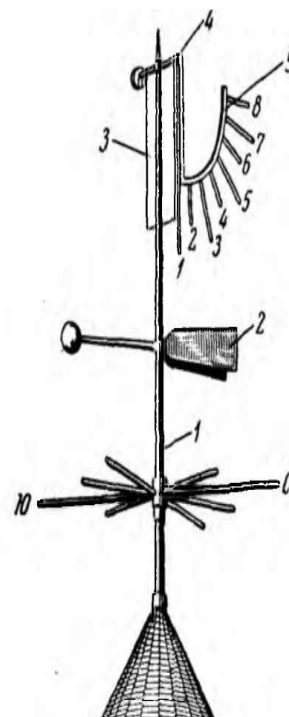
Отсчет направления ветра начинается с севера и продолжается по часовой стрелке. Скорость ветра измеряется в метрах в секунду (м/с), в километрах в час (км/ч) или баллах.

3. Измерение направления и скорости ветра

Направление ветра в метеорологии определяется как направление, из которого дует ветер. Самым простым прибором для установления направления ветра является флюгер. Ветроуказатели, установленные в аэропортах, также способны примерно показывать скорость ветра, в зависимости от которой изменяется наклон прибора.

Типичными приборами, предназначенными непосредственно для измерения скорости ветра, служат разнообразные анемометры, использующие способные вращаться чаши или пропеллеры. Для измерения с большей точностью, в частности для научных исследований, используют измерения скорости звука или измерения скорости охлаждения нагретой проволоки или мембраны под действием ветра. Другим распространенным типом является анемометров является трубка Пито, который измеряет разницу динамического давления между двумя концентрическими трубками под действием ветра и широко используется в авиационной технике.

Флюгер (нидерл. Vleugel) — метеорологический прибор для измерения направления (иногда и скорости) ветра. В России до XVIII века употреблялись слова прапор, прапорица. Флюгер в российских письменных источниках появился в форме «флюгель» в Уставе морском 1720 года.

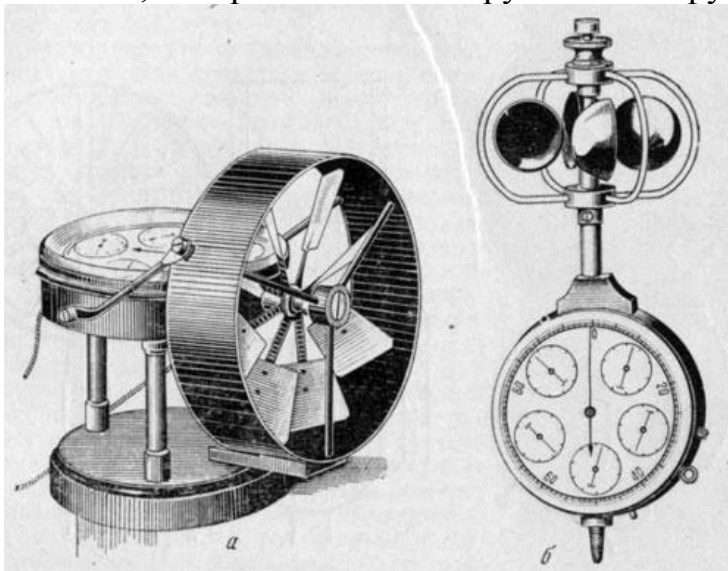


Флюгер, измеряющий одновременно направление и силу ветра называют флюгером Вильда.

Флюгер представляет собой металлический флаг, расположенный на вертикальной оси и поворачивающийся под воздействием ветра. Противовес флага направлен в сторону, откуда дует ветер. Направление ветра может определяться по горизонтальным штифтам, ориентированным по восьми румбам, а на современных флюгерах — с помощью электронного прибора (энкодера).

На флюгере, перпендикулярно направлению ветра, может устанавливаться свободно качающаяся металлическая пластина (см. флюгер Вильда), по углу отклонения которой от вертикали определяется сила ветра. В современных флюгерах для определения силы ветра используется легкий пропеллер.

Анемометр (от др.-греч. $\alpha\upsilon\epsilon\omicron\varsigma$ — ветер и $\mu\epsilon\tau\omega$ — измеряю) — метеорологический прибор для измерения скорости ветра. Состоит из чашечной (или лопастной) вертушки, укрепленной на оси, которая соединена с измерительным механизмом. При возникновении воздушного потока, ветер толкает чашечки, которые начинают крутиться вокруг оси.



