**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

## Методические рекомендации и контрольные задания

**для студентов заочного обучения**

**по учебной дисциплине**

**«Метеорология»**

основной профессиональной образовательной программы

по специальности СПО

**Метеорология**

г.о. Балашиха

2021 г.

**Общие положения**

Дисциплина “Метеорология” является профилирующей для освоения специальности “Метеорология”.

Знания по этой дисциплине являются основополагающими для освоения других профилирующих дисциплин.

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, изучить основы теории синоптической метеорологии и современных приемов составления, обработки и анализа карты погоды, карт барической топографии и аэрологических диаграмм.

При самостоятельном изучении дисциплины рекомендуется вести краткий конспект, отвечая на опорные контрольные вопросы по каждой теме. При этом не следует переписывать учебник, а попытаться дать осмысленные ответы, раскрывая физическую сущность процессов в атмосфере, т.е. как и почему происходит то или иное явление. В этой же тетради следует фиксировать непонятные Вам вопросы при изучении той или иной темы. Тетрадь предоставляется преподавателю во время сессии.

При решении задач все величины следует выражать в единицах одной и той же системы измерений, полученные результаты нужно анализировать.

При изучении дисциплины следует пользоваться учебником “Метеорология” и “Сборником задач по метеорологии” И.И. Гуральника, Кобышева И.И., Костин С.И., Струнников Э.А. Климатология, Куниц А.В., Матвеев М.В. Синоптическая метеорология. При выполнении практических заданий необходимо использовать «Практикум по синоптической метеорологии». Для выполнения практических вопросов контрольной работы исходные данные даны в приложении 1, 2, 3.

Однако, можно использовать другую литературу по данной дисциплине и материалы популярных периодических изданий.

Содержание дисциплины разделено на два задания. Контрольные работы выполняются в обычной школьной тетради, при этом писать следует с интервалом через клетку, оставляя поля для заметок преподавателя.

**Распределение учебного материалапо заданиям**

**Задание I**

##### Введение

**РАЗДЕЛ 1. Метеорологические величины и**

**атмосферные явления**

Тема 1.1. Состав и строение атмосферы

Тема 1.2. Солнечная радиация

Тема 1.3. Тепловой режим почвы и водоемов

Тема 1.4. Тепловой режим атмосферы

Тема 1.5. Водяной пар в атмосфере

Тема 1.6. Конденсация водяного пара

Тема 1.7. Осадки, выпадающие из облаков

Тема 1.8. Атмосферное давление и плотность воздуха

Тема 1.9. Воздушные течения в атмосфере

Тема 1.10. Оптические явления в атмосфере

Тема 1.11. Звуковые явления в атмосфере

Тема 1.12. Электрические явления в атмосфере

**Задание II**

**РАЗДЕЛ 2.Основы климатологии и синоптической метеорологии**

Тема 2.1. Климатообразующие факторы

Тема 2.2. Классификация климатов

Тема 2.3. Климаты России и стран СНГ

Тема 2.4. Климатологическая обработка метеорологических данных

Тема 2.5 Карты погоды

Тема 2.6 Воздушные массы и атмосферные фронты

Тема 2.7 Циклоны и антициклоны

Тема 2.8 Анализ и прогноз атмосферных процессов

Тема 2.9 Понятие о прогнозе погоды

#### Перечень рекомендуемой литературы

1. Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982
2. Кобышева И.И., Костин С.И., Струнников Э.А. Климатология. -Л.: Гидрометеоиздат, 1980
3. Гуральник И.И., Жамиконова С.В., Ларин В.В. Сборник задач и упражнений по метеорологиии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983
4. Атлас облаков. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978
5. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. - М.: Изд. МГУ, 1994
6. Куниц А.В., Матвеев М.В. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1964
7. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977
8. Кричак О.Т. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1956
9. Наставление по службе прогнозов, раздел 2, часть 1, 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974
10. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, часть 1, 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986
11. Дополнения и изменения к наставлению по службе прогнозов, раздел 2, часть 1, 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978
12. Практикум по синоптической метеорологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983
13. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России (НМО ГА-95). – М.: Росгидромет, 1995
14. Сборник авиационных метеорологических кодов. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1994
15. Код для оперативной передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с сети станций Госкомгидромета, расположенных на суше, КН-01. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989
16. Сборник аэрологических кодов, КН-03, КН-04. – Л.: Гидрометеоиздат, 1994
17. Р.Д. 52.88.629-2002 Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002

**Задание I**

###### **Введение**

###### **Программа**

Предмет и задачи метеорологии. Связь метеорологии с другими науками о Земле. Метеорологические величины и атмосферные явления. Понятия о погоде и климате.

Краткие сведения из истории метеорологии. Методы исследования, применяемые к метеорологии. Международное сотрудничество метеорологов.

Обеспечение гидрометеорологической информацией различных отраслей экономики.

Литература: [1], гл. 1; [2], с. 4-17

##### *Методические указания*

В главе 1 учебников “Метеорология” и “Климатология” достаточно полно освещены вопросы введения. Остается добавить, что климатом данной местности называется характерный для нее многолетний режим погоды, обусловленный солнечной радиацией, характером подстилающей поверхности и связанной с ними циркуляцией атмосферы. В этом определении климата указаны основные климатообразующие факторы, которые подробно рассматриваются в следующих темах.

Для получения достаточно полного представления о климате используют данные метеорологических наблюдений за многолетний период. Длительность периода вызывается наличием колебаний метеорологического режима и изменчивостью погодных условий из года в год.

В последнее время в системе Росгидромета все больше внедряются новые приборы и методы работы, основанные на использовании современных научных и технических достижений. Вводится автоматизация всех звеньев работы: получения, сбора, хранения и использования гидрометеорологической информации, внедрения объективных методов ее анализа и составления прогноза погоды, а также гидрометеорологических расчетов состояния атмосферы и гидросферы. Технической базой автоматизации являются метеорологические спутники Земли, способные проводить обзор состояния атмосферы по всему земному шару, автоматическая телеизмерительная аппаратура, радиолокационные способы определения состояния атмосферы на больших площадях, а также быстродействующие электронно-вычислительные машины, которые в сжатые сроки обрабатывают получаемую информацию большого объема.

##### Вопросы для самоконтроля

1. Основные задачи метеорологии
2. Определение погоды и климата
3. Основные метеорологические величины и климатообразующие факторы
4. Отрасли экономики, обслуживаемые подразделениями Росгидромета

**РАЗДЕЛ I**

**Метеорологические величины и атмосферные явления**

## ТЕМА 1.1. Состав и строение атмосферы

###### **Программа**

Состав воздуха в нижних слоях атмосферы, постоянные и переменные составляющие, их количество и значение. Твердые и жидкие примеси (аэрозоли) в атмосфере.

Состав воздуха в верхних слоях атмосферы. Изменения в химическом составе воздуха, вызванные деятельностью человека. Вертикальное расслоение атмосферы, границы и характеристика основных слоев. Прямые и косвенные методы исследования атмосферы. Горизонтальная неоднородность тропосферы. Понятия о воздушных массах и фронтах.

Литература: [1], гл. 2

##### *Методические указания*

Большое влияние, на климатические условия местности оказывает хозяйственная деятельность человека. Это влияние в последнее время стало значительно возрастать. Теперь человек изменяет не только характер поверхности Земли, но и химический состав атмосферы, ее физические свойства. Влияние человека на климат так усилилось, что его хозяйственная деятельность стала рассматриваться как особый антропогенный фактор климата. Действие этого фактора выражается, главным образом, непрерывно растущим производством энергии, что вызывает дополнительное поступление в атмосферу тепла, углекислого газа и аэрозолей. Это тепловое и аэрозольное загрязнение захватывает не только тропосферу, но и стратосферу.

На погоду и климат могут воздействовать и ядерные испытания.

##### Вопросы для самоконтроля

1. Постоянные составляющие воздуха в нижних слоях атмосферы, количество (в процентах)
2. Переменные составляющие воздуха в нижних слоях атмосферы природы, процентное содержание, значение
3. Состав воздуха в верхних слоях атмосферы
4. Аэрозоли в атмосфере, их природа, концентрация и значение
5. 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 |

1. Тропопауза – характеристика, высота, ее зависимость от времени суток, года и широты
2. Горизонтальная неоднородность тропосферы. Основные воздушные массы и атмосферные фронты

##### Тема 1.2 Солнечная радиация

## Программа

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

Солнце – как источник энергии. Потоки лучистой энергии в атмосфере. Основные законы лучистой энергии.

Спектр солнечной радиации вне земной атмосферы и у поверхности Земли. Солнечная постоянная. Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптическая масса. Коэффициент прозрачности. Формула Буге.

Прямая солнечная радиация. Факторы, влияющие на плотность ее потока, суточный и годовой ход. Инсоляция.

Рассеянная радиация. Факторы, влияющие на плотность ее потока, суточный и годовой ход, значение. Суммарная радиация: факторы, влияющие на плотность ее потока, изменение ее составляющих в зависимости от времени суток, года и условий погоды. Отраженная коротковолновая радиация. Альбедо деятельной поверхности.

Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Эффективное излучение. Парниковый эффект и его последствия. Радиационный баланс деятельной поверхности – основной климатообразующий фактор, его суточный и годовой ход.

Использование солнечной энергии и данных актинометрических наблюдений в отдельных отраслях экономики.

### Практическое занятие

Решение примеров на вычисление высоты Солнца в истинный полдень и величины разных потоков лучистой энергии.

Литература: [1], гл. 3; [2], гл. 1

## *Методические указания*

Главной причиной климатических различий на земном шаре является различие в притоке лучистой энергии от солнца, определяющей многие метеорологические процессы и явления, которые происходят на земной поверхности и в атмосфере.

Распределение количества солнечного тепла, поступающего на земную поверхность, зависит от географической широты, которая определяет в данной местности полуденную высоту солнца над горизонтом и продолжительность дня. В связи с этим следует изучить таблицу 1.1 и 1.2 [2], с. 20, где приведены сведения об изменении высоты солнца над горизонтом в дни летнего и зимнего солнцестояния для северного и южного полушарий и сведения о продолжительности дня на различных широтах.

В действительности земной поверхности достигает значительно меньшее количество радиации, так как при прохождении через атмосферу часть ее рассеивается, отражается и поглощается атмосферой. Это ослабление радиации зависит от коэффициента прозрачности атмосферы и от длины пути луча в атмосфере. Зимой количество солнечной радиации, достигающей земной поверхности, резко уменьшается, так как резко уменьшается высота солнца и, следовательно, увеличивается длина пути солнечного луча в атмосфере.

В летнее полугодие земной поверхности достигает большое количество солнечной радиации. Даже за полярным кругом оно составляет 50% количества радиации, которое поступает на верхнюю границу атмосферы. Фактическое количество энергии, которое достигает земной поверхности, определяется величиной суммарной радиации.

Рассматривая влияние атмосферы на ослабление радиации, следует помнить, что атмосфера уменьшает тепловое излучение Земли, посылая встречное излучение. Следовательно, эффективное излучение, величина которого определяется температурой излучающей поверхности Земли, температурой и влажностью воздуха, также играет большую роль в распределении солнечного тепла и формировании климата.

###### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить потоки лучистой энергии в атмосфере
2. Перечислить законы лучистой энергии, привести формулы и объяснить
3. Солнечная постоянная: определение, величина
4. Прямая солнечная радиация: определение, изменение в течение суток и года, зависимость от условий погоды и состояния атмосферы. Инсоляция
5. Рассеянная радиация, причины возникновения, зависимость от условий погоды, состояния атмосферы и времени суток
6. Суммарная радиация, изменение ее составляющих в зависимости от времени суток и условий погоды
7. Отраженная радиация. Альбедо различных поверхностей, формула. Привести примеры
8. Излучение Земли и встречное излучение атмосферы. Объяснить, почему эти виды излучений являются длинноволновыми? Эффективное излучение: определение, формула; факторы, которые влияют на его величину
9. Радиационный баланс деятельной поверхности: определение, составляющие, величина, изменение в зависимости от характера поверхности, времени суток и года, условий погоды.

##### Тема 1.3 Тепловой режим почвы и водоемов

## Программа

Процессы нагревания и охлаждения почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы, зависимость их амплитуды от различных факторов. Распространение колебаний температуры в глубь почвы. Изменение температуры почвы с глубиной в разное время суток и года.

График термоизоплет почвы, назначение, построение и использование. Промерзание почвы. Многолетнемерзлый грунт, его природа, границы распространения, влияние на формирование климата и на отдельные отрасли экономики.

Особенности нагревания и охлаждения водоемов.

Использование данных о тепловом режиме почвы и водоемов в отдельных отраслях экономики.

##### Практическое занятие

Построение и анализ графика термоизоплет почвы.

Литература: [1], гл.4; [2], гл.1, т.1.5-1.12

## *Методические указания*

При изучении темы особое внимание следует обратить на тепловые свойства почвы, процессы ее нагревания и охлаждения, на физическую сущность законов распространения температурных колебаний в глубь почвы, особенности распространения тепла в водоемах.

Для построения графика термоизоплет удобно использовать миллиметровку.

