



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Методические указания и контрольные задания

для студентов заочной формы обучения

по специальности: **11.02.07 Радиотехнические информационные**

Иркутск 2017

Разработчик:

© *Озолия Велта Леоновна* преподаватель государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области **«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

Организация-разработчик:

© *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области «ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»*

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания и контрольные задания для студентов заочного обучения по учебной дисциплине «Метеорология» составлены в соответствии с требованиями ФГОС к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности

11.02.07 Радиотехнические информационные системы

Дисциплина «Метеорология» относится к общепрофессиональным дисциплинам.

Учебная дисциплина «Метеорология» входит в блок специальных дисциплин и является одной из профилирующих для студентов метеорологической специальности **11.02.07 Радиотехнические информационные системы**. В результате изучения данной дисциплины студенты должны получить знания основ современной метеорологии, закономерностей физических явлений и процессов в атмосфере, получить представление о климатообразующих факторах, их зависимости от жизнедеятельности человека

В процессе изучения дисциплины студенты должны:

Знать;

- физическую сущность процессов и явлений в атмосфере;
- метеорологические параметры и единицы их измерения;
- законы и причины изменений метеорологических величин в пространстве и времени;

Уметь;

- анализировать причины изменения метеорологических параметров в пространстве и времени;
- объяснять причины возникновения и сущность метеорологических природных явлений;

Изучение дисциплины базируется на знаниях физики, математики, географии, электротехники.

При изучении учебного материала целесообразно придерживаться следующего порядка:

1. Ознакомиться с программой учебной дисциплины по каждой теме, изучить материал по указанной литературе, при этом рекомендуется вести конспект.
2. Устно ответить на вопросы самоконтроля.
3. Выполнить практические задания.
4. Составить письменные ответы на вопросы контрольной работы. Ответы

должны быть четкими и по существу вопроса.

Контрольная работа выполняется по одному из десяти вариантов, который сообщается студенту при выдаче контрольного задания.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие правила:

1. Контрольная работа оформляется в тетради «в клетку» с полями 25-30 мм.
2. Все задания контрольной работы должны быть переписаны в тетрадь.
3. Ответы на вопросы должны вестись через строчку, быть четкими последовательными, понятными и соответствовать заданию.
4. Решения задач следует сопровождать пояснениями.
5. Все чертежи, схемы надо выполнять, соблюдая правила инженерной графики.
6. Изложение материала должно сопровождаться ссылками на пронумерованные рисунки и схемы.
7. В конце работы следует перечислить литературу, используемую при выполнении контрольной работы с указанием автора и года издания.
8. В конце тетради нужно оставить 1-2 листа для рецензии.

Получив работу с рецензией преподавателя, необходимо исправить указанные ошибки и отослать работу на повторную рецензию.

При возникновении затруднений студент может обратиться в техникум для получения письменной или устной консультации.

Лабораторные работы выполняются студентом в период лабораторно-экзаменационной сессии.

Сдача экзамена разрешается при получении зачетов по контрольной работе и лабораторным работам.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ

Тема 1.1. Общие понятия дисциплины метеорологии

Тема 1.2. Состав и строение атмосферы

Тема 1.3. Солнечная радиация.

Тема 1.4. Тепловой режим почвы и атмосферы

Тема 1.5. Водяной пар в атмосфере

Тема 1.6. Конденсация водяного пара

Тема 1.7. Воздушные течения в атмосфере

При изучении отдельных тем и вопросов кроме рекомендованной литературы можно использовать другие учебники, учебные и справочные пособия.

Раздел 1. Физика атмосферы

Тема 1.1. Общие понятие дисциплины метеорологии

Предмет и задачи метеорологии. Метеорологические величины и атмосферные явления. Понятие о погоде и климате. Связь метеорологии с другими науками о земле. Значение метеорологической информации в современном обществе.

Методические указания

В земной атмосфере повседневно наблюдаются самые разнообразные явления, создающиеся в результате протекания в ней различных физических процессов. Эти явления и процессы совершаются в атмосфере не изолировано, а в тесном взаимодействии с процессами, происходящими в верхних слоях почвы и воды. Все эти явления и процессы происходят в основном за счет солнечной энергии, поступающей на поверхность земли от солнца.