В зависимости от конструкции анемометра, он либо замеряет число оборотов чашечек вокруг оси за заданное время, что равно определённому расстоянию, после чего рассчитывается средняя скорость ветра, расстояние делится на время (анемометр ручной). Либо чашечки соединены с электрическим индукционным тахометром, что позволяет прибору сразу показывать скорость ветра на данный момент, без дополнительных вычислений, и следить за изменениями в скорости ветра в режиме реального времени (анемометр индукционный).

Скорость ветра на метеорологических станциях большинстве стран мира обычно измеряют на высоте 10 м и усредняют за 10 минут. Исключение составляют США, где скорость усредняют за 1 минуту, и Индия, где её усредняют за 3 минуты. Период усреднения имеет важное значение, поскольку, например, скорость постоянного ветра, измеренная за 1 минуту, обычно на 14 % выше значения, измеренного за 10 минут. Короткие периоды быстрого ветра исследуют отдельно, а периоды, за которые скорость ветра превышает усредненную за 10 минут скорость как минимум на 10 узлов (82 м/с), называются порывами. Шквалом называется удвоение скорости ветра, сильнее определенного порога, который длится минуту или больше.

Для исследования скорости ветров во многих точках используют зонды, скорость которых определяют с помощью ГЛОНАСС или GPS, радионавигации или слежения за зондом с помощью радара или теодолита. Другими методами является использование таких методов как содары, доплеровские лидары и радары, способные измерять доплеровский сдвиг электромагнитного излучения, отраженного или рассеянного аэрозольными частицами или даже молекулами воздуха. В дополнение, радиометры и радары используют воздух для измерения неравенства водной поверхности, что хорошо отражает приповерхностную скорость ветра над океаном. С помощью съемки движения облаков с геостационарных спутников можно установить скорость ветра на больших высотах.

Типичным способом представления данных по ветрам служат атласы и карты ветров. Эти атласы обычно составляются для климатологических исследований и могут содер-

жать информацию как о средней скорости, так и об относительной частоте ветров каждой скорости в регионе. Обычно атлас содержит средние за час данные, измеренные на высоте 10 м и усредненные за десятки лет. Для отдельных потребностей используются и другие стандарты составления карт ветра. Так, для нужд ветроэнергетики измерения проводят на высоте более 10 м, обычно 30-100 м, и приводят данные в виде средней удельной мощности ветрового потока.

Наибольшая скорость порыва ветра на Земле (на стандартной высоте 10 м) была зарегистрирована автоматической метеорологической станцией на австралийском острове Барроу во время циклона Оливия 10 апреля 1996 года. Она составляла 113 м/с (408 км/ч). Второе по величине значение скорости порыва ветра составляет 103 м/с (371 км/ч). Оно было зарегистрировано 12 апреля 1934 года в обсерватории на горе Вашингтон в Нью-Гемпшире. Над морем Содружества дуют самые быстрые постоянные ветры — 320 км/ч. Скорости могут быть большими во время таких явлений, как смерч, но их точное измерение очень тяжело и надежных данных для них не существует. Для классификации смерчей и торнадо по скорости ветра и разрушительной силе применяют Шкалу Фудзиты. Рекорд для скорости ветра на равнинной местности был зафиксирован 8 марта 1972 года на военно-воздушной базе США в Туле, Гренландия — 333 км/ч.

4. Ветровой режим на территории Беларуси

Ветровой режим на территории Беларуси обусловлен общей циркуляцией атмосферы над континентом Евразии и над Атлантическим океаном и определяется существованием центров действия атмосферы: Исландской депрессии – на протяжении всего года, Сибирского антициклона – зимой и Озерского антициклона – летом. Под их влиянием с ноября по март преобладают юго-западные ветры, а с мая по сентябрь – северо-западные. Скорость ветра зимой – 4-5 м/с, летом – 2-3 м/с. Сильные ветры бывают редко (5-10 дней в году). Зимой – при прохождении холодного фронта, летом – при ливнях бывают бури. Летом изредка бывают смерчи. На берегах больших озер существует бризовая циркуляция.