Чтобы построить график, расчерчивают сетку: по горизонтали откладываются месяцы (1 мм – 1 день), по вертикали от верхнего края сетки (“0” глубины – поверхность) в масштабе откладывают глубины, соответствующие глубине установки почвенно-вытяжных термометров (например, в масштабе 1 см – 20 см глубины). Проводят горизонтальные линии, соответствующие каждой глубине, и вертикальные, соответствующие середине каждого месяца.

В точках пересечения этих линий наносят значение средней температуры для каждой глубины в течение года.

Путем интерполяции через 2°С проводят кривые линии равных температур (термоизоплеты).

Образец графика показан на рис. 4.2 стр. 84 учебника “Метеорология”.

По графику следует определить:

1. амплитуды колебания температуры на каждой глубине;
2. моменты наступления максимальной и минимальной температуры на каждой глубине;
3. время запаздывания этих температур на каждой глубине по отношению к поверхности.

Материал о промерзании почвы и многолетней мерзлоте изложен в т.1.12 (1). Актуальность этой темы несомненна, так как имеет весьма большое практическое значение.

##### 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
5. Процессы нагревания и охлаждения водоемов
6. Многолетнемерзлый грунт – природа, его границы и значение

##### Тема 1.4 Тепловой режим атмосферы

**Программа**

Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Влияние характера деятельной поверхности на нагревание и охлаждение воздуха.

Суточный и годовой ход температуры. Адиабатические процессы в атмосфере. Сухоадиабатический градиент. Термическая стратификация атмосферы по отношению к вертикальным перемещениям ненасыщенного водяным паром воздуха. Уровень конвекции, его физический смысл и вычисление.

Инверсии в тропосфере, их виды, условия образования.

Географическое распределение температуры приземного слоя атмосферы. Карты изотерм января и июля.

Использование данных о тепловом режиме атмосферы в отдельных отраслях экономики.

##### Практическое занятие

Построение кривой стратификации. Вычисление вертикальных градиентов температуры, определение стратификации атмосферы в каждом слое.

Литература: [1], гл.5

***Методические указания.***

Следует усвоить, что основным источником нагревания и охлаждения воздуха является деятельная поверхность. Следует также четко уяснить различия между вертикальным (ɣ) и адиабатическим (ɣа) градиентом температуры воздуха. Вертикальный или геометрический градиент температуры характеризует вертикальное распределение температуры в атмосфере, адиабатический же градиент относится к изолированно поднимающемуся (или опускающемуся) объему воздуха. Адиабатический градиент всегда равен 1° на каждые 100 м высоты поднятия (или опускания), геометрический градиент может принимать различные значения, как по величине, так и по знаку. При понижении температуры с высотой он имеет положительное значение, при повышении – отрицательное.

Для расчетов вертикального (геометрического) градиента температуры применяется формула:

tB - tH tH – tВ

γ = - ------------ · 100 илиγ = -------------· 100

zB-zHzB-zH

tH– температура на нижнем уровне

tB – температура на верхнем уровне

zH– высота нижнего уровня в метрах

zB - высота верхнего уровня в метрах

Если температура с высотой понижается, то **γ >**0;

Если температура с высотой повышается, то **γ <**0 (инверсия);

Если температура с высотой не меняется, то **γ=**0 (изотермия)ю.

Рассматривая условия термической стратификации атмосферы по отношению к вертикальным перемещениям сухого воздуха или воздуха с ненасыщенным водяным паром (§ 5.8), надо вспомнить, что называется в физике устойчивым, неустойчивым и безразличным равновесием, по аналогии с которым рассматривают и условия вертикальной устойчивости в атмосфере. При устойчивом равновесии объем воздуха, выведенный из состояния равновесия, стремится занять первоначальное положение; при неустойчивом равновесии объем воздуха, выведенный из состояния равновесия, в первоначальное положение возвратиться не может и продолжает движение в начатом направлении.

При изучении зависимости стратификации атмосферы от величины вертикального градиента температуры следует пользоваться рис. 5.6 учебника (1), при этом следует помнить, что чем более полого (ниже) располагается линия графика, тем больше величина градиента. Стратификация атмосферы определяется величиной **γ** по отношению к **γ**а=1º/100 м,

Если **γ > γ**а – неустойчивое состояние равновесия;

Если **γ <γ**а – устойчивое состояние равновесия;

Если **γ =γ**а – безразличное состояние равновесия, которое является

частным случаем устойчивого состояния.

При изучении географического распределения температуры приземного слоя атмосферы нужно пользоваться картами изотерм января и июля (рис. 5.18 и 5.19 учебника [1]). При этом обратите внимание на крутой изгиб изотерм к югу в январе при переходе с океана на континент, где они принимают почти меридиональное направление под влиянием теплого течения Гольфстрим. В июле изотермы реже, чем в январе, так как контраст температур между полюсом и экватором летом значительно меньше, чем зимой. Летом температура воздуха над материками выше, чем над океанами, поэтому изотермы в северном полушарии над материками изгибаются к северу. Проследите за изменением температуры по параллели 70º с запада на восток.

Вопросы для самоконтроля

1. Процессы нагревания и охлаждения атмосферного воздуха, выделить основные
2. Как изменяется температура воздуха в течение суток и года (суточный и годовой ход)? Что такое амплитуда колебаний температуры воздуха? От чего зависит ее величина?
3. Какие процессы могут привести к нарушению в годовом ходе температуры воздуха?
4. Вертикальный градиент температуры – определение, формула, средняя величина в тропосфере
5. Что такое инверсия и изотермия в атмосфере? Какова величина градиента температуры в этих слоях?
6. Что такое кривая стратификации? Как по ее виду можно охарактеризовать изменение температуры с высотой и величину градиента температуры?
7. Инверсии в тропосфере, их виды, условия образования
8. Сухоадиабатические процессы в атмосфере: определение, сухоадиабатический градиент, сухая адиабата
9. Что такое термическая стратификация атмосферы? Дать определение устойчивого, неустойчивого и безразличного состояния равновесия для сухого или ненасыщенного водяным паром воздуха, дать объяснение этих процессов, привести примеры соотношений градиентов, числовые и графические
10. Заморозки - определение, виды, условия образования, меры борьбы
11. Уровень конвекции – определение, формула
12. Как составлены карты изотерм для января и июля?
13. Почему на картах января изотермы гуще и имеют аномальный ход?
14. Где расположены “полюса холода” и почему?

**Тема 1.5 Водяной пар в атмосфере**

**Программа**

Характеристики влажности воздуха и связь между ними.

Физическая сущность процесса испарения. Давление насыщенного водяного пара, его зависимость от температуры, фазового состояния воды, кривизны испаряющей поверхности и концентрации раствора. Испарение в естественных условиях. Испаряемость.

Суточный и годовой ход парциального давления водяного пара и относительной влажности. Использование данных о влажности воздуха в отдельных отраслях экономики.

Литература: [1], гл. 6

***Методические указания***

При изучении данной темы следует помнить от чего и как зависит давление насыщенного водяного пара, т.к. этот вопрос тесно связан с темой “Осадки”.

Нужно знать величины, характеризующие влажность воздуха, единицы их измерения, формулы для их вычисления.

Температура точки росы (td) обычно ниже температуры воздуха. Для того, чтобы воздух достиг состояния насыщения водяным паром, температура воздуха должна понижаться до td.

Когда t=td – воздух достигает состояния насыщения водяным паром, начинается процесс конденсации.

### Вопросы для самоконтроля

1. Физическая сущность процесса испарения
2. Факторы, влияющие на величину испарения в естественных условиях
3. Назовите основные характеристики влажности воздуха, дайте их определение, формулы и единицы измерения
4. Объяснить, как зависит давление насыщенного водяного пара от температуры, формы и агрегатного состояния испаряющей поверхности, от концентрации испаряющего раствора
5. Суточный и годовой ход парциального давления (е) водяного пара. Чем определяется двойной суточный ход “е’’ в летний безоблачный день?
6. Суточный и годовой ход относительной влажности воздуха. Объяснить обратную зависимость относительной влажности от температуры воздуха

### **Тема 1.6 Конденсация водяного пара**

###### **Программа**

Условия конденсации водяного пара в атмосфере. Ядра конденсации, образование зародышевых капель.

Влажноадиабатические процессы в атмосфере. Уровень конденсации. Влажноадиабатический градиент температуры. Кривая изменения состояния. Условия стратификации атмосферы для воздуха с насыщенным водяным паром.

Конденсация и сублимация водяного пара на земной поверхности и наземных предметах. Роса, иней, изморозь, гололед, гололедица, условия их образования, отличительные признаки; влияние на растительность, работу транспорта и связи.

Дымка, туман. Классификация туманов. Физические условия образования различных туманов и дымки. Понятие о методах искусственного образования и рассеяния туманов.

Облака. Условия образования облаков. Микрофизическая структура облаков. Уровни в атмосфере, связанные с облакообразованием. Международная классификация облаков, основные формы. Атлас облаков. Физические процессы образования облаков различных форм, их взаимные переходы. Фронтальные системы облаков. Высота и мощность облаков, их зависимость от времени суток, года и характера деятельной поверхности. Облачность ее суточный и годовой ход.

### Практическое занятие

Вычисление уровня конденсации. Работа с атласом облаков.

Литература: [1], гл. 7; [4].

### ***Методические указания***

При изучении темы необходимо уяснить, при каких условиях происходит конденсация водяного пара, какие процессы приводят к понижению температуры до точки россы, какие продукты конденсации при этом образуются.

Процессы, приводящие к понижению температуры до точки росы, показаны на схеме рис. 7.1 стр. 162 [1].

При этом нужно запомнить, что обязательными условиями начала конденсации являются t≤ td; e≥ E.

Однако, для активной конденсации необходимо наличие ядер конденсации, которые всегда присутствуют в воздухе. Температура поверхности частиц всегда ниже температуры окружающего воздух, и это способствует образованию на них зародышевых капель. Размеры этих капель очень малы, и поэтому воздух над ними оказывается ненасыщенным водяным паром, что способствует дальнейшей активной конденсации.

Влажноадиабатические процессы в атмосфере происходят при отсутствии теплообмена с окружающей средой. При подъеме объема воздуха выше уровня конденсации его температура продолжает понижаться. Внутри этого объема начинается конденсация водяного пара. При этом выделяется тепло, которое остается внутри и идет на нагревание изолированного объема воздух. Таким образом, охлаждение объема воздуха при его подъеме будет происходить медленнее, чем при сухоадиабатическом процессе.

Следовательно, влажноадиабатический градиент (**γ'а)**  всегда меньше 1˚/100 м (т.е. меньше **γа** ). При этом величина **γ'а** непостоянна и с высотой увеличивается, т.к. количество выделяющегося тепла внутри объема с высотой уменьшается из–за уменьшения количества водяного пара. Из–за этих же причин влажная адиабата не прямая, а кривая линия (см. рис. 7.3 и 7.4, стр. 172 [1]).

Условия стратификации атмосферы для насыщенного водяным паром воздуха проще всего разобрать по рис. 7.5 стр. 173 [1].

В дополнение к этому рисунку приведем соотношение градиентов:

а) **γ <γ'а<γа** ; б) **γа>γ >γ'а** ; в) **γ >γа>γ'а** ,

где **γ** - характеризует изменение температуры в окружающем воздухе, **γ**а - сухоадиабатический градиент, **γ'а** - влажноадиабатический градиент.

В случае (а) изменение температуры в окружающей среде происходит медленнее, чем в любом перемещающемся объеме воздуха, поэтому поднимающийся воздух окажется более холодным и подъем его прекратится. Такое состояние будет абсолютно устойчивым. Рассуждая подобным же образом, нужно объяснить и рисунки (б) и (в) в сочетании с текстом.

Для вычисления высоты уровня конденсации можно использовать две формулы:

h = 122(t – td) или h = 22(100 – ƒ ) в метрах. Эти формулы в практической работе помогают определить примерную высоту облаков нижнего яруса в случае отсутствия нужного прибора.

При изучении классификации облаков следует усвоить десять основных форм, их характеристики, латинские и русские названия, сокращенное написание.

Вопросы для самоконтроля

1. Условия конденсации водяного пара
2. Процессы, приводящие к понижению температуры воздуха до точки росы
3. Ядра конденсации – природа, размеры, образование зародышевых капель
4. Влажноадиабатические процессы в атмосфере, влажноадиабатический градиент, влажная адиабата, кривая изменения состояния (привести рисунок)
5. Условия стратификации атмосферы для насыщенного водяным паром воздуха (привести рисунки и объяснить)
6. Роса и иней – определение, условия образования
7. Изморозь – виды, условия образования
8. Гололед и гололедица – условия образования
9. Туманы, их виды, условия образования
10. Облака; процессы, приводящие к облакообразованию
11. Микрофизическая структура облаков. Уровни в атмосфере, связанные с облакообразованием, деление облаков по составляющим их элементам (привести схему)
12. Международная классификация облаков – что положено в основу, основные формы
13. Облака тепловой конвекции – формы, условия образования
14. Облака и осадки теплого фронта, привести схему
15. Облака и осадки холодных фронтов, привести схемы

**Тема 1.7 Осадки, выпадающие из облаков**

**Программа**

Классификация осадков. Типы и виды осадков, их характеристики; облака, из которых они выпадают. Условия, необходимые для выпадения осадков из облаков. Процессы укрупнения облачных элементов в ледяных, водяных и смешанных облаках. Условия образования дождя и снега, условия образования крупы и града. Химический состав осадков.