Наука, изучающая и объясняющая физические явления и процессы, происходящие в атмосфере при взаимодействии ее с поверхностью почвы, воды, растительности и т. д. («подстилающая поверхность»), называется метеорологией. Эта наука есть физика атмосферы, поскольку совершающиеся в ней процессы имеют физический характер.

Метеоро́логия (от греч. μετέωρος, metéōros, атмосферные и небесные явления и -λογία, -логия)

Метеорология – наука о земной атмосфере, ее строении, свойствах и происходящих в ней явления и процессах.

Изучение процессов и явлений, наблюдаемых в атмосфере, имеет большое практическое значение и позволяет выяснить законы их развития. Знание же этих законов дает возможность разработать методы прогноза атмосферных процессов, а в отдельных случаях позволяет изменить развитие их в сторону более благоприятную для человека.

Предметом изучения метеорологии является атмосфера – воздушная оболочка земли.

Задачи:

- 1) Основная – физическое объяснение явлений и процессов, происходящих в атмосфере, установление их причинно-следственных связей и закономерностей
- 2) обслуживание организаций ГМИ (сокращение ущерба от ОЯ и НЯ)
- 3) накопление данных метеонаблюдений и их систематизация
- 4) усовершенствование различных методов прогноза погоды и методики их расчетов
- 5) контроль за состоянием атмосферного воздуха (антропогенный фактор)

Связь метеорологии с другими науками:

- физика (процессы, происходящие в атмосфере возникают в основном в результате преобразования солнечной энергии. При изучении этих процессов используются законы физики);
- география (взаимодействие с подстилающей поверхностью);
- гидрология
- океанология

1. Метеорологические величины и атмосферные явления. Понятие о погоде и климате.

С качественной и количественной стороны физическое состояние атмосферы и процессы, совершающиеся в ней, выражаются при помощи так называемых метеорологических величин. Наиболее важными для жизни и хозяйственной деятельности человека являются следующие элементы: температура и влажность почвы, давление воздуха, температура и влажность воздуха, облачность, осадки, ветер.

Метеорологические величины — это температура и влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, дальность видимости, количество и высота облаков и другие характеристики состояния атмосферы, которые могут быть выражены в тех или иных единицах измерения.

Атмосферные явления — туман, гололед, метель, пыльные и песчаные бури, гроза, шквал, смерч и другие качественные характеристики происходящих процессов в атмосфере — не имеют точного количественного выражения.

Существенная особенность метеовеличин и явлений состоит в их непрерывном и сравнительно быстром изменении во времени и пространстве.

Непрерывно изменяющееся состояние атмосферы, характеризующее совокупностью величин и явлений, называется погодой.

Погода - совокупность метеорологических величин и атмосферных явлений, наблюдаемых в данный момент времени в той или иной точке пространства.

Климатом называется средний за многолетний период режим условий погоды, характерный для данной местности.

Очень часто смешивают понятия погода и климат. Между этими понятиями имеется большое различие. Погода представляет физическое состояние атмосферы над данной территорией и за данное время, характеризуемое определенным сочетанием метеорологических элементов. Климат же характеризуется многолетним режимом погоды, причем под многолетним режимом погоды понимаются не только преобладающие, но и вообще возможные в данной местности условия погоды. Из определения понятия климат видно, что основными климатообразующими факторами будут солнечная радиация, циркуляция атмосферы и характер подстилающей поверхности. Под их совместным влиянием происходит формирование климатов в различных местах земного шара.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные задачи метеорологии
2. Определение погоды и климата
3. Основные метеорологические величины и климатообразующие факторы

Тема 1.2. Состав и строение атмосферы

Состав воздуха в нижних и верхних слоях атмосферы

Методические указания

Воздух представляет собой механическую смесь многих газов. Основными газами являются азот, кислород, и аргон.

В небольшом количестве содержатся: неон, гелий, метан, водород, озон, аммиак и т.д.

Также в атмосфере содержатся водяного пара, капель воды, кристаллов льда, пыли, пыльцы и т.д.

Воздух лишенный водяного пара называется сухим. Состав чистого, сухого воздуха до высоты 25 км примерно одинаков на всем земном шаре: азот N 78,09%, кислород O₂ 20,95%, аргон Ag 0,93%, на остальные – 0,03%.