Средняя скорость ветра по периодам имеет следующие значения:

1940-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2001
3,6 м/с	3,2 м/с	3,1 м/с	2,9 м/с

Как известно, в формулы ветровой нагрузки и энергии, переносимой ветром, скорость ветра входит в квадрате и кубе, поэтому наблюдаемое уменьшение скорости является весьма существенным. В частности, оно означает уменьшение переносимой энергии в среднем более чем 1,5 раза.

Заключение

Сейчас нет достаточно обоснованных прогнозов того, как будет меняться скорость ветра в ближайшие десятилетия. Но сам факт уменьшения скорости ветра, даже просто как возможные колебания, должен учитываться в соответствующих расчетах, в частности, при разработке нетрадиционных источников энергии.

Литература

1. Леонович И.И. Дорожная климатология: учебник / И.И. Леонович. – Мн.: БНТУ, 2005. – 485 с.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ветер> – Характеристика ветра

Циклонические процессы в различных районах земного шара

Шатёр Д.И.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Основными факторами, влияющими на формирование климата Земли, является солнечная радиация, циркуляция атмосферы и характер подстилающей поверхности. При их совместном влиянии формируется климат в различных районах земного шара. Количество поступающего солнечного тепла зависит от ряда факторов. Определяющим является угол падения солнечных лучей. Поэтому на низких географических широтах поступает значительно больше солнечной энергии, чем на средних и тем более высоких широтах.

Общей циркуляцией атмосферы называют замкнутые течения воздушных масс в масштабах полушария или всего земного шара, приводящие к широтному и меридиональному переносу вещества и энергии в атмосфере. Главной причиной возникновения воздушных течений в атмосфере служит неравномерное распределение тепла на поверхности Земли, что приводит к неодинаковому нагреванию почвы и воздуха в различных поясах земного шара. Таким образом, солнечная энергия является первопричиной всех движений в воздушной оболочке Земли. Кроме притока солнечной энергии к важнейшим факторам, вызывающим возникновение ветра, относятся также вращение Земли вокруг своей оси, неоднородность подстилающей поверхности и трение воздуха о почву. В земной атмосфере наблюдаются воздушные движения самых различных масштабов – от десятков и сотен метров (местные ветры) до сотен и тысяч километров (циклоны, антициклоны, муссоны, пассаты, планетарные фронтальные зоны). Простейшая схема глобальной циркуляции атмосферы была составлена более 200 лет назад. Ее основные положения не потеряли своего значения и до сих пор.

В данном докладе представлена информация о циклонических процессах земного шара, о их влиянии и значении. Доклад содержит следующие разделы:

1. Распределение воздушных течений и давлений в атмосфере Земли
2. Тропические циклоны
3. Циклоны умеренных широт
4. Антициклоны

1. Распределение воздушных течений и давлений в атмосфере Земли

Циклон (от греческого *kyklos* – кружащийся) – область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре. Поперечник циклона – несколько тысяч километров. Характеризуется системой ветров, дующих против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой – в Южном. Погода при циклонах преобладает пасмурная с сильными ветрами. Это связано с особенностями распределения давления и характером циркуляции воздуха. Атмосферные процессы, которые развиваются на обширных территориях и значительны по масштабам, относятся к звеньям общей *циркуляции атмосферы*.

Исследования этих процессов опираются на физические законы, определяющие изменения свойств воздуха и его движение; при этом учитываются широта места, с которой связано количество притекающей солнечной энергии, а также характер и свойства подстилающей поверхности (суша, характер её рельефа, море), реализующей эту энергию.

Общая циркуляция атмосферы – система крупномасштабных воздушных течений над земным шаром.

В тропосфере сюда относятся *пассаты*, *муссоны*, воздушные течения, связанные с *циклонами* и *антициклонами*, в стратосфере – преимущественно западные переносы воздуха с наложенными на них длинными волнами. Создавая перенос воздуха, а с ним тепла и влаги из одних широт и регионов в другие, циркуляция атмосферы является важнейшим климатообразующим процессом. Характер погоды и его изменения в любом месте Земли определяются не только местными условиями теплооборота между земной поверхностью и атмосферой, но и циркуляцией атмосферы.

Существование циркуляции атмосферы обусловлено неоднородным распределением *атмосферного давления*, вызванным прежде всего неодинаковым притоком солнечной радиации в различных широтах Земли и различными физическими свойствами земной поверхности, особенно в связи с её разделением на сушу и море. Неравномерное распределение тепла на земной поверхности и обмен теплом между ней и атмосферой приводят в результате к постоянному существованию циркуляции атмосферы, энергия которой расходуется на трение, но непрерывно пополняется за счёт солнечной радиации.