Суточный и годовой ход осадков. Распределение осадков на земной поверхности. Искусственное вызывание и предотвращение осадков, борьба с градобитием.

Снежный покров, его свойства, характеристики и значение. Запас воды в снеге. Таяние снежного покрова. Снегозадержание. Метели, их виды, условия образования. Лавины, условия образования, меры борьбы. Использование данных об осадках и снежном покрове в отдельных отраслях экономики.

Практическое занятие

Решение примеров на вычисление интенсивности осадков, плотности снега, запаса воды в снежном покрове.

Литература: [1], гл. 8

***Методические указания***

При изучении данной темы следует опираться на знания предыдущей темы. Типы и виды осадков тесно связаны с облаками, из которых они выпадают. Запомнить нужно следующее:

* облака верхнего яруса осадков, достигающих поверхности, не дают;
* облака среднего яруса Ас осадков, достигающих поверхности, не дают, Аs – чаще всего в системе фронтальных облаков дают обложной дождь или снег;
* слоистые St облака иногда дают моросящие осадки; слоисто-кучевые Sc – иногда дают мелкокапельный непродолжительный дождь или снег; слоисто-дождевые Ns всегда дают продолжительные обложные осадки;
* кучевые Сu облака осадков как правило не дают, однако, в субтропиках и тропиках из Сucong идет дождь, кучево-дождевые облака Сb почти всегда дают ливневые осадки, возможны град, крупа.

Осадки из облака выпадают под действием своего веса (размера), преодолевая восходящие движения воздуха, образующие облака. Поэтому, чем больше (сильнее) восходящие потоки воздуха, тем крупнее должны быть облачные элементы. Именно поэтому из тонких слоистых облаков могут выпадать мельчайшие капли мороси, т.к. облака расположены на небольшой высоте, а скорость восходящих потоков не превышает 1 м/с.

Наиболее активный процесс укрупнения облачных элементов (образование осадков) происходит в смешанных облаках, где за счет разности значений давления насыщенного водяного пара над каплей и кристаллом всегда быстро растет кристалл (в облаках As, NsCb). Поэтому, даже при значительных восходящих потоках (особенно в Сb), эти облака всегда дают осадки.

Под интенсивностью осадков понимают количество осадков в миллиметрах, выпавших за 1 мин (мм / мин).

1 мм осадков соответствует объему воды в 1000 см³ (или 1 литр) на площади в 1 м² (при условии отсутствия испарения, просачивания и стока). В пересчете на площадь 1га это соответствует 10 м³ осадков.

При изучении снежного покрова следует четко разделить его свойства и характеристики.

Таяние снега, главным образом, происходит за счет увеличения притока солнечной радиации. Однако, часто даже при облачной погоде происходит бурное снеготаяние за счет адвекции (притока) теплого воздуха.

Запас воды в снеге определяет слой воды, который образуется на поверхности в результате таяния снега. Эта величина очень важна для сельского хозяйства и гидротехнических сооружений.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить типы и виды осадков, их характеристики и облака, из которых они выпадают
2. Процессы укрепления облачных элементов в ледяных, водяных и смешанных облаках
3. Условия образования дождя и снега, крупы и града. Почему осенью и весной выпадает мокрый снег?
4. Почему тонкие слоисто-кучевые облака иногда дают мелкокапельный дождь, а мощные кучевые – никогда не дают осадков?
5. Где наблюдаются “мокрые” и самые “сухие” места земного шара, объясните причины ?
6. Перечислить свойства снежного покрова
7. Характеристики снежного покрова, их зависимость от условий погоды и рельефа
8. Факторы, определяющие таяние снежного покрова. Как вычислить запас воды в снеге?
9. Метели – определение, виды, условия возникновения, опасность

**Тема 1.8 Атмосферное давление и плотность воздуха**

**Программа**

Вес и давление воздуха. Единицы измерения давления, применяемые в метеорологии, соотношение между ними.

Уравнение состояния сухого воздуха.

Плотность сухого и влажного воздуха, виртуальная температура.

Изменение плотности воздуха с высотой. Изменение атмосферного давления с высотой. Основное уравнение статики.

Барическая ступень. Полная и сокращенная барометрические формулы Лапласа. Задачи, решаемые с помощью барометрических формул.

Барическое поле, изобарические поверхности, изобары, барические системы. Полный градиент давления, его горизонтальная и вертикальная составляющие, их вычисление.

Географическое распределение атмосферного давления на уровне моря. Карты изобар января и июля.

Практическое занятие

Графическое изображение барического поля. Вычисление горизонтального барического градиента, его графическое изображение.

Литература: [1], гл. 9

***Методические указания***

В этой теме много формул. Однако, главное не запомнить их, а понять физический смысл и зависимость между величинами, входящими в эти формулы.

Особое внимание следует уделить барической ступени. Проанализируйте формулу. В большой зависимости величина барической ступени находится от температуры: в теплом воздухе она значительно больше, чем в холодном. Это означает что, в теплом воздухе давление с высотой уменьшается медленнее, чем в холодном.

Важной величиной является горизонтальный барический градиент. Под действием этого градиента возникают воздушные течения. Величина градиента находится в обратной зависимости от расстояния между изобарами. Чем ближе (гуще) расположены изобары, тем больше величина градиента. Для того чтобы получить заметно значимые величины горизонтального градиента, при расчетах за единицу расстояния принимают один градус меридиана, т.е. 111 км (для упрощения расчетов иногда берут 100 км).

При рассмотрении карт давления проследите четкую зависимость атмосферного давления от температуры. Поверхность континентов летом прогревается сильнее поверхности океанов, поэтому атмосферное давление над континентом понижено, а над океанами повышено, зимой – наоборот.

При решении задач по барометрическим формулам нужно определять среднюю температуру слоя.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение атмосферного давления. Единицы измерения давления, соотношение между мм ртутного столба и гектопаскалем
2. Что такое нормальное атмосферное давление – определение, величина
3. Уравнение состояния сухого воздуха, соотношение между составляющими
4. Чем отличается плотность сухого от плотности влажного воздуха? Виртуальная температура – определение, вычисление
5. Как изменяются плотность и давление воздуха с высотой?
6. Барическая ступень – определение, формула, зависимость от температуры. Какие задачи можно решить с ее помощью?
7. Напишите формулы Лапласа полную и сокращенную, дайте объяснение
8. Что такое барическое поле, изобарические поверхности и изобары? Перечислите барические системы, дайте их определение
9. Полный барический градиент – определение, направление; приведите схему разложения на вертикальный и горизонтальный градиент
10. Что характеризуют вертикальный и горизонтальный барические градиенты?
11. Формула горизонтального градиента давления, его определение и вычисление. Начертите вектора горизонтального градиента на следующем рисунке в точках А и В. (Карандашом в методических указаниях или перечертите в тетрадь)

.А 990гПа

.В 995гПа

В 1000гПа

12.Как меняется атмосферное давление в разное время года над сушей и морем?

**Тема 1.9 Воздушные течения в атмосфере**

**Программа**

Ветер, его направление, скорость и порывистость. Линии тока. Влияние препятствий на ветер.

Причина возникновения ветра. Градиентная сила. Силы, возникающие при движении воздуха: отклоняющая сила вращения Земли, сила трения, центробежная сила – природа, величина, направление, влияние на направление и скорость движения воздуха. Установившееся движение воздуха при отсутствии трения. Градиентный ветер. Установившееся движение воздуха при наличии трения. Системы ветров в циклоне и антициклоне.

Общая циркуляция атмосферы. Термическая циркуляция в атмосфере.

Ветры термического происхождения: бризы, горно-долинные ветры, ледниковые ветры – условия и районы возникновения.

Фен. Бора. Стоковый ветер, смерчи, суховей. Пассаты. Муссоны. Условия и районы их образования. Струйные течения.

Использование энергии ветра. Использование данных о ветровом режиме в отдельных отраслях экономики.

Практическое занятие

Вычерчивание схем действия сил и линий тока в условиях прямолинейных изобар, в циклоне и антициклоне (в отсутствии и при наличии трения) в северном и южном полушариях.

Литература: [1], гл. 10; [2], т. 1.14 – 1.18

***Методические указания***

В этой теме четко следует понять, что горизонтальное движение воздуха (ветер) возникает тогда, когда в разных точках поверхности или пространства в горизонтальном направлении возникает разность давления. При этом возникает движущая градиентная сила, в основе которой определяющим является величина горизонтального барического градиента.

При рассмотрении сил, действующих на движущуюся частицу воздуха, необходимо понять причину каждой силы, четко определить ее направление и от чего зависит ее величина, а также как каждая из них влияет на направление и скорость ветра.

Чтобы лучше понять влияние каждой силы на движущийся объем воздуха, нужно начертить схемы сил (без трения и с учетом трения) при прямолинейных и криволинейных изобарах. При этом следует помнить, что градиентная сила всегда направлена перпендикулярно изобарам в сторону низкого давления (в любой точке любой системы). Любую схему нужно чертить в следующей последовательности:

а) при отсутствии трения – изобары, вектор градиентной силы, вектор силы Кориолиса – прямо противоположно, вектор ветра – под прямым углом к этим силам (вправо от градиентной силы в северном полушарии, влево в южном).

б) при наличии трения – изобары, вектор градиентной силы перпендикулярно им, в сторону низкого давления; вектор направления ветра под острым углом вправо от градиентной силы в северном полушарии, влево в южном; под прямым углом к вектору направления ветра – вектор силы Кориолиса – вправо в с.п., влево в ю.п.; противоположно вектору ветра – вектор силы трения. Вектор центробежной силы всегда направлен по радиусу кривизны изобар от центра этой кривизны (см. рис. 10.13 и 10.10.15 [1]).

Следует понять, какое влияние каждая из сил оказывает на ветер. Градиентная сила вызывает ветер и действует на него, как ускорение. Отклоняющая сила вращения Земли изменяет направление ветра, отклоняя его от градиентной силы вправо в северном и влево в южном полушарии (при отсутствии трения угол между ними всегда 90˚). На скорость эта сила не влияет, но зависит от нее прямопропорционально. Сила трения изменяет направление, уменьшая угол отклонения вектора направления ветра от градиентной силы. Чем больше сила трения, тем меньше величина этого угла; скорость ветра при этом уменьшается. Центробежная сила не связана с направлением ветра, но сильно зависит от его скорости.

Причиной возникновения местных ветров (термической циркуляции) является неравномерное нагревание отдельных участков деятельной поверхности в каком-либо районе. При этом следует вспомнить зависимость барической ступени от температуры. Рассмотрим следующую схему:

Н В Н

993 гПа 995 гПа 993 гПа

\_\_ ХВ ТВ ХВ\_\_\_ поверхность

1000гПа С А В 1000гПа

1000гПа

В каком – то районе деятельная поверхность нагревается по-разному (например, водоем и берег). Днем над более нагретыми участками в т. А воздух окажется теплее, чем в т. В и С. Соответственно, величина барической ступени в теплом воздухе окажется больше, чем в холодном (например 10м/мб и 7м/мб). На нашем рисунке на высоте 500 м давление в т. А уменьшается на 5 гПа, а в т. В и С примерно на 7 гПа. Поэтому на одной и той же высоте в горизонтальном направлении возникнет разность давлений и практически сразу начнется движение воздуха из области с более высоким в область более низкого давления. Над точкой А возникает восходящее движение воздуха (тепловая конвекция), которое будет компенсировать отток воздуха на высоте, на которой начнется горизонтальное движение.

За счет прогрева воздуха и конвективного подъема в т. А давление воздуха уменьшится, а в области т. В и С возникнет нисходящее движение воздуха и у поверхности в этих точках возникнут области более высокого давления. Таким образом, у поверхности также образуется разность давления, которая приведет к началу движения из т. В и С в т. А. Образуется замкнутая циркуляция воздуха, нижняя горизонтальная ветвь которой и получила название термического ветра.

На рис. 10.24 [1] на схеме образования фена уровень конденсации можно рассчитать по формуле Ипполитова h =22(100 – f), где f – относительная влажность у поверхности Земли.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое ветер? Чем он характеризуется?
2. Что такое линии тока?
3. Причина возникновения ветра
4. Как влияют препятствия на скорость и направление ветра? Где и почему происходит усиление ветра?
5. Перечислите силы, действующие на частицу воздуха
6. Назовите причины возникновения каждой из сил, их направление и влияние на скорость и направление ветра
7. Начертите схему сил при прямолинейных изобарах при отсутствии трения и с учетом силы трения (северное полушарие)
8. От чего зависит угол отклонения ветра от горизонтального градиента давления у поверхности земли?
9. Начертите схемы сил, действующих на частицу воздуха, и линии тока в циклоне и антициклоне северного и южного полушарий пи отсутствии и наличии трения
10. Причины термического ветра. Объяснить схему его возникновения
11. Бризы – характеристика, условия и районы образования
12. Бора – характеристика, условия и районы образования
13. Фен – характеристика, условия и районы образования. Начертить схему образования, объяснить
14. Горно-долинные и ледниковые ветры, смерчи, суховей, стоковый ветер – характеристика, условия и районы образования
15. Муссоны и пассаты - характеристика, условия и районы образования
16. Что такое струйные течения, почему и где они возникают?