Вопросы для самоконтроля

1. Состав воздуха в верхних слоях атмосферы
2. Аэрозоли в атмосфере, их природа, концентрация и значение
3. Вертикальное строение атмосферы, границы и характеристика основных слоев.

Составить таблицу по схеме:

Название слоя	Основной или промежуточный	Границы или толщина слоя	Изменение температуры	Процессы и явления
---------------	----------------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------

Тема 1.3. Солнечная радиация

Солнце – как источник энергии. Потоки лучистой энергии в атмосфере. Солнечная постоянная. Спектр солнечной радиации. Ослабление солнечной радиации в атмосфере..

Прямая, рассеянная солнечная радиация: факторы, влияющие на их интенсивность, суточный и годовой ход.

Суммарная солнечная радиация: факторы, влияющие на их интенсивность, суточный и годовой ход. Отражение солнечной радиации, альbedo различных поверхностей.

. Эффективное излучение. Радиационный баланс деятельной поверхности.

Методические указания

Положение Земли относительно Солнца. Смена дня и ночи, времен года.

Основным источником энергии на нашей планете, приводящим в движение весь механизм метеорологических и климатообразующих процессов, является Солнце.

Поступление этой энергии на земную поверхность зависит от положения Солнца на небосводе, т.е. от его координат, который изменяются в течение суток и года, а также зависят от широты места. Основная часть лучистой энергии, излучаемой Солнцем и поступающей на Землю, представляет собой УФ, видимые и ИК лучи, имеющие длины волн 0,1-30 мкм. Солнечная радиация – часть излучения Солнца с длинами волн от 0,1-30 мкм. Солнечная радиация – коротковолновая от 0,1 до 4 мкм.

Строение Солнца

Солнце – газовый шар диаметром 1,4 млн. км, в 109 раз больше Земли. Расстояние между Солнцем и Землей 150 млн. км, в течение года оно меняется на 5 млн. км (в январе расстояние наименьшее, в июле - наибольшее). Состоит из водорода (64%) и гелия (32%). Температура – $20-40 \cdot 10^6 \text{K}$.

Нижняя часть солнечной атмосферы – фотосфера (100-140 км) – основной источник энергии, излучаемой Солнцем. Над фотосферой расположена хромосфера и корона.

Газы, образующие Солнце, находятся в непрерывном бурном движении, в результате чего в фотосфере все время образуются и исчезают световые ячейки радиусом около 1000 км – гранулы, факелы, более темные ячейки называют солнечными пятнами. Также наблюдаются колоссальные взрывы - протуберанцы. Количество солнечных пятен, вспышек, протуберанцев периодически изменяется. Примерно раз в 11 лет их число достигает максимума. Отмечается и периодичность в 22 года и 80 лет. Раздел

метеорологии, изучающий солнечную, земную и атмосферную радиацию называют - актинометрией.

Задача актинометрии – измерение потоков лучистой энергии.

Солнечная радиация, поступившая на земную поверхность, претерпевает ряд изменений, вызванных поглощением и рассеиванием в атмосфере.

Радиация, поступающая от Солнца в атмосферу и затем на земную поверхность в виде пучка параллельных лучей, называется прямой.

Часть солнечной радиации рассеивается молекулами атмосферных газов и аэрозолями поступает к земной поверхности в виде рассеянной радиации.

Часть солнечной радиации, отражающаяся от земной поверхности и атмосферы (в основном от облаков), называется отраженной радиацией.

Встречное излучение атмосферы – излучение атмосферы, направленное к Земле.

Уходящее излучение атмосферы – излучение атмосферы, уходящее в мировое пространство.

Количественно лучистая энергия характеризуется потоком радиации. Поток радиации – это количество лучистой энергии, которое поступает в единицу времени на единицу поверхности (кВт/м^2).

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить потоки лучистой энергии в атмосфере
2. Солнечная постоянная: определение, величина
3. Прямая солнечная радиация: определение, изменение в течение суток и года, зависимость от условий погоды и состояния атмосферы. Инсоляция
4. Рассеянная радиация, причины возникновения, зависимость от условий погоды, состояния атмосферы и времени суток
5. Суммарная радиация, изменение ее составляющих в зависимости от времени суток и условий погоды
6. Отраженная радиация. Альbedo различных поверхностей, формула. Привести примеры
7. Радиационный баланс деятельной поверхности: определение, составляющие, величина, изменение в зависимости от характера поверхности, времени суток и года, условий погоды.