Вследствие *силы Кориолиса* движение воздуха при общей циркуляции атмосферы является квазигеострофическим, т.е. оно достаточно близко к *геострофическому ветру*, направленному по изобарам, перпендикулярно барическому градиенту. А так как атмосферное давление распределяется над земным шаром в общем зонально (изобары близки к широтным кругам), то и перенос воздуха имеет зональный характер. Распределение атмосферного давления над земной поверхностью, а с ним и воздушные течения зональны лишь в общих чертах. В действительности циркуляция атмосферы находится в непрерывном изменении, как в связи с сезонными изменениями в распределении источников тепла на земной поверхности и в атмосфере, так и в связи с циклонической деятельностью, которая осуществляет обмен воздуха между низкими и высокими широтами Земли. В низких широтах Земля получает больше тепла от Солнца, чем теряет его путём собственного излучения. В высоких широтах обмен воздухом приводит к переносу тепла из низких широт в высокие и холода из высоких широт в низкие, что обуславливает сохранение теплового равновесия на всех широтах Земли.

Поскольку температура воздуха в тропосфере в среднем убывает от низких широт к высоким, атмосферное давление в среднем также убывает в каждой полушарии от низких широт к высоким. Поэтому, начиная примерно с высоты 5 км, где влияние материков, океанов и циклонической деятельности на структуру полей давления и движения воздуха становится малым, устанавливается западный перенос воздуха почти над всем земным шаром за исключением приэкваториальной зоны (рис. 1 а). Отсюда распространённое выражение "погода к нам идёт с запада").

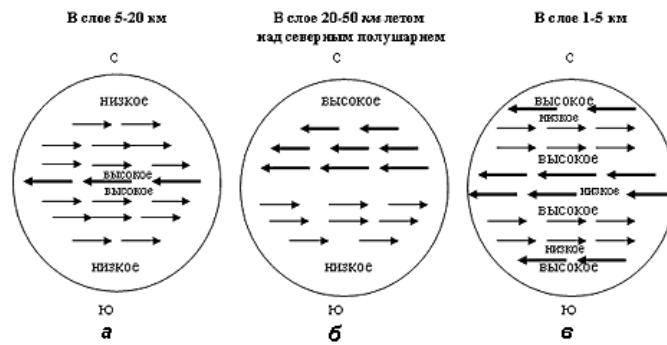


Рисунок 1- Схема общей циркуляции атмосферы на различных высотах над земной поверхностью



Рисунок 2- Циклон

Под влиянием трения в нижних слоях атмосферы в циклоне наблюдается, помимо кругового движения воздуха, еще и движение от периферии к центру, и поэтому возникает постоянное вертикальное, восходящее, движение воздуха и его охлаждение по мере подъема. Воздух, охлаждаясь, становится влагонасыщенным, в нем образуются облака, дающие осадки. В циклонах, особенно вблизи их центров, всегда велика разность давления между центром и периферией (т.е. велики так называемые горизонтальные градиенты давления) и, следовательно, постоянно наблюдаются сильные порывистые ветры (вихри). По своему происхождению вихри разделяются на две основные группы: тропические (ураганы, тайфуны) и циклоны умеренных широт.

Зимой в данном полушарии западный перенос захватывает не только верхнюю тропосферу, но и всю стратосферу и мезосферу. Однако летом стратосфера над полюсом сильно нагревается и становится значительно теплее, чем над экватором, поэтому меридиональный градиент давления, начиная примерно с 20 км, меняет своё направление и зональный перенос воздуха соответственно меняется с западного на восточный (рис. 1 б).

У земной поверхности и в нижней тропосфере зональное распределение давления сложнее, поскольку оно в большей степени определяется циклонической деятельностью. Циклоны, перемещаясь к востоку, в тоже время отклоняются в более высокие широты, а антициклоны – в более низкие. Поэтому в нижней тропосфере (и у земной поверхности)

образуются две субтропические зоны повышенного давления по обе стороны от экватора (рис. 1 в), вдоль которого давление понижено (экваториальная депрессия); в субполярных широтах образуются две зоны пониженного давления (субполярные депрессии); в самых высоких широтах давление повышено. Этому распределению давления соответствуют западный перенос в средних широтах каждого из полушарий и восточный перенос в тропических и высоких широтах.