**Тема 1.10 Оптические явления в атмосфере**

**Программа**

Распространение света в атмосфере. Причины оптических явлений. Оптические явления, обусловленные рассеянием света в атмосфере: дневная освещенность, форма небесного свода, яркость небесного свода, цвет неба, сумерки, заря.

Дальность видимости. Влияние атмосферы на видимость. Дальность видимости реальных объектов. Метеорологическая дальность видимости.

Явления, обусловленные преломлением света в атмосфере: астрономическая и земная рефракции. Явления, обусловленные преломлением и отражением световых лучей в каплях и кристаллах облаков: радуга, гало. Явления, обусловленные дифракцией света на каплях и кристаллах облаков: венцы, иризация облаков, глория.

Литература: [1], гл. 11

***Методические указания***

Материал данной темы достаточно полно изложен в учебнике. Пониманию этих явлений помогут Ваши личные наблюдения за небесным сводом.

Голубой цвет неба определяется законом рассеяния Релея. Этот закон определяет рассеяние белого луча на молекулах воздуха. При этом каждая длина волны, соответствующая определенному цвету в спектре луча света, рассеивается по-разному. Максимально рассеиваются лучи сине-голубые, что и создает цвет неба.

Если в воздухе содержатся аэрозоли, то на этих, гораздо более крупных, чем молекулы воздуха, частицах, рассеяние белого луча не будет зависеть от длины волны, его составляющих. Поэтому на аэрозолях белый луч рассеивается не разноцветным пучком, а белым же цветом, который накладывается на голубой фон неба. Чем чаще воздух, тем более голубым будет небо и, наоборот.

При изучении сумерек четко определите, как их продолжительность зависит от времени года, широты и условий погоды. Продолжительность сумерек увеличивается с широтой, и летом за полярным кругом ночь превращается в “белую”, т.е. вечерние сумерки сливаются с утренними.

При изучении дальности видимости нужно понять физику этого явления. Формулы только подтверждают обоснование влияния атмосферы, запомнить их - не самое главное. Вначале следует определить, отчего зависит видимость реальных объектов. Например, два объекта на одинаковом расстоянии от наблюдателя, но обладающие разными размерами, цветом, структурой и т.д., видятся по-разному. Подумайте, от чего еще может зависеть видимость реальных объектов. Необходимо понять, что такое яркость объекта (Во) и яркость фона (Вφ), что такое порог контрастной чувствительности глаза (ε).

Яркость объекта создается отраженным светом. Поэтому наибольшей яркостью обладают белые объекты (В = 1 – максимальная), а черные – наименьшей (В =0). Определение порога контрастной чувствительности глаза дано в учебнике. Следует понять, что с уменьшением освещенности “ε” резко увеличивается, т.к. объект на каком-либо фоне становится трудно различимым.

Метеорологическая дальность видимости не должна зависеть от свойств объекта. Поэтому для ее определения выбирают черные объекты на светлом фоне неба, т.е. при контрасте, близком к максимуму (к=1). Таким образом, метеорологическая дальность видимости зависит только от состояния атмосферы.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите причины возникновения оптических явлений и группы явлений, к ним относящиеся
2. Чем обусловлена дневная освещенность? Какие факторы влияют на ее интенсивность?
3. Причины кажущейся приплюснутости небесного свода. Как и почему изменяются видимые размеры светил?
4. Напишите и объясните закон Релея. Почему небо голубое? Почему и когда небо приобретает белесоватый оттенок?
5. Что такое сумерки? Отчего и как зависит продолжительность сумерек? Что такое “белые ночи?”
6. Почему при восходе и заходе солнца небо приобретает оранжево-красные цвета? От чего зависит окраска зари?
7. От чего зависит дальность видимости реальных объектов?
8. Что такое яркость объекта? От чего она зависит и как меняется по величине? Что такое контраст и порог контрастной чувствительности глаза?
9. Как влияет атмосфера на видимость реальных объектов?
10. Что такое метеорологическая дальность видимости? От чего она зависит?
11. Что такое астрономическая рефракция? Чем она определяется? Какие явления ею обусловлены?
12. Что такое земная рефракция? Какие явления ею обусловлены?
13. Объясните явление радуги: почему, где и когда она образуется; почему образуется вторая радуга?
14. Что такое гало? Чем обусловлены разные формы гало?
15. Что такое венцы, чем они обусловлены, окраска? О чем говорит изменение размеров и яркости цвета венцов ?

**Тема 1.11 Звуковые явления в атмосфере**

**Программа**

Распространение звука в атмосфере. Скорость звука в атмосфере, ее зависимость от метеорологических факторов. Преломление, отражение и ослабление звука в атмосфере. Использование наблюдений за распространением звука для исследования высоких слоев атмосферы. Звуки метеорологического происхождения.

Литература: [1], гл. 12

***Методические указания***

Явление звука изучается в физике. В данной теме нужно точно знать: что такое звук, какие звуки мы воспринимаем, что такое ультра и инфразвук. Следует запомнить величину скорости звука и понять, как на нее влияют метеорологические факторы. Внимательно изучите условия хорошей и плохой слышимости; поймите, почему так происходит. Изменение траектории звукового луча при разных условиях рассмотрите на рис. 12.2 [1].

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое звук? С какой частотой мы воспринимаем звуки? Что такое ультразвук и инфразвук?
2. Чему равна скорость звука при нормальных условиях? Как она зависит от температуры, влажности, скорости и направления ветра?
3. Как и почему происходит преломление звука в атмосфере? Приведите схему
4. Что такое эхо? Почему оно бывает многократным?
5. Перечислите и объясните условия хорошей и плохой слышимости.
6. Перечислите звуки метеорологического происхождения
7. Объясните, почему в ясный день утром в лесу слышимость хорошая, а в середине дня резко ухудшается? Почему утром в морозы слышимость очень хорошая?

**Тема 1.12 Электрические явления в атмосфере**

**Программа**

Понятие об атмосферном электричестве. Ионы в атмосфере. Процессы ионизации, ионизаторы атмосферы. Радиоактивное загрязнение атмосферы. Понятие об электрическом поле атмосферы. Ионосфера. Радиационные пояса Земли.

Электричество облаков, электризация облачных элементов. Распределение зарядов в грозовых облаках. Грозовые разряды и молнии. Методы грозозащиты. Полярные сияния.

Литература: [1], гл. 13

***Методические указания***

Глава 13 учебника очень объемная. Следует внимательно изучить электрические явления, руководствуясь вопросами программы и вопросами самоконтроля. Остальные вопросы этой главы интересны с познавательной точки зрения.

При изучении ионосферы особое внимание обратите на ее строение и свойства, а также на практическое использование этого слоя для дальней радио- и телесвязи. Формулы запоминать не нужно.

Внимательно разберите механизм электризации облачных элементов. Особое внимание следует уделить электризации кучево-дождевого облака, с которым связано образование молний.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое ионы? Причина их появления в атмосфере. Что такое легкие и тяжелые ионы?
2. Объясните механизм процесса ионизации
3. Перечислите основные ионизаторы и их воздействие на молекулы воздуха в нижних и верхних слоях атмосферы
4. Ионосфера – границы в атмосфере, строение, основные свойства; практическое значение изучения тропосферы
5. Чем создается электрическое поле атмосферы? Что такое изопотенциальные поверхности? От чего зависит напряженность электрического поля в разных точках?
6. Что такое объемный заряд?
7. Процессы и механизм электризации облачных элементов
8. Распределение зарядов в грозовом облаке; механизм образования объемных зарядов
9. Молнии – виды, механизм возникновения, продолжительность. Чем и почему опасна молния? Методы защиты от молнии
10. Полярные сияния – причина и районы возникновения, формы; от чего зависит яркость и частота повторения

**ЗАДАНИЕ 2**

**РАЗДЕЛ 2**

**Основы климатологии**

**Тема 2.1. Климатообразующие факторы**

**Программа**

Солнечная радиация, характер подстилающей поверхности, циркуляция атмосферы – основные климатообразующие факторы; климат как результат их взаимодействия. Колебание и изменения климата.

Литература: [2], гл. 1, гл. 4

***Методические указания***

Основным климатообразующим фактором является солнечная радиация (радиационный баланс деятельной поверхности). Однако, и другие факторы значительно влияют на формирование климата. Из большого материала гл. 1 учебника Климатологии следует выбрать главное – как происходит формирование климата под влиянием основных факторов.

При этом следует уделить внимание вопросу изменения климата под влиянием естественных причин и в результате деятельности человека. Постарайтесь проанализировать причины, которые приводят к изменениям климата, т.к. эта проблема в настоящее время становится самой актуальной.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные климатообразующие факторы, объясните их
2. Какие естественные причины и как влияют на изменение климата?
3. Как влияет на изменение климата деятельность человека (антропогенный фактор)?

**Тема 2.2 Классификация климатов**

**Программа**

Классификация климатов Алисова Б.П. и Берга Л.С.. Принципы классификации. Основные характеристики и границы климатических зон.

Литература: [2], гл. 3

***Методические указания***

Существует большое количество классификаций климатов, в основу которых положены различные принципы. В нашей стране наибольшее распространение получили две классификации, авторами которых являются Берг Л.С. и Алисов Б.П..

В основе классификации Л.С. Берга положен географический принцип, а в классификации Б.П. Алисова – циркуляционный фактор.

Следует уяснить принципы выделения климатических зон и их основные характеристики. Можно составить краткую схему этих классификаций.

Вопросы для самоконтроля

1. Что положено в основу классификации климатов Берга Л.С.?
2. Перечислить зоны этой классификации, определить границы, дать основные характеристики по схеме:

а) район;

б) средняя температура самого холодного и самого теплого месяца, чем они определяются;

в) причины климатических особенностей отдельных районов;

г) количество осадков;

д) растительность.

1. Что положено в основу классификации климатов Алисова Б.П.?
2. Назовите основные типы воздушных масс и их характеристики
3. Перечислите климатические зоны по Алисову Б.П. и их основные характеристики по той же схеме

**Тема 2.3 Климаты России и стран СНГ**

**Программа**

Общие условия формирования климата территории России и территории стран СНГ. Климатические зоны. Климат Арктической зоны. Климат Европейской территории России. Климат Крыма, Кавказа, Урала, Климат Средней Азии, Западной и Восточной Сибири, Горного Алтая и Дальнего Востока.

Литература:[2], гл. 5

***Методические указания***

Материал данной темы достаточно полно изложен в учебнике. Прежде, чем изучать климаты отдельных районов, следует уяснить причины формирования климатов на территории России и резкого изменения климата с запада на восток и с юга на север (т. 5.1).

При изучении климатов отдельных районов России и стран СНГ полезно составить таблицу с данными основных характеристик каждой зоны. Пользуйтесь картами, приведенными в учебнике. Ориентируясь по картам давления, температуры и осадков, можно не запоминать значения этих метеовеличин, а прочесть их на этих картах.

Изучая климаты каждого района, следует уяснить причины, которые формируют данный климат, увязывая их с общими факторами, формирующими климат России и стран СНГ.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие факторы формируют климат России и стран СНГ? Проследите изменение климатических характеристик с запада на восток и с севера на юг.
2. На какие климатические зоны можно разделить территорию России и СНГ?
3. Назовите основные составляющие климата каждого района по схеме:

а) климатическая зона;

б) район распространения;

в) преобладающие воздушные массы;

г) средняя температура самого холодного и самого теплого месяца;

д) преобладающее направление и скорость ветра по сезонам;

е) годовая сумма осадков, наличие и высота снежного покрова;

ж) основные характеристики времен года (лето, зима);

з) растительность, условия ее развития.

**Тема 2.4 Климатологическая обработка данных**

**метеорологических наблюдений**

**Программа**

Источники климатических данных и задачи климатологической обработки. Понятие о метеорологических рядах.

Основные климатические показатели. Виды ошибок в рядах наблюдений и методы их устранения. Однородность рядов. Методы приведения коротких рядов наблюдений к многолетнему периоду.

Метод разности, метод отношения, косвенный метод.

Климатологическая обработка данных метеорологических наблюдений за температурой воздуха, осадками, ветром.

Практические занятия 9 – 14

Приведение средней месячной температуры воздуха к многолетнему периоду методом разности.

Построение гистограммы и определение по графику климатических характеристик.

Приведение сумм осадков к многолетнему периоду графическим способом.

Построение розы ветров. Определение преобладающего направления ветра.

Литература: [2], гл. 8, § 8.1, 8.2, 8.4, 8.6, 8.7; гл. 9, § 9.1 – 9.4

***Методические указания***

В настоящее время в центрах сбора обработка метеорологических данных проводится на ЭВМ. Однако, в отдельных ситуациях нужно уметь определить отдельные климатические характеристики в условиях обычной метеостанции или другого подразделения гидрометеослужбы.