Тема 1.4. Тепловой режим почвы и атмосферы

Нагревание и охлаждение почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы.). Изменение температуры почвы с глубиной в разное время суток и года. Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Влияние характера деятельной поверхности,

растительного покрова, городских условий на нагревание и охлаждение воздуха. Суточный и годовой ход температуры воздуха, зависимость его амплитуды от различных факторов.

Методические указания

Тепловое состояние почвы определяется в основном теплом солнечной радиации, поглощаемым поверхностью почвы и определяется радиационным балансом.

Количество поглощенного тепла зависит от физических свойств поверхности почвы: состава, структуры и цвета.

Важную роль в нагревании и охлаждении почвы играют конденсация водяного пара и испарение воды.

Поглощенная энергия переходит в теплоту, которая идет на нагревание поверхности почвы. И путем теплопроводности передается в глубь почвы.

Степень нагревания почвы зависит от ее теплоемкости и теплопроводности:

Удельная теплоемкость C	} количество тепла, необходимое для нагревания	} 1 кг Дж/кг К 1 м ³ Дж/м ³ К	почвы
Объемная теплоемкость			
Соб			

Для всех почв Соб = 0,84 – 1,68 МДж/м³ К

С об воды = 4,19 МДж/м³ К

С об воздуха = 1,256 кДж/м³ К

Поэтому Соб зависит не только от химического состава, но и от количества воздуха и воды, находящегося в порах (ТАБЛИЦА)

Вывод: меньшей теплопроводностью обладают сухие почвы, следовательно, они быстрее нагреваются и охлаждаются и наоборот.

Степень нагревания почвы зависит также от ее теплопроводности, или способности проводить тепло от более нагретых слоев к менее нагретым.

Мерой теплопроводности служит коэффициент теплопроводности – λ – равный количеству тепла, который проходит за 1 сек через 1 м² при разности температур на границах 1 К. Вт/м² К

λ зависит от плотности вещества проводящего тепло

Вывод: Более плотные почвы (или более увлажненные) обладают большей теплопроводностью.

Тепло в почве от слоя к слою распространяется не одинаково.

Отношение теплопроводности к объемной теплоемкости наз. температуропроводностью к

к зависит от пористости и влажности почвы.

Вывод: Для воздуха и почвы k больше, чем для воды.

Вывод: Во влажных почвах изменение температуры с глубиной и колебания температуры в течение суток менее значительны, чем в сухих.

Изменение температуры поверхности почвы в течение суток наз. – суточным ходом.

Мин – перед восходом солнца, когда B отрицателен

Макс – 13, 14 часов

Разность между макс и мин температурой за сутки наз. амплитудой суточного хода.

На амплитуду влияют:

1. Время года. летом A – наибольшие, зимой A – наименьшие
2. Широта места. Наибольшие A – в субтроп. пустынях, наименьшие A – в полярных широтах
 A увеличивается с уменьшением широты
3. Облачность A меньше в пасмурную, A больше в ясную погоду
4. Объемная теплоемкость и теплопроводность $C_{об}$ больше – A невелика (гранит)
 $C_{об}$ меньше – A увеличивается
(песок)
5. Цвет почвы A темных больше A светлых
6. Растительный и снежный покров в целом уменьшает A
7. Экспозиция склонов. Ю нагреваются сильнее С, З сильнее В

Изменение температуры поверхности почвы в течение года наз. – годовым ходом.

В северном полушарии макс июль - август, мин январь – февраль

Разность между макс и мин температурой за год наз. амплитудой годового хода.

A зависит от широты: в экваториальной зоне = 3°C , в полярных широтах более 70°C .

Вопросы для самоконтроля

1. Процессы нагревания и охлаждения поверхности почвы (можно нарисовать схему для дня и ночи притока и оттока энергии от поверхности)
2. Тепловые свойства почвы, их зависимость от степени увлажнения почвы (привести сравнительные примеры)
3. Влияние подстилающей поверхности на формирование климата
4. Влияние растительности и снежного покрова на температуру и глубину промерзания почвы.