2. Тропические циклоны.

Родина тропических вихрей – океанские просторы в приэкваториальной области примерно между 10–15° северной и южной широт, их диаметр – несколько сотен километров, а высота – от 5 до 15 км. Тропические циклоны могут возникать в любое время года в тропических частях всех океанов, за исключением юго-восточной части Тихого океана и южной части Атлантики. Наиболее часто (в 87% случаев) тропические циклоны возникают между широтами 5° и 20°. В более высоких широтах они возникают лишь в 13% случаев. Никогда не отмечалось возникновение циклонов севернее 35° северной широты и южнее 22° южной широты. Тропические циклоны, достигшие значительной интенсивности, в каждом районе имеют свое название. В восточной части Тихого океана и в Атлантике их называют ураганами (от испанского слова «уракан» или английского «харикейн»), в странах полуострова Индостан – циклонами или штормами, на Дальнем Востоке – тайфунами (от китайского слова «тай», что означает сильный ветер). Есть и менее распространенные местные названия: «вилли-вилли» – в Австралии, «вилли-вау» – в Океании и «багио» – на Филиппинах. Тайфунам Тихого океана и ураганам Атлантики присваивают имена согласно установленным спискам. Для тайфунов используются четыре списка имен, для ураганов установлен один. Каждому тайфуну или урагану, образовавшемуся в данном календарном году, кроме имени присваивается порядковый номер двухзначная цифра года: например, 0115, что означает пятнадцатый по счету номер тайфуна в 2001.

Чаще всего они образуются в северной части тропической зоны Тихого океана: здесь, в среднем, за год прослеживается около 30 циклонов. В умеренные широты тропические циклоны выходят в период с конца июня по начало октября, а наиболее активны в августе-октябре. Отличительной особенностью циклонов этой группы является то, что они термически однородны (т.е. нет температурных контрастов между различными частями вихря), в них сосредоточено колоссальное количество энергии, они приносят с собой штормовые ветры и сильные осадки.

Тропические циклоны образуются там, где наблюдается высокая температура поверхности воды (выше 26°), а разность температур вода-воздух более 2°. Это приводит к усилению испарения, увеличению запасов влаги в воздухе, что, в известной степени, определяет накопление тепловой энергии в атмосфере и способствует вертикальному подъему воздуха. Появляющаяся мощная тяга увлекает все новые и новые объемы воздуха, нагретые и увлажненные над водной поверхностью. Вращение Земли придает подъему воздуха вихревое движение, и вихрь становится подобным гигантскому волчку, энергия которого грандиозна. Центральную часть воронки называют «глазом бури». Это феноменальное явление, которое поражает особенностями своего «поведения». Когда глаз бури хорошо выражен, на его границе осадки внезапно прекращаются, небо проясняется, а ветер значительно ослабевает, иногда до штиля. Форма глаза бури может быть самой разной, она постоянно меняется. Иногда встречается даже двойной глаз. Средний

диаметр глаза бури в хорошо развитых циклонах равен 10–25 км, а в разрушительных он составляет 60–70 км.

Тропические циклоны в зависимости от их интенсивности:

1. Тропическое возмущение – скорости ветра небольшие (менее 17 м/с).
2. Тропическая депрессия – скорость ветра достигает 17–20 м/с.
3. Тропический шторм – скорость ветра до 38 м/с.
4. Тайфун (ураган) – скорость ветра превышает 39 м/с.

В жизненном цикле тропического циклона выделяют четыре стадии:

1. Стадия формирования. Начинается с появления первой замкнутой изобары (изобара – линия равного давления). Давление в центре циклона опускается до 990 гПа. Лишь около 10% тропических депрессий получает дальнейшее развитие.

2. Стадия молодого циклона или стадия развития. Циклон начинает быстро углубляться, т.е. отмечается интенсивное падение давления. Ветры ураганной силы образуют вокруг центра кольцо радиусом 40–50 км.

3. Стадия зрелости. Падение давления в центре циклона и увеличение скорости ветра постепенно прекращаются. Область штормовых ветров и интенсивных ливней увеличивается в размерах. Диаметр тропических циклонов в стадии развития и в зрелой стадии может колебаться от 60–70 км до 1000 км.