Поэтому задачей данного раздела является изучить основу климатологической обработки метеоданных и получение некоторых климатических характеристик конкретного района. При изучении данной темы используйте указанные параграфы учебника Климатологии и методические указания.

Рассмотрим примеры климатологической обработки отдельных метеовеличин:

**1. Приведение средней месячной температуры (или другой метеовеличины) к многолетнему периоду методом разностей.**

Этот метод основывается на том предположении, что разности значений метеорологической величины на двух соседних станциях изменяется от года к году меньше, чем сами значения величины, а средние разности, вычисленные за короткий срок и длинный период, примерно одинаковы, т.е. Дn≈ДN. Порядок приведения:

а) Найти среднее значение температуры воздуха за каждый месяц для опорной (с длинным рядом наблюдений) станции

Аn(ср) =сумма значений за весь период

n (число лет)

(например, длинный ряд наблюдений с 1880 г. по 1980 г.) – «А»

Ст. А – опорная

Значения температуры Таблица 1

|  |
| --- |
| Год 1 2 3 12 |
| 1880  .  .  .  1980  Сумма |
| Кол-во 100  лет |
| Сред- АN1 А N12  нее |

б) Для короткорядной станции В определить период наблюдений параллельный со станцией А (например, с 1970 по 1980 г.)

Ст. В – короткорядная (10 лет)

Значения температуры

Таблица 2

|  |
| --- |
| Год 1 2 . . . . . . . . . 12 |
| 1970  .  .  1980 |

в) Найти разности температуры за каждый месяц совпадающих лет между ст. А и ст. В (tа - tв) и свести их в таблицу по годам

Разности температуры

Таблица 3

|  |
| --- |
| Год 1 2 3 . . . . . . . . . 12 |
| 1970  :  :  1980 |
| Σ |
| n |
| Дn |

г) Найти суммы разностей по месяцам и каждую из них разделить на число лет, включенных в подсчет (в примере 10 лет), т.е. получим среднюю разность по месяцам – Дn.

д) Считая, что разности в значениях температур с годами изменяются незначительно, можно найти значения средних температур на короткорядной станции Вn. Для этого средние значения за каждый месяц длиннорядной станции алгебраически (с учетом знака) сложить со средней разностью Дn. ВN =АN ± Дn (составить таблицу 4).

Итоговая таблица вычислений

Таблица 4

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1 2 3 5 6 7 8 9 10 11 12

\_АN\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_ДN\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_ВN\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**2. Построение кривой годового хода температуры воздуха методом гистограммы**.

а) На листе миллиметровой бумаги размером 45 × 35 см по горизонтали отложить месяцы в масштабе 1 день – 1 мм, при этом следует начинать с ноября и окончить декабрем, т.е. 14 месяцев (ноябрь, декабрь – дважды). По вертикали отложить температуру в соответствии с данными температуры (отрицательные значения от начала координат) в масштабе 1º-1 см; 0,1º–1 мм.

б) Построить прямоугольники, равные по ширине числу дней в месяце (февраль – 28), а по высоте – значению температуры в данном месяце.

в) Провести (сначала карандашом) кривую годового хода температуры воздуха, соблюдая равенство площадей, прирезаемой и отрезаемой у данного прямоугольника. Образец гистограммы показан на рис.9.1 стр.267 учебника [2], там же на стр. 266 можно прочесть, как строится эта кривая.

г) Правильность проведения кривой можно проверить, сняв значения температуры 5, 15 и 25 числа каждого месяца. Для этого от горизонтальной оси из точки соответствующей даты подняться вверх до кривой и определить, какому значению температуры эта точка соответствует. Зная значения температуры для 5, 15 и 25 числа, находят из них среднее. Эта величина должна быть равна средней месячной температуре данного месяца. Расхождение не должно превышать ± 0,1º.

Эти данные, как среднедекадные, свести в таблицу 5

Таблица 5

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Декады 1 2 3 и т.д. 12

1

2

3

Средняя

месячная

из декадных

По графику определить:

* даты перехода температуры воздуха через 5º, начиная с -10º (-5º , 0º , +5º , +10º , +15º). Для этого найти точки на кривой, соответствующие данным температурам, провести горизонтальные пунктирные линии до пересечения с кривой и в точках пересечения снять с точностью до одного дня даты наступления указанных среднемесячных температур;
* число дней в году с температурой выше указанного предела, при этом даты перехода в число дней не входят.

Для удобства подсчетов можно составить таблицу 6.

Таблица 6 (пример)

Месяцы, -10º -5º 0 +5º +10º +15º

число дней

1. - 31
2. – 28 22/2 - 6
3. – 31 17/3 - 14
4. – 30
5. – 31
6. – 30
7. – 31 306 214 и т.д.
8. – 31
9. – 30
10. – 31
11. – 30 26/11 - 25
12. – 31
13. - 31 2/1 - 1

число дней 313 253

В приведенной таблице показан пример записи дат и подсчета числа дней с температурой выше -10º и -5º.

Цифра 306 соответствует числу дней полных месяцев между февралем и январем; в феврале с температурой выше -10º было 6 дней, в январе – один день. Общая сумма составит 306 + 7 = 313. Проверьте эти расчеты для температуры -5º.

Сводная таблица 7 будет выглядеть так:

Таблиица 7

Станция -10º -5º 0 +5º +10º +15º

(например 22/2 17/3

Углич) 2/1 26/11 и т.д.

313 253

**3. Вычисление средних дат последнего и первого заморозка, продолжительности безморозного периода**.

а) Переписать в тетрадь данные, предложенные в задании, в виде указанной таблицы.

б) Определить исходную дату заморозка за каждый период. За исходную дату обычно принимают первое число того месяца, в котором чаще отмечаются заморозки.

в) Подсчитать для каждого года число дней от исходной даты заморозка. При этом, если дата позже исходной, то число дней положительно, если раньше – отрицательное. Например, если исходная дата 1/4, а в разные годы даты последнего заморозка 22/4, 28/3, 5/5 и т.д., то искомое число дней соответственно будет равно 22, -4, 35 и т.д.

г) Подсчитать суммы полученных чисел (с учетом знака) и разделить на число лет. Полученное среднее число, округленное до целого, и будет средней датой первого и последнего заморозка.

д) Выбрать даты самого раннего и самого позднего заморозка в обоих периодах.

е) Вычислить за каждый год продолжительность безморозного периода, как число дней между датами последнего и первого заморозков (даты заморозков в число дней не входят).

ж) Результаты записать в таблицу.

**4. Приведение сумм осадков к многолетнему периоду методом отношений (графически**).

а) Переписать в тетрадь данные месячных сумм осадков за одни и те же годы по опорной и приводимой станциям (из задания).

б) Вычислить ежегодные суммы осадков за холодный и теплый период по обеим станциям за совпадающие годы. При этом количество осадков за холодный период получают суммированием ежемесячных сумм осадков за ноябрь, декабрь предыдущего года и январь, февраль, март последующего года; теплый период – с апреля по октябрь включительно.

в) Построить графики зависимости сумм осадков двух станций отдельно для теплого и холодного периодов. По горизонтали откладывают данные опорной станции, по вертикали – приводимой. За начало координат следует принимать обязательно ноль. Для холодного периода масштаб берут в 2 раза больше. Например, если за теплый период 50 мм осадков соответствуют 1 см, то за холодный 1 см соответствует 25 мм осадков. По данным сумм осадков за один и тот же год по обеим станциям проставить соответствующие точки и рядом написать две последние цифры этого год. Провести через начало координат прямую линию так, чтобы суммы расстояний от точек до линии с одной и другой стороны линии были равны.

г) Проверить целесообразность приведения сумм осадков приводимой станции к многолетнему периоду. Для этого от руки провести эллипс, охватывающий точки вдоль линии связи. Если в вдоль линии связи длина эллипса в 2 раза больше его ширины поперек линии, то приведение целесообразно.

д) вычислить для опорной станции средние ежемесячные суммы осадков за совпадающий период наблюдений (АN) и просчитать по этим данным соответствующие суммы за холодный (с XI по III) и теплый (с IV по X) периоды.

е) По полученным суммам с графиков снять соответствующие суммы для приводимой станции и записать в таблицу.

ж) Рассчитать процент среднемесячных сумм осадков по опорной станции отдельно за холодный и теплый периоды следующим образом.

Например, сумма осадков за теплый период составляет 340 мм, принимаем ее за 100%. В январе среднемесячное значение равно 31. Процент составляет

31×100 3100

x1 = ----------- = ---------- = 9% и т.д.

340 340

Расчеты делать до 0,1, округлить до целого. Сумма должна составить 100% за весь период. Если она получилась чуть больше или меньше, то следует уменьшить или увеличить на эту разницу процент в месяце с наибольшей суммой.

3) Полученные проценты переписать в таблицу приводимой станции. Затем, приняв снятые с графика суммы осадков за холодный и теплый периоды за 100% (каждый), рассчитать среднемесячные суммы осадков по соответствующим им процентам. Например, снятая с графика сумма осадков за холодный период для приводимой станции составляет 290 мм (или 100%). В январе процент среднемесячной суммы осадков составляет 9% (см. расчет выше). Можно рассчитать сумму осадков в январе, приведенную к длинному периоду.

290×9

ВN1 = ------------ = 26 мм и т.д.

100

**5. Вычисление повторяемости ветра по 8 румбам и определение преобладающего направления ветра.**

а) Выписать данные таблицы 8.

ст.Андреевское, ноябрь Таблица 8

Румбы С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ Число

штилей

число 16 5 7 21 56 60 30 37 8

случаев

сумма 56,0 21,5 30,8 46,2 201,6 186,0 63,0 88,8 -

скоростей

б) Подсчитать сумму числа случаев разных направлений ветра (без штилей).

в) Полученную сумму принять за 100% и рассчитать процент повторяемости каждого направления от общего числа случаев.

г) Вычислить среднюю скорость ветра каждого направления, разделив сумму скоростей на число случаев каждого направления.

д) Построить круговую розу ветров для направления и скорости ветра. Для этого начертить 4 взаимопересекающихся линии, обозначить направле- ние 8 румбов. В выбранном масштабе отложить на графике процент

повторяемости каждого направления от центра.

с Полученные точки соединить в виде восьмиугольника.

сз св На этот же график нанести в другом масштабе сред-

з в ние скорости ветра каждого направления и соединить

полученные точки другим цветом.

юз юв

ю

6. Определить преобладающее направление ветра:

а) Выбрать из таблицы 9 четыре румба с наибольшей повторяемостью

- вначале выбирают наибольшую повторяемость, потом два соседних и четвертый со стороны большего из крайних.

Обозначить их по часовой стрелке буквами n1 , n2 , n3 , n4 и отметить по этим буквам выбранные четыре румба на круговой розе ветров.

Таблица 9

Румбы С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ

Повторяемость % 7 2 3 9 24 26 13 16

≡ = – =

n1n2n3n4

б) вычислить коэффициент, показывающий середину квадранта с набольшей повторяемостью ветра по формуле:

n3 – n1

α = 1+ -----------------------

(n3 – n1) + (n2 –n4)

В нашем примере

26 - 9

α = 1 + ------------------------ = 1,6

(26 – 9) + (24 – 13)

в) Перевести полученное значение “ α ” в градусное выражение, умножив его на 45°. В примере 1,6 × 45° = 72°

г) Отложить на розе ветров от румба “ n1 ” по часовой стрелке полученный угол и записать результат в принятой форме (от ЮВ с

к западу). Использовать только основные румбы. сз св

В примере: 72°- 45 = 27 Ю –27 – 3 з

юг запад юв

юз ю

д) Вычислить повторяемость “H” направления ветра в процентах в найденном квадранте по формуле:

(n2 – n1) + (n2 – n4) 3 2

H = (n2 + n3) + ---------------------------- • --- – α

2 2

(24 –9) + (24 – 13) 3 2

В примере H = (24 + 26) + ----------------------- --- – 1,6 =

2 2

## 15 +11

## = 50 + ------------ (-0,1)² = 50 + 130,01 = 50%

2

## Вопросы для самоконтроля

1. Источники климатологической информации.
2. Что такое метеорологический ряд? По каким принципам могут быть составлены ряды наблюдений?
3. Перечислить и дать определение основных климатических показателей.
4. Какие ошибки могут содержать ряды наблюдений? Каков их характер и причины, способы их устранения или учета.
5. Что называется климатически и статистически однородным рядом?
6. Причины неоднородности ряда. Как выявляется и устраняется неоднородность ряда?
7. Методы приведения коротких рядов наблюдений к многолетнему периоду.
8. Гистограмма. Принцип ее построения.
9. Какие климатические характеристики можно снять с гистограммы?
10. Что такое первый и последний заморозок? Как определяется безморозный период?
11. В чем сущность приведения температуры к многолетнему периоду методом разности?
12. Сущность приведения сумм осадков к многолетнему периоду методом отношений (графически).
13. По каким данным и как строятся розы ветров – круговая и развернутая?
14. Как рассчитывается преобладающее направление ветра?

**Тема 2.5 Карты погоды**

**Программа**

Сущность и цели дисциплины «Синоптическая метеорология», ее связь с другими дисциплинами. Краткие сведения из истории развития синоптической метеорологии.