Тема 1.5. Водяной пар в атмосфере

Испарение. Характеристики влажности и связь между ними. Суточный и годовой ход парциального давления и относительной влажности.

Методические указания

Водяной пар является важной составной частью воздуха, т.к. с его наличием связано образование облаков, осадков, тумана и др. Влажностью воздуха называется содержание водяных паров в воздухе.

Содержание водяного паров в атмосфере оценивают с помощью характеристик влажности воздуха (гигрометрических характеристик).

а) парциальное давление водяного пара e , - давление, которое имел бы водяной пар, находящийся в газовой смеси, если бы он один занимал объем, равный объему смеси при той же температуре.

б) наибольшее значение давления водяного пара, возможное при данной температуре называется давлением насыщенного водяного пара или давлением насыщения E

в) относительная влажность воздуха f - отношение парциального давления водяного пара к давлению насыщенного пара над плоской поверхностью дистиллированной воды при данной температуре

г) дефицит насыщения - разность между давлением насыщенного водяного пара и его парциальным давлением

$$d = E - e \quad (6.1)$$

д) точка росы - температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, при данном атмосферном давлении становится насыщенным по отношению к плоской поверхности дистиллированной воды.

е) дефицит точки росы - разность между температурой воздуха и точкой росы

$$D = t - t_d \quad (6.2)$$

Парциальное давление e измеряется в гПа, E в тех же единицах измеряется давление насыщенного пара E и дефицит насыщения d .

Точка росы t_d и дефицит точки росы D измеряется в градусах Цельсия, относительная влажность воздуха f - в %.

Суточный и годовой ход относительной влажности воздуха зависит от суточного хода

парциального давления пара e и давления насыщенного пара E . С повышением температуры испаряющей поверхности увеличивается скорость испарения i , следовательно, увеличивается e . Но E растет значительно быстрее, чем e , поэтому с повышением температуры поверхности, а с нею и температура воздуха относительная

влажность f уменьшается. Максимум относительной влажности наступает перед восходом солнца, а минимум - в 15-16 час.

Наиболее распространенными методами измерения влажности воздуха являются психрометрический и гигрометрический методы.

Психрометрический метод широко до настоящего времени является основным методом. В нем используется зависимость интенсивности испарения с водной поверхности от дефицита влажности соприкасающегося с ней воздуха. Интенсивность испарения определяется путем измерения понижения температуры термометра, с поверхности которого происходит испарение. Этот метод применяется до температуры воздуха -10°C

Гигрометрический метод основан на изменении линейных размеров обезжиренного человеческого волоса или органической животной пленки в зависимости от изменений влажности воздуха. Применяется при температуре воздуха -10°C и ниже.

На гидрометеорологических станциях вычисление влажности производится с помощью психрометрических таблиц. Психрометрические таблицы содержат 7 таблиц. Наиболее широко на сети метеорологических наблюдений применяются таблицы 1-3.

Таблица 1 – предназначена для определения характеристик влажности по измеренным значениям температуры воздуха и относительной влажности, т.е. при гигрометрическом определении влажности воздуха;

Таблица 2 - предназначена для определения характеристик влажности по измеренным значениям температуры сухого и смоченного термометров, т.е. при психрометрическом определении влажности воздуха;

Таблица 3 (а, б, в) – используется в том случае, если при измерении влажности воздуха психрометром атмосферное давление отличается от 1000гПа . По этим таблицам определяется поправка на парциальное давление водяного пара

Алгоритм вычисления характеристик влажности воздуха: 1. В таблице 2 по температуре сухого термометра с учетом фазового состояния воды на батисте (лед или вода) находим колонку, в которой по значению температуры смоченного термометра t' находим в строке значение упругости водяного пара e_{1000}

2. Если атмосферное давление на станции отличается от 1000 гПа , то в значение e_{1000} необходимо ввести поправку на разность этих давлений

Для этого:

- определяем $t - t'$ (разность температур сухого и смоченного термометров);
- округляем атмосферное давление P до ближайших десятков;
- по таблице 3а или 3б на пересечении P и $t - t'$ определяем Δe .