4. Стадия затухания. Начало заполнения циклона роста давления в его центре). Затухание происходит при перемещении тропического циклона в зону более низких температур поверхности воды или при переходе на сушу. Это связано с уменьшением притока энергии (тепла и влаги) с поверхности океана, а при выходе на сушу еще и с увеличением трения о подстилающую поверхность.

Двигаясь в сторону умеренных широт, тропические циклоны постепенно теряют свою силу и затухают.

Тайфуны. К числу наиболее мощных и разрушительных тропических циклонов относятся тайфуны, они возникают над океаном к северо-востоку от Филиппин. Средняя продолжительность существования тайфуна составляет 11 дней, а максимальная – 18 дней. Минимальное давление, наблюдавшееся в таких тропических циклонах, колеблется в широких пределах: от 885 до 980 гПа. Максимальные суточные суммы осадков достигают 400 мм, а скорость ветра – 20–35 м/с. Основной сезон выхода тайфунов в умеренные широты с июля по сентябрь.

Торнадо. Сильные штормы на Земле могут вызвать появление необычных, небольших по размерам, но неистовых облаков. Торнадо кружатся со скоростью сотен километров в секунду, а когда они достигают поверхности Земли, сметают практически все на своем пути вдоль длинной и узкой полосы следования. Как правило, торнадо длятся не более нескольких минут, но самые сильные и опасные из них могут продолжаться часами.

3. Циклоны умеренных широт.

Циклоны умеренных широт менее опасны, они возникают преимущественно в зонах атмосферных фронтов, где встречаются две различные воздушные массы. В северном полушарии самые обширные циклоны обычно наблюдаются над акваториями Атлантического и Тихого океанов. Повторяемость их зависит от времени года и географического района. В среднем, в северном полушарии циклоны над европейской частью континента более часты зимой, над Азиатской – летом. Циклоны имеют диаметр порядка 2–3 тыс. км и более.

Погода в циклоне внетропических широт неоднородна: различают переднюю и тыловую части циклона, левую и правую – по отношению к направлению его движения. В передней части циклона преобладают сплошная слоистообразная облачность теплого фронта, обложные осадки с ветрами южной четверти горизонта. В тылу циклона, за холодным фронтом, погода отличается неустойчивостью, с выпадением осадков ливневого типа, порывистым ветром северо-западной и северной четвертей; облачность может быть с разрывами и даже с кратковременными прояснениями, а летом – конвективного типа. Левая (чаще всего северная) часть циклона характеризуется условиями погоды, которые можно назвать промежуточными между передней и тыловой частями циклона; преобладают ветры восточной и северо-восточной четверти, облака сплошные, осадки обложные, выпадающие с перерывами и постепенно переходящие в кратковременные ливневого типа. Правая южная часть циклона некоторый период его жизни является «теплым сектором» – она заполнена теплой воздушной массой, которая со временем вытесняется наверх. Здесь, в зависимости от сезона и типа воздушной массы, погода может быть разнообразной, но преимущественно без существенных осадков, с туманами или низкой тонкой слоистой облачностью, нередко безоблачная и всегда теплая, с ветрами южной и юго-западной четверти.

4. Антициклоны

Антициклон – область повышенного давления в атмосфере с максимумом в центре (на уровне моря 1050–1070 гПа). Поперечник антициклона – порядка тысяч километров. Антициклон характеризуется системой ветров, дующих по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой стрелки – в Южном, малооблачной и сухой погодой и слабыми ветрами.