Организация службы погоды в России.

Всемирная служба погоды. Обеспечение прогнозами погоды отдельных отраслей экономики.

Виды карт погоды. Бланки синоптических карт, индексация станций. Схема нанесения метеорологических данных наблюдений на приземную карту погоды.

Изобарические поверхности и изобары. Основные формы барического рельефа. Правила проведения изобар. Метод барической топографии. Понятие о картах абсолютной и относительной барической топографии (АТ, ОТ), их составление и обработка.

Практическое занятие 1,2

Нанесение данных метеосводок на бланк приземной карты погоды.

Практическое занятие 3

Проведение изобар на приземной карте погоды

Практическое занятие 4,5

Нанесение данных аэрологических телеграмм на бланк карты барической топографии АТ 850, проведение изогипс.

Литература [6], с. 5-10, 280-299,гл.I, II, V; [7], с.27-34, 50-52гл. IIIс. 57-60; [8], с. 14-22, глI, II, V; [9] гл.I, II, c. 3-23

***Методические указания***

Теоретический материал темы достаточно хорошо изложен в указанной литературе. Ознакомившись с видами и бланками карт погоды, с применяемыми для них масштабами и проекциями, необходимо хорошо усвоить технику составления приземных карт погоды, уметь наносить данные метеорологических и аэрологических наблюдений на карту погоды и читать по ним погоду.

Основная оперативная информация кодируется кодом КН-01, введенным в действие на сети с 1 ноября 1989 года.

Обратите внимание на схему метеорологического кода, правила нанесения данных на карты погоды и условные знаки отдельных метеорологических величин, описанных в учебниках 6, 7, 8.

**Схема кода КН-01**

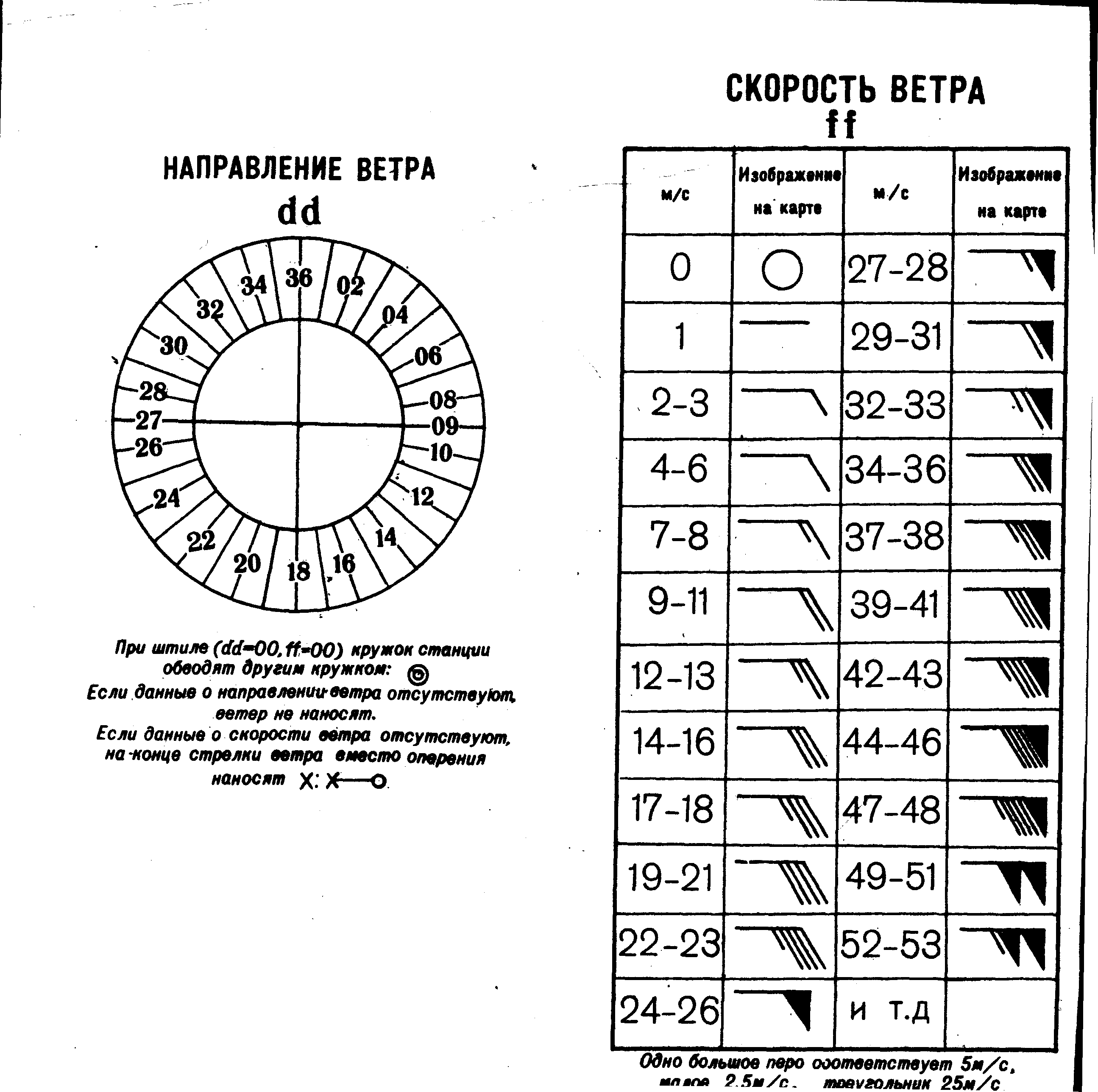
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| YY | GG | Iw | II iii | irix | h | VV |
| Число месяца (СГВ) | Срок наблюде-ния (СГВ) | Указатель единиц измерения | Индексный номер наземной станции | Указатели включения групп 6 RRRtr  7 wwW1W2 | Высота основания самых низких облаков | Видимость |

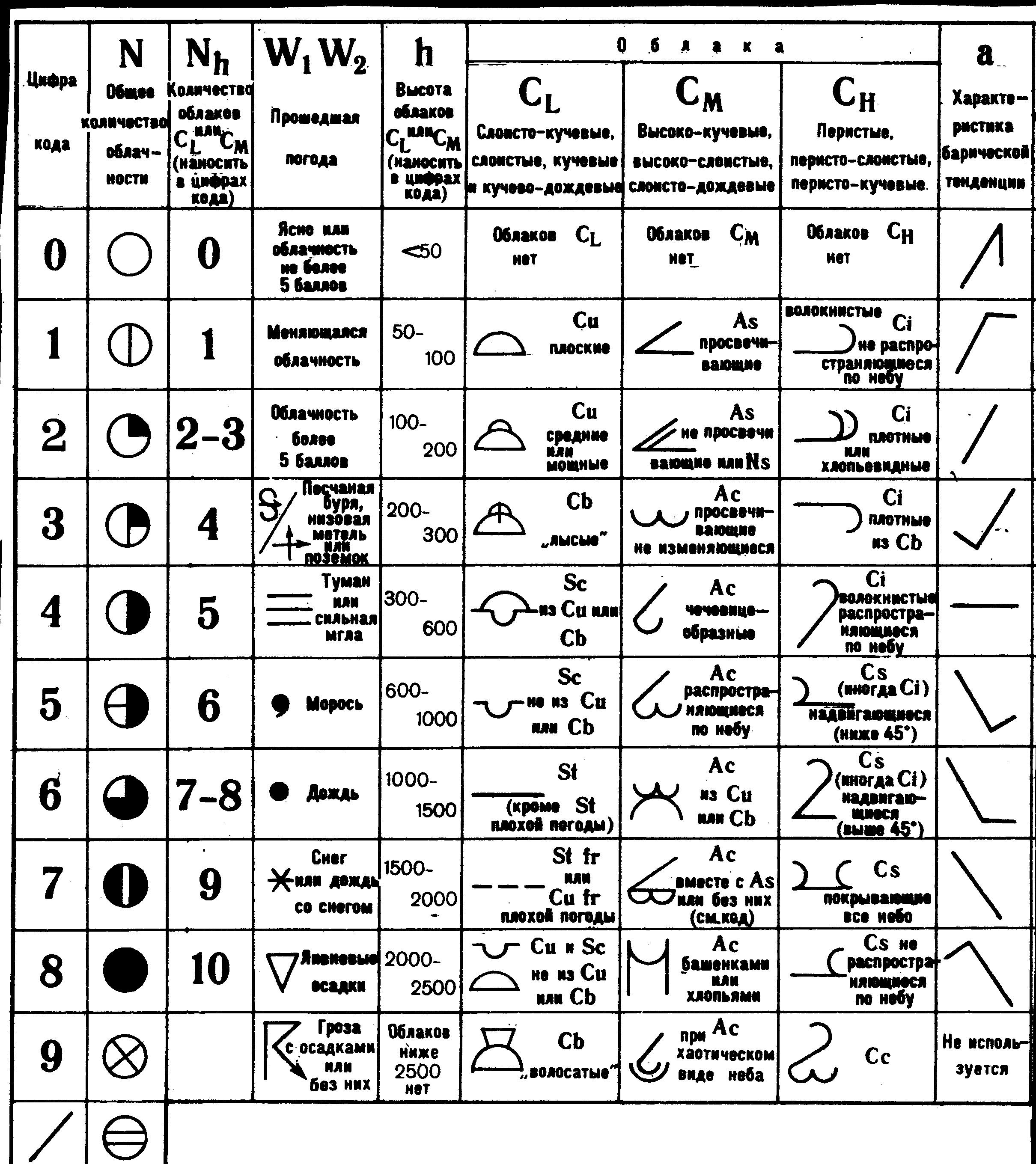
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | dd | ff | 1 | Sn | TTT | 2 | Sn | TdTdTd |
| Общее количество облаков | Направление ветра | Скорость ветра | Отличительная цифра | Знак ТТТ | Температура | Отличительная цифра | Знак  TdTdTd | Точка росы |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | РРРР | | 5 | а | | ррр | | 7 | ww | | W1W2 |
| Отличительная цифра | Давление на уровне моря | | Отличительная цифра | Характе-ристика барической тенденции | | Величина бари ческой тенденции | | Отличительная цифра | Погода | | |
| в срок наблю-дения | | прошедшая |
| 8 | | Nh | | | СL | | СМ | | | СН | |
| Отличительная цифра | | Количество облаков Сl или См | | | Облака | | | | | | |
| Sc, St, Cu, Cb | | Ac, As, Ns | | | Ci, Cs, Cc | |