Примечание: Если температура сухого термометра $7,0^{\circ}\text{C}$ и более, то Δe округляется до десятых долей.

Практическое занятие. Решение примеров на вычисление характеристик влажности воздуха.

Литература: 1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 3 ч. 1 Л., Гидрометиздат, 1985г. ; Психрометрические таблицы, 2009 г

Тема 1.6. Конденсация водяного пара

Условия конденсации водяного пара в атмосфере Ядра конденсации.

Дымка и туман, их классификация и условия образования.

Облака: условия образования и микрофизическая структура. Уровни в атмосфере, связанные с облакообразованием.

Международная классификация облаков, основные формы. Атлас облаков

Методические указания

Конденсация – это переход водяного пара в жидкое состояние. Если водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным, то на поверхностях ядер начинается конденсация слоя воды и образуются зародышевые капли. Состояние насыщения может возникать из-за добавления в воздух избыточного пара (так образуются туманы парения). Однако чаще насыщение достигается, если воздух охлаждается и его температура, а значит, и температура содержащихся в нём ядер конденсации падает до точки росы.

Если подстилающая поверхность охлаждается до точки росы прилегающего к ней воздуха, то на ней образуется роса. Если приземный воздух отдает своё тепло холодной подстилающей поверхности и при этом охлаждается до точки росы, то возникают туманы.

Облака образуются при охлаждении слоёв воздуха, находящихся высоко над землёй вне зоны непосредственного контакта с ней. Поэтому единственным процессом, приводящим к образованию облаков, является адиабатическое охлаждение поднимающегося воздуха. Высота, на которую нужно адиабатически поднять частицу, чтобы её температура упала до точки росы, называется уровнем конденсации. Иначе говоря, уровень конденсации – это высота, на которой водяной пар в поднимающемся воздухе становится насыщенным.

$$h=22(100-f) \text{ или } h=122(t-t_d)$$

Таким образом, от исходного уровня своё восходящее движение начинает воздух с ненасыщенным водяным паром, изменение температуры которого характеризует сухая адиабата. На уровне конденсации он становится насыщенным и выше уровня конденсации

воздух уже насыщен водяным паром, и изменение температуры с высотой будет характеризовать влажная адиабата. Кривая, которая характеризует изменение температуры частицы при его адиабатических перемещениях, состоящая, из сухой адиабаты в нижней части, и влажной адиабаты – в верхней части называется кривой изменения состояния.

Если за счёт вертикальных движений воздух поднимается от исходного уровня до уровня конденсации на высоте уровня конденсации и выше возникают облака.

По высоте слоя, в котором наблюдаются облака, их классифицируют на облака верхнего яруса, располагающиеся на высоте от 3 до 8 км, облака среднего яруса, располагающиеся в слое 2-4 км, облака нижнего яруса, которые наблюдаются от малых высот до 2 км. Выделяют также облака вертикального развития, которые начинаются в нижнем ярусе и охватывают почти всю тропосферу.

Капли, образующиеся за счёт конденсации очень малы, но тем не менее это капли воды, которая в 1000 раз тяжелее воздуха. Капли, образующие облака не падают лишь потому, что их удерживает сила сопротивления воздуха, возникающая вследствие его вязкости. Именно размеры капель и их распределение по площади облака создают то многообразие форм облаков, которое наблюдается на небе.

В современной международной классификации облаков выделяют 10 основных видов облачности. Существуют специальные описания видов и разновидностей облаков. При метеорологических наблюдениях для идентификации облаков используется Атлас облаков.

Для того чтобы объяснить различия между слоистыми и кучевыми облаками, нужно учесть важную обратную связь между вертикальными скоростями восходящих потоков и конденсацией. При конденсации пара в частице выделяется тепло, а значит, в воздухе, поднимающимся с конденсацией, температура должна падать медленнее, чем в сухом воздухе. Это значит, что после начала конденсации частица становится легче и скорость её подъёма увеличивается. Этот эффект не существен, если исходные скорости подъёма частицы малы, так как всё тепло, полученное при конденсации рассеивается. Но если начальные скорости подъёма велики, то в частице указанный эффект может дать значительную добавку к скорости и облако в своём развитии достигнет большой высоты.