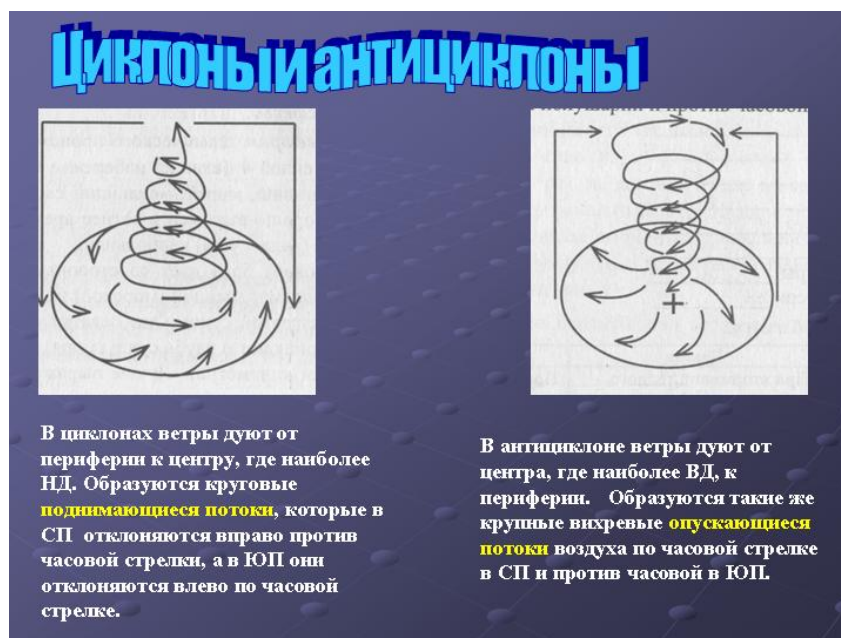


Рисунок 3- Схема сравнения циклона и антициклона

В зависимости от географического района зарождения различают внетропические и субтропические антициклоны. Возникновение и развитие антициклонов тесно связано с развитием циклонов, практически это единый процесс. В одном районе создается дефицит массы, а в соседнем – избыток. Антициклоны занимают площади, сравнимые с раз-

мером материков, над которыми они лучше развиваются зимой, а над океанами – летом. В среднем, повторяемость антициклонов в 2,5–3 раза меньше, чем циклонов.

Годовой ход выражен довольно слабо, но подвижных антициклонов над континентами немного больше, чем над океанами. Есть районы, в которых антициклоны чаще всего становятся малоподвижными и существуют длительное время. От центра антициклона воздух оттекает во все стороны, что исключает возможность сближения и взаимодействия разнородных воздушных масс. В связи с нисходящими движениями воздуха в центральных частях антициклонов преобладает малооблачная погода. Однако при значительной влажности воздуха в холодную половину года в центральной части антициклона могут наблюдаться сплошные облака, а туманы наблюдаются как зимой, так и летом.

В каждом антициклоне погода существенно меняется в различных секторах. На окраинах антициклонов условия погоды, в общих чертах, сходны с условиями погоды в примыкающих секторах соседних циклонов.

Северная окраина антициклона обычно непосредственно связана с теплым сектором соседнего циклона. Здесь в холодное полугодие часто наблюдается сплошная облачность, иногда идут слабые осадки. Нередко отмечаются туманы. Летом в этом секторе антициклона облачность небольшая, в дневные часы могут развиваться кучевые облака.

Западная окраина антициклона примыкает к передней части области низкого давления. В холодное полугодие в этой части антициклона часто отмечаются слоисто-кучевые облака, из которых выпадают слабые осадки. Зона осадков довольно обширная и перемещается вдоль изобар, огибая антициклон по часовой стрелке и претерпевая некоторые изменения. Летом на западной окраине антициклона при высокой температуре воздуха и значительной влажности нередко развиваются кучевые облака и гремят грозы.

Южная окраина антициклона примыкает к северной части циклона. Здесь нередко наблюдаются слоистые облака, из которых зимой выпадают осадки. В этой части антициклона создаются большие перепады давления, поэтому нередко усиливается ветер и возникают метели. Восточная окраина антициклона граничит с тыловой частью циклона. Летом при неустойчивой воздушной массе в дневные часы здесь образуются облака кучевых форм, выпадают ливневые дожди и гремят грозы. Зимой может наблюдаться безоблачная погода или не сплошная слоистая облачность.

В разных антициклонах наблюдаются значительные различия в погоде, что обуславливается в каждом случае свойствами воздушных масс и зависит от сезона. Поэтому для прогноза погоды свойства каждого антициклона исследуется индивидуально.

Заключение

Из всего выше сказанного можно сделать однозначный вывод об огромном влиянии циклонических процессов земного шара на жизнь и деятельность населения различных климатических регионов.

Особенно остро дают о себе знать тропические циклоны, которые не редко приводят к различным бедствиям, разрушениям и даже гибели людей.

А потому особенно важным является точное наблюдение, оценка и своевременное прогнозирование циклонических процессов земного шара.

Литература

1. http://big-archive.ru/geography/general_atmospheric_circulation/14.php
2. <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/356cf891-09d4-b370-6810-3920d70d14b3/1012328A.htm>
3. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/ATMOSFERI_TSIRKULYA_TSIYA.html