**WW Погода в срок наблюдений или в последний час**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 00-09 | 10-19 | | 20-29  Осадки, туман или гроза в последний час, но не в срок наблюдения | 30-39  Пыльная или песчаная буря, низовая метель или поземок в срок налюдения | 40-49  Туман в срок наблюдения |
| Погода без осадков, тумана (кроме 11 и 12) пыльной или песчаной бури, низовой метели или поземка на станции в срок наблюдения и кроме (09 и 17) в последний час | | | |  |
| 00  Наблюдения над развитием облаков не было | | 10= дымка | 20**,**]  Морось или снежные зерна | 30  Слабая или умеренная буря ослабевает | 40 (≡)  На расстоянии |
| 01  Облака рассеиваются | | 11 ≡ ≡  Поземный  туман  клочками | 21 •]  Дождь | 31  Слабая или умеренная буря без  изменения | 41  Местами |
| 02  Небо без изменений | | 12  Поземный  туман  сплошной | 22 🞼] Снег | 32  Слабая или умеренная буря усиливается | 42  Ослабева-ет, небо видно |
| 03  Облака рассеиваются | | 13  Зарница | 23  Дождь со снегом | 33  Сильная буря ослабевает | 43 ≡│  Ослабева-ет, небо не видно |
| 04  Видимость ухудшена  из-за дыма | | 14 ⊍  Осадки в поле зрения не достига-ющие земли | 24  Замерзаюшие морось или дождь | 34  Сильная буря без изменения | 44  Без изменения, небо видно |
| 05  Мгла | | 15 )•(  Осадки в поле зрения, до стигающие земли на расстоянии более 5 км от станции | 25  Ливневый дождь | 35  Сильная буря усиливается | 45 ≡  Без изменения, небо видно |
| 06  Пыль, принесенная издалека | | 16 (•)  Осадки в поле зрения, достигающие земли на расстоянии до 5 км от станции | 26  Ливневый снег или ливневый снег с дождем | 36  Слабый или умеренный поземок | 46  Усиливается, небо видно |
| 07  Пыль, поднятая на станции или вблизи станции  Водяная пыль | | 17  Гроза без осадков на станции или в поле зрения | 27  Град или крупа | 37  Сильный поземок | 47 │≡  Усиливается, небо не видно |
| 08  Пыльные или песчаные вихри | | 18  Шквал на станции или в поле зрения | 28  Туман | 38  Слабая или умеренная низовая метель | 48  Просвечи-вающий с осаждени-ем изморози |
| 09  Пыльная или песчаная буря в поле зрения в срок наблюдения или на станции в течение последнегочаса | | 19  Смерч (смерчи) на станции или в поле зрения | 29  Гроза с осадками или без них | 39  Сильная низовая метель | 49  Сплошной, с осаждением изморози |
| 50 **,**  Морось слабая с  перерывами | | 60 •  Дождь слабый с  перерывами | 70 \*  Снег слабый с  перерывами | 80  Ливневый дождь, слабый | 90  Град умеренный или сильный |
| 51 **, ,**  Морось слабая непрерывная | | 61 • •  Дождь слабый непрерывный | 71 \* \*  Снег слабый непрерывный | 81  Ливневый  дождь, умеренный или сильный | 91  Гроза в последний час, дождь слабый в срок наблюдений |
| 52 ,  ,  Умеренная,  с перерывами | | 62•  •  Умеренный с перерывами | 72 \*  \*  Умеренный с перерывами | 82  Ливневый дождь, очень сильный | 92  Гроза в последний час, дождь умеренный или сильный в срок |
| 53 , , ,  Умеренная непрерывная | | 63 •  • •  Умеренный непрерывный | 73 \*  \* \*  Умеренный непрерывный | 83  Ливневый дождь со снегом, слабый | 93  Гроза в последний час, снег или снег с дождем, град или крупа, слабые в срок |
| 54 ,  ,  ,  Сильная с  перерывами | | 64 •  •  •  Сильный с  перерывами | 74 \*  \*  \*  Сильный с  перерывами | 84  Ливневый дождь со снегом, умеренный или сильный | 94  Гроза в последний час, снег или снег с дождем град или крупа, умеренные или сильные в срок |
| 55 ,  , ,  ,  Сильная  непрерывная | | 65 •  • •  •  Сильный  непрерывный | 75 \*  \* \*  \*  Сильный  непрерывный | 85  Ливневый снег, слабый | 95  Гроза слабая или умеренная в срок с дождем или снегом |
| 56  Слабая, замерзающая (гололед) | | 66  Слабый, замерзающий (гололед) | 76  Ледяные иглы | 86  Ливневый снег, умеренный или сильный | 96  Гроза слабая или умеренная в срок с градом или крупой |
| Умеренная или сильная  57  замерзающая (гололед) | | Умеренный или сильный  67  замерзающий (гололед) | 77  Снежные зерна | 87  Ледяная или снежная крупа, слабая | 97  Гроза сильная  в срок с дождем или снегом |
| 58 •  ,  Слабая с дождем | | •  68 \*  Дождь или морось со снегом слабые | 78  Снежные кристаллы, похожие на звездочки | 88  Ледяная или снежная крупа, умеренная или сильная | 98  Гроза в срок с песчаной или пыльной бурей |
| 59 ,  •  ,  Умеренная или сильная с дождем | | \*  69 •  \*  Дождь или морось со снегом умеренные или сильные | 79  Ледяной дождь | 89  Град,  слабый | 99  Гроза сильная  в срок с градом или крупой |





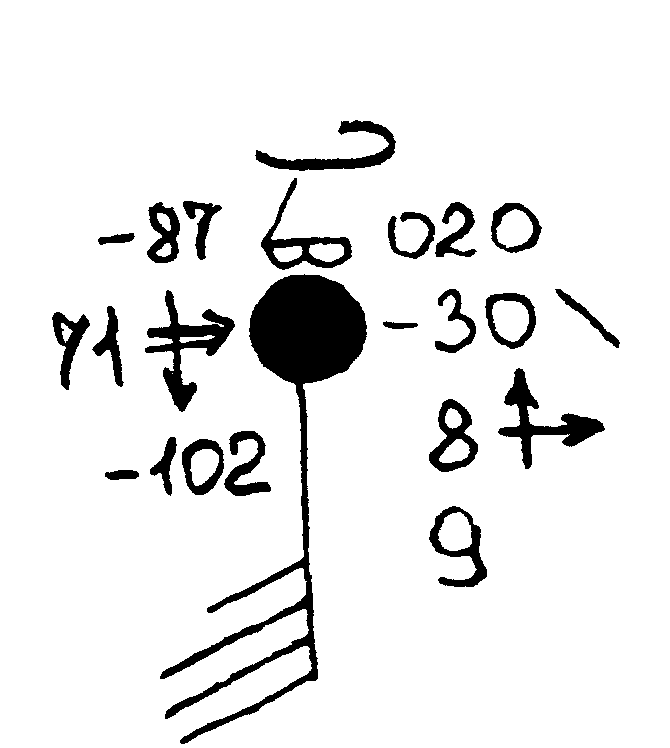
**Схема нанесения данных около кружка станции**

ff

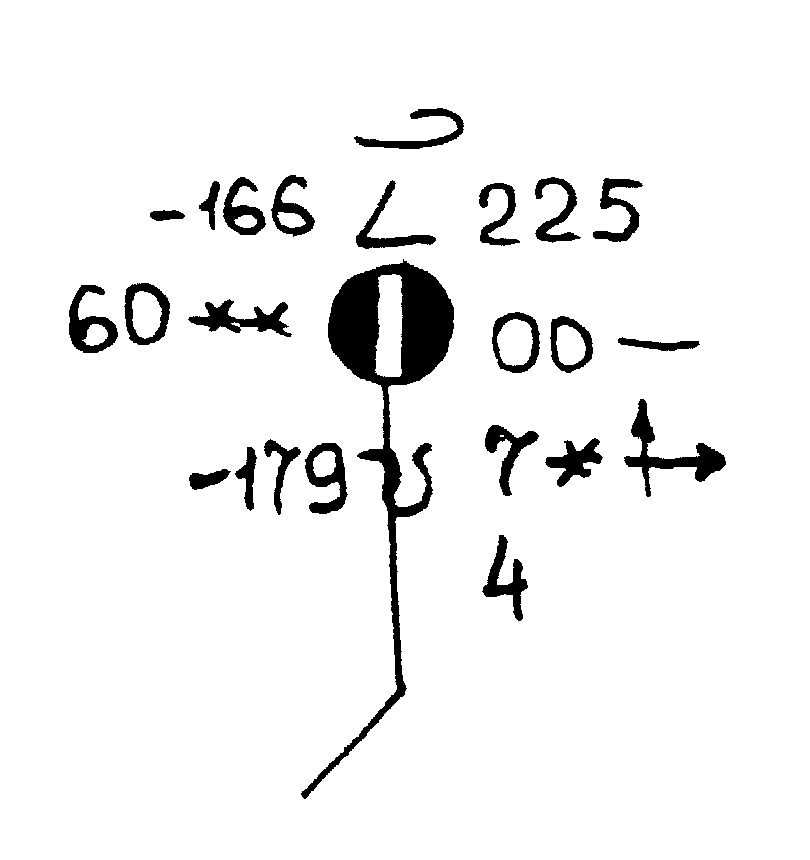
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Сн | *dd* |  |
|  | SnTTT | См | РРР |  |
| VV | WW | N | ±рр | а |
|  | SnTdTdTd | СL | Nh | W1W2 |
|  |  |  | h |  |

Пример нанесения данных около кружка станции

20357 41971 81817 11087 21102 40020 57030 73733 88071=



20674 21460 71806 11166 21179 40225 54000 77173 87511=



Изучив тему 1, следует поупражняться в нанесении содержания синоптических телеграмм сначала на листке бумаги (чернилами или черной тушью), а затем на карте погоды (к выполнению практической работы). В определенном месте бланка карты написать год, месяц, число и срок наблюдений, отыскать на карте индекс станции, обвести кружок станции черной тушью и нанести все элементы в той последовательности, в какой стоят они в телеграмме. Значение каждого элемента нужно наносить в строго определенном месте по отношению к кружку станции и в соответствии со схемой нанесения. Как условные значения элементов, так и символы необходимо располагать по направлению параллелей (примером могут служить цифры, напечатанные на бланке карты).

Значение метеорологических величин следует наносить на карту четко, аккуратно и компактно. Диаметр кружка станции равен 1,5 мм (на картах для факсимильных передач – 2,5 мм); метеорологические данные одной станции располагаются на площади 1-1,5 см2 (на картах для факсимильных передач – 3 см2). Все метеорологические величины наносятся на карты тушью или чернилами (на карты для факсимильных передач – специальными чернилами). При нанесении данных о ветре следует помнить, что длина стрелки ветра должна быть 5-6 мм. Стрелка ветра всегда направлена к центру кружка и ориентирована по отношению к направлению меридиана в данном месте карты. Скорость ветра представляется в виде оперения, наносимого у конца стрелки ветра. Если смотреть по направлению ветра, то в северном полушарии перья должны быть обращены влево от стрелки, а в южном – вправо. Угол между стрелкой и перьями составляет примерно 120º. Например, 

Одно большое перо стрелки соответствует скорости ветра 5 м/с, малые – 2,5 м/с. При скорости ветра 25 м/с оперение заменяют зачерненным треугольником основание которого находится на стрелке, а гипотенуза равна большому перу, и также составляет угол 120º по отношению к стрелке, т.е. 

# Дальность видимости, количество облаков СL или СМ, высота основания низких облаков наносится цифрами кода, указанными в телеграмме.

Проводя изобары, руководствуйтесь правилами 1-7 § 7 учебника [1]. Не следует придавать большого значения разности давления в несколько десятых долей гПа. Если давление на станции отличается от давления изобары на 0,1 гПа, то изобару можно проводить вплотную к станции или даже через кружок станции. Первоначально изобары проводятся слабыми тонкими линиями простым карандашом, а затем, уточнив и согласовав их между собой, более четкими плавными линиями. Надписи изобар и обозначения барических центров (Н и В) надо ориентировать – строго с запада на восток, с учетом меридиана в данном месте карты.

Барическое поле изменяется с высотой, поэтому знание структуры изменения барического поля с высотой является одной из важных сторон синоптического анализа. Необходимые для составления карт барической топографии данные даются в аэрологических телеграммах по результатам вертикального зондирования атмосферы. Карты абсолютной барической топографии (АТ) показывают распределение высот определенной изобарической поверхности над уровнем моря. Карта АТ1000 соответствует приземной карте погоды, и отдельно такие карты не составляются. Наиболее часто составляют карты АТ850, АТ700, АТ500, АТ300, АТ200. Средние высоты основных изобарических поверхностей указаны в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Р, мб | 1000 | 850 | 700 | 500 | 400 | 300 | 200 | 150 | 100 |
| Н, км | 0 | 1.5 | 3.0 | 5.5 | 7.0 | 9.0 | 12.0 | 13.5 | 16.0 |

В коде КН-04 схема для передачи данных главных изобарических поверхностей имеет вид:

ТТАА 85hhhTnTnTanДnДndndnƒƒƒ

70hhhTnTnTanДnДndndnƒƒƒ и т.д.

Цифра 85, 70 и т.д. указывает давление на изобарической поверхности;

hhh – геопотенциал в декаметрах или метрах;

TnTnTan– температура воздуха с учетом десятых долей Tan, которая является одновременно указателем знака температуры воздуха. Расшифровка Tanпроводится согласно таблице 2;

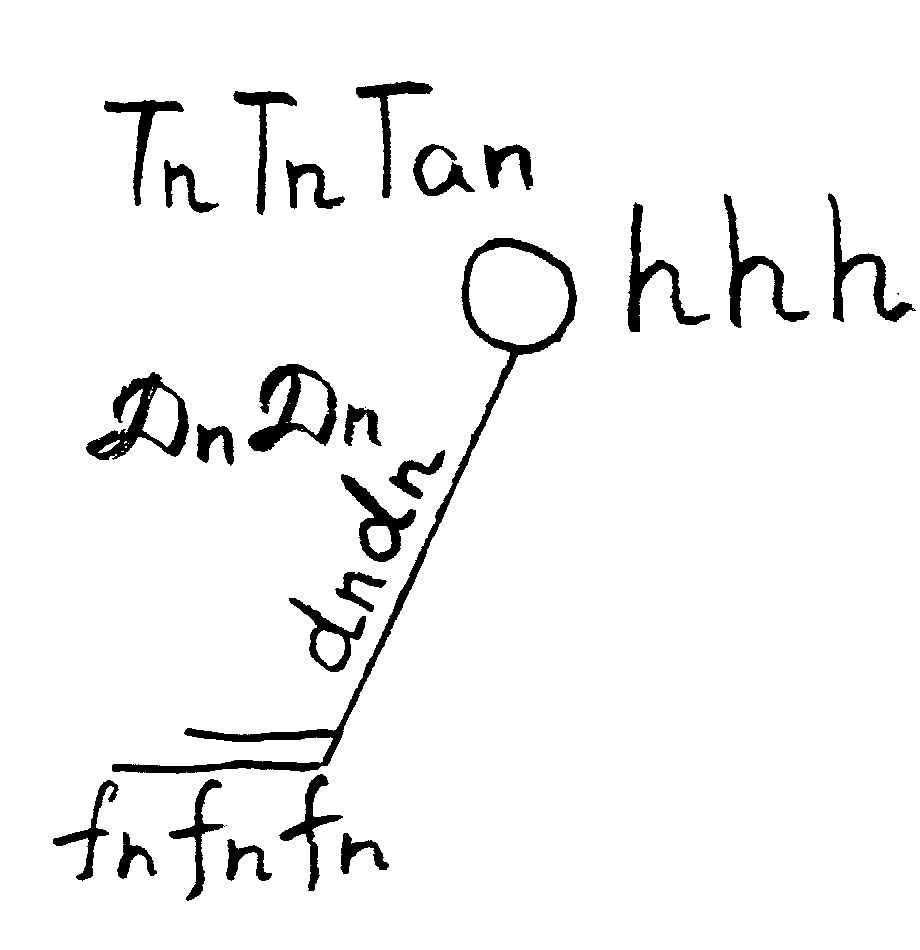
ДnДn – дефицит точки росы;

dndn– направление ветра; ƒƒƒ– скорость ветра.