Оценку влияния конденсации на температуру поднимающейся частицы можно получить утя приток тепла от конденсации. Тогда влажноадиабатический градиент примет вид:

$$\gamma'_{ва} = \gamma_a - \Delta$$

Из формулы видно, что влажноадиабатический градиент всегда меньше сухоадиабатического. Однако, в тёплом воздухе, где насыщающая влажность велика

влажноадиабатический градиент становится значительно меньше сухоадиабатического. Чем холоднее воздух, тем меньше насыщенность, тем меньше различия градиентов.

Внутри облака условия неустойчивости можно записать в виде $\gamma < \gamma'_{ва}$. При обычных вертикальных градиентах температуры в атмосфере, а значит, и в облаках, такие условия неустойчивости выполняются чаще. Поэтому внутри облаков возникают локальные струи восходящих потоков, характерные для конвекции. Именно поэтому внешний вид конвективных облаков позволил дать им название «кучевые».

Кучевые облака образуются, если, достигнув уровня конденсации, воздушная частица оказывается в условиях неустойчивости. Тогда самопроизвольно возникают очень сильные вертикальные скорости, которые могут приводить к кучевым облакам, распространяющимся по вертикали на всю тропосферу.

Слоистые облака образуются в устойчивой атмосфере, когда градиент температуры всюду меньше влажноадиабатического. Поэтому вертикальные движения, формирующие слоистые облака, характеризуются малыми скоростями. Но поскольку эти скорости являются следствием циркуляции атмосферы, они занимают большие площади формируют обширные поля однородной по виду облачности.

Вопросы для самоконтроля

- 1.Туман, дымка. Классификация туманов.
2. Высота и мощность облаков. Суточный и годовой ход облачности.
- 3.Влажноадиабатические процессы в атмосфере. Уровень конденсации.
- 4.Влажноадиабатический градиент температуры. Кривая изменения состояния. Условия стратификации

Тема 1.9. Воздушные течения в атмосфере

Ветер, его характеристика, структура и причина возникновения. Влияние препятствий на ветер. Силы, действующие на движущуюся частицу воздуха. Роза ветров.

Методические указания

Ветер – горизонтальное перемещение воздуха относительно земной поверхности. Он характеризуется скоростью и направлением. Скорость ветра выражается в метрах в секунду, в километрах в час, в узлах или в баллах шкалы Бофорта.

Различают среднюю и мгновенную скорости ветра. На практике анемометрами измеряют именно среднюю (за 100 с) скорость ветра, так как мгновенная скорость испытывает сильные колебания.

Направление ветра определяется по его отклонению от меридиана места. В метеорологии за направление ветра принимается то направление, откуда дует ветер, т. е. угол между нормом истинным (компасным) и направлением, откуда дует ветер

Если бы характер воздушных течений зависел только от термической неоднородности поверхности земли и воздушных масс, то ветер определялся бы горизонтальным градиентом давления и движение воздуха совершалось бы вдоль этого градиента от высокого давления к низкому. При этом скорость ветра была бы обратно пропорциональна расстоянию между линиями одинакового давления, т. е. изобарами. Чем меньше расстояние между изобарами, тем больше градиент давления, а соответственно и скорость ветра.

Сила градиента давления. В теоретической метеорологии силы обычно относятся к единице массы. Поэтому, чтобы выразить силу градиента давления, действующего на единицу массы, следует величину градиента давления разделить на плотность воздуха. Под действием силы градиента давления (барического градиента) возникает ветер. Это значит, что если на некотором участке образуется избыток массы воздуха (высокое давление), то должен произойти отток его в область с недостатком воздуха (низкого давления). Этот отток тем сильнее, чем больше разность давления.

Вопросы для самоконтроля

1. Использование энергии ветра.
2. Ветер в слое трения.
3. Система ветров в циклоне и антициклоне

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант 1

1. Предмет и задачи метеорологии. Метеорологические величины и атмосферные явления. Понятие о погоде и климате.
2. Задачи и структура Всемирной Метеорологической Организации.
3. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы.
4. Понятие тропопаузы и изменение ее высоты.
5. Содержание озона в атмосфере и его значение.

Вариант 2

1. Прямая, рассеянная солнечная радиация: факторы, влияющие на их интенсивность, суточный и годовой ход.
2. Отражение солнечной радиации, альbedo различных поверхностей.
3. Эффективное излучение. Радиационный баланс деятельной поверхности

4. Составляющие спектра солнечной энергии на верхней границе атмосферы и у поверхности Земли, причины ослабления солнечной радиации в атмосфере

5. Потоки лучистой энергии в атмосфере.

Вариант 3.

1. Изменение температуры почвы с глубиной в разное время суток и года.
2. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы.
3. Влияние характера деятельной поверхности, растительного покрова, городских условий на нагревание и охлаждение воздуха.
4. Суточный и годовой ход температуры воздуха, зависимость его амплитуды от различных факторов.
5. Термическая стратификация атмосферы.

Вариант 4

1. Влияние растительного покрова и городских условий на влажность воздуха.
2. Характеристики влажности и связь между ними.
3. Облака: условия образования и микрофизическая структура. Уровни в атмосфере, связанные с облакообразованием.
4. Дымка и туман, их классификация и условия образования.
5. Высота и мощность облаков.

Вариант 5

1. Влажноадиабатические процессы в атмосфере. Уровень конденсации.
2. Условия, необходимые для выпадения осадков. Условия образования различных видов осадков.
3. Характеристика и классификация осадков.
4. Метели, их виды, условия образования.
5. Снежный покров. Метели.

Вариант 6

1. Вес и давление воздуха, единицы измерения, соотношение между ними.
2. Плотность сухого и влажного воздуха. Виртуальная температура.
3. Барическое поле, изобарические поверхности, изобары, барические системы.
4. Географическое распределение атмосферного давления на уровне моря.

Вариант 7

1. Влияние препятствий на ветер. Силы, действующие на движущуюся частицу воздуха.
2. Ветер в слое трения. Система ветров в циклоне и антициклоне
3. Распространение света в атмосфере. Оптические явления и причины их возникновения.
4. Понятие об атмосферном электричестве. Ионизация атмосферы.
5. Ионосфера. Полярные сияния.

Вариант 8

1. Оптические явления в атмосфере. Образование грозных облаков.
2. Термическая циркуляция в атмосфере.
3. Плотность сухого и влажного воздуха.
4. Характеристика и классификация осадков. Условия, необходимые для выпадения осадков.
5. Метели, их виды, условия образования.

Вариант 9

1. Изменение температуры воздуха в атмосфере при увеличении высоты, вертикальный градиент температуры.
2. Использование данных о тепловом режиме атмосферы в народном хозяйстве.
3. Термическая стратификация атмосферы. Уровень конвекции.
4. Адиабатические процессы в атмосфере.
5. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы.

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной и методической литературы

- I. Основные источники:
2. Атлас облаков. — С.Пб: Гидрометеиздат, 2006.
3. Гуральник И.И., Дубинский Г.Л., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология — Л.: Гидрометеиздат, 1982.
4. Гуральник И.И., Мамиконова С.В., Ларин В.В. Сборник задач и упражнений по метеорологии — Л.: Гидрометеиздат, 1983.
5. И.Н. Русин, П.П. Арапов «Основы метеорологии и климатологии» _ РГГМУ, 2008
- II. Дополнительные источники:

1. Бюллетень Всемирной Метеорологической Организации.
2. Бедрицкий Е.П., Борисенков Е.П. Очерки по истории гидрометеорологической службы России. – С.Пб.: Гидрометеоиздат, 1997.
3. Ежемесячный журнал «Метеорология и гидрология» - М.: Изд-во «Метеорология и гидрология».
4. И.И. Русин, П.П. Арапов «Основы метеорологии и климатологии». - СПб : Изд-во РГГМУ, 2008г.

III. Электронные ресурсы:

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://www.meteorf.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)
2. Федеральное агентство водных ресурсов. Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., URL: <http://voda.mnr.gov.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)
3. Виртуальная лаборатория «Методы и средства гидрометеорологических измерений» официальный сайт:[Электронный ресурс].М.,2004-2012.URL: <http://tech.meteorf.ru>. (Дата обращения: 01.09.2012 г.)
4. Правовая-справочная система Консультант-плюс). Официальный сайт:[Электронный ресурс].М., [URL:www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823). (Дата обращения: 01.09.2012 г.)