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Десятые доли  температуры воздуха | Цифра кода Тan | |
| Положительная температура | Отрицательная температура |
| 0 или 1  2 или 3  4 или 5  6 или 7  8 или 9 | 0  2  4  6  8 | 1  3  5  7  9 |

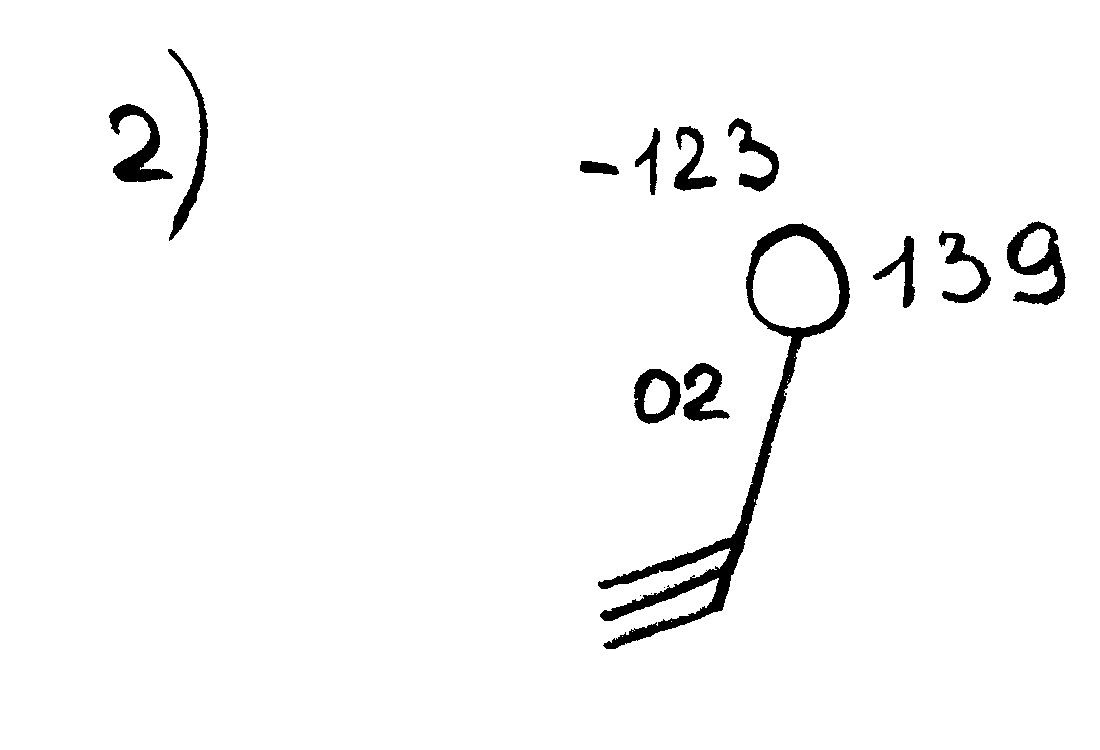
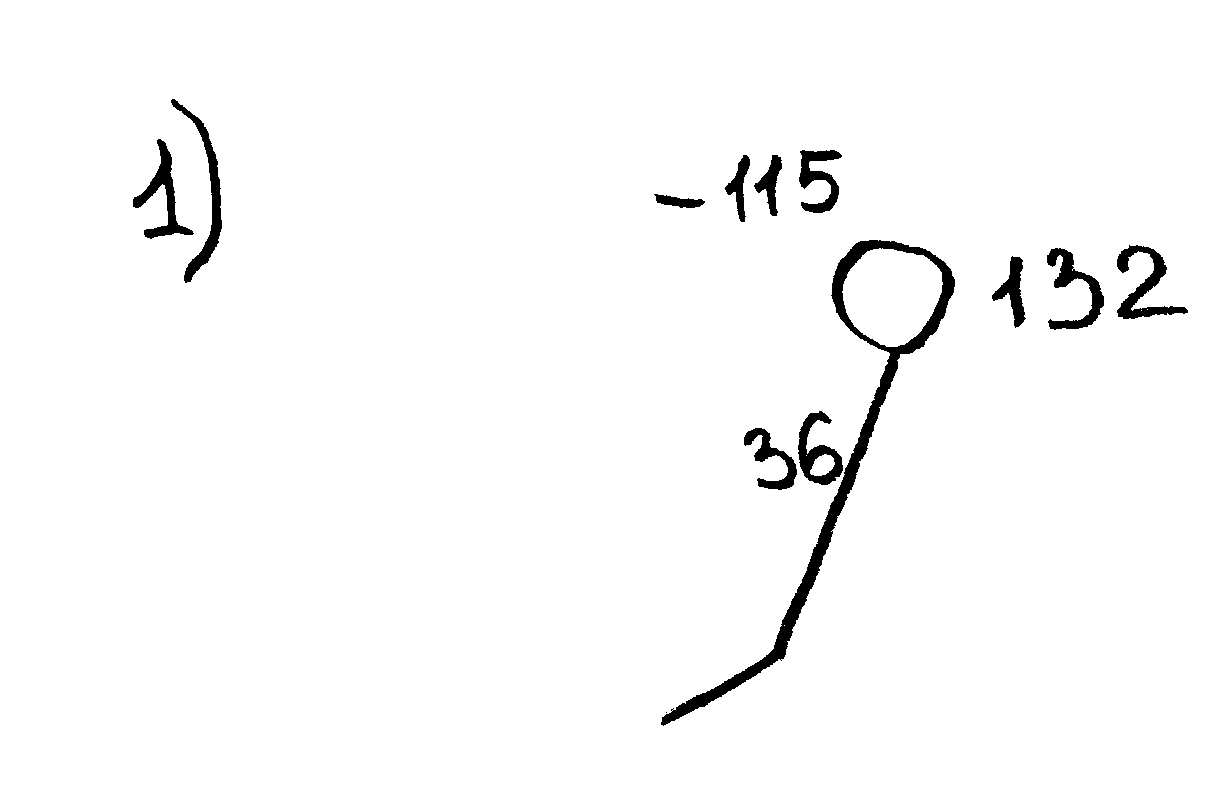
Схема размещения данных на карте АТ850 вокруг кружка станции.



Пример нанесения данных на карту АТ850

1) 20353 85320 11536 23505 =

2) 20667 85393 12302 20515 =



Высота изобарических поверхностей 850 и 700 мб передается в геопотенциальных метрах. Так как в телеграмме при кодировании высот цифры тысяч метров отбрасываются, перед нанесением на карту надо к величине hhh изобарической поверхности 850 приписать - слева цифру 1, к величине hhhизобарической поверхности 700 мб – 2 или 3 и округлить до десятков геопотенциальных метров.

Ветер наносится так же, как и на приземную карту.

Если данные искажены или отсутствуют по температуре, то соответственно на карту ничего не наносят.

ДnДn наносят на карту цифрами кода (см табл. 13, с. 39 «Наставление по службе прогнозов»).

После нанесения данных на карту АТ проводят линии равных абсолютных геопотенциальных высот (абсолютных изогипс) данной изобарической поверхности. Их проводят через 4 гп дкм. Для значений кратных четырем, например, 300, 304, 308 и т.д., техника проведения изогипс такая же, как и изобар, но надо помнить, что изогипсы должны проходить параллельно направлению ветра, а расстояние между изогипсами должны быть примерно вдвое больше, чем между изобарами приземной карты.

Наряду с картами АТ составляют карты относительной барической топографии (ОТ), показывающие распределение относительных высот одной изобарической поверхности над другой (превышение одной поверхности над другой ).



Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют виды синоптических карт?
2. Какой масштаб и какие проекции применяют для составления синоптических карт?
3. Нанести данные метеорологических наблюдений вокруг кружка станции:

38062 42699 22702 10291 20126 40122 57011 82100 =

27196 41570 62704 10195 20115 40001 50001 70288 86900 =

4. Прочитать погоду на станции по следующим данным:

34560 41762 73010 10197 20144 40086 55003 72998 85302 =

27612 41343 80407 11180 21206 40045 57018 77177 8572/ =

5. Нанести данные на карту АТ850

ТТАА 85317 19159 06524;

ТТАА 85207 20327 18004

6. Дать определение основным формам барического рельефа.

7. Для каких изобарических поверхностей составляют карты абсолютной

барической топографии?

8. Какие существуют правила и приемы при проведении изобар и абсолютных изогипс на синоптических картах?

9. Как располагаются изобарические поверхности в циклоне, антициклоне, ложбине и гребне?

**Тема 2.6 Воздушные массы и атмосферные фронты**

**Программа**

Воздушные массы, их термодинамическая и географическая классификация. Признаки устойчивых и неустойчивых воздушных масс; трансформация воздушных масс.

Атмосферные фронты, причины их образования. Классификация атмосферных фронтов. Фронтальные зоны. Пространственная структура фронта. Фронт в поле давления, в поле ветра, барических тенденций и температуры. Теплый и холодные I и II рода фронты. Фронты окклюзии.

Облачные системы и явления погоды, связанные с атмосферными фронтами. Признаки распознавания атмосферных фронтов на картах погоды. Перемещение и эволюция фронтов. Понятие о струйных течениях.

Практические занятия 5, 7

Анализ воздушных масс и проведение атмосферных фронтов на картах погоды.

Литература [6] гл. VI, VII, IX; [7] гл. VI, VII; [8] гл. VIII, IX, XIV

***Методические указания***

Для усвоения темы необходимо отчетливое понимание вопросов о вертикальном равновесии атмосферы, его зависимости от температурной стратификации и влагосодержания. Материал по этим вопросам следует повторить по учебнику «Метеорология». При изучении атмосферных фронтов необходимо твердо усвоить основные схемы теплого и холодного фронтов, фронтов окклюзии, хорошо представлять себе, как выглядят фронты на синоптических картах, помнить примерные горизонтальные и вертикальные размеры фронтальных систем, зон облачности, осадков, средней скорости перемещения фронтов, т.к. от этого зависит продолжительность фронтальных явлений над данным пунктом.

Так как погода определяется физическими свойствами воздушных масс и фронтов, то ее анализ следует начинать именно с выявления характера воздушных масс и фронтов. Чтобы определить характер устойчивости воздушной массы, надо на приземной карте выявить внутримассовые явления: характер облачности и тип осадков. Для наглядности характерные явления на карте отмечают соответствующими значками разных цветов. Внимательно ознакомьтесь с этими символами ([1] гл. IX, c. 226-227) и усвойте эту операцию анализа на карте. Эту операцию называют «подъемом карты». Внимательно изучите способ определения географического типа воздушных масс по характеристике погоды.

На картах погоды определяется положение и тип атмосферных фронтов. Анализ фронтальных разделов обычно вызывает большие затруднения даже у опытных синоптиков, т.к. фронты возникают, обостряются, достигают максимальной резкости, затем размываются и исчезают. Фронтальные зоны принято рассматривать как поверхности разрыва плотности, температуры, барического градиента, вектора ветра, облачности и других метеорологических величин и явлений, кроме атмосферного давления, которое может изменяться скачком только при возникновении в атмосфере ударных и звуковых волн.

Исключительную ценность для анализа атмосферных фронтов имеют радиолокационные наблюдения и наблюдения с искусственных спутников Земли.

По данным «приложения 1» должна быть составлена приземная карта для 00 ч. 26 января 1996 г. Атомосферные фронты на карте будут располагаться таким образом: теплый фронт проходит от станции Минск (26850) к станции 26258, далее через станции 26063, 22820 на Архангельск, затем меняет знак и далее, как холодный фронт, проходит к станции 20744. Холодный фронт от Минска проходит к станции 26781, далее к станции 26898, восточнее станции 33506. Вблизи станции 33791 фронт меняет знак и далее, как теплый, идет к станции 17062.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Какими физическими свойствами характеризуются различные воздушные массы?
2. Что называют очагом воздушной массы?
3. Термодинамическая классификация воздушных масс, их характеристик?
4. Почему в теплой воздушной массе вертикальный температурный градиент с течением времени уменьшается, а в холодной – увеличивается?
5. Каковы основные свойства устойчивых и неустойчивых воздушных масс?
6. Какие географические типы воздушных масс формируются в различное время года на территории Вашего проживания?
7. Что называют атмосферным фронтом, как он изображается на синоптических картах и на вертикальных разрезах атмосферы?
8. Линия фронта у земной поверхности находится на расстоянии 360 км от точки А. Наклон фронта равен 1/120. На какой высоте над точкой А лежит верхняя граница фронтального слоя?
9. Какова облачная система теплого фронта, его вертитикальная и горизонтальная протяженность, скорость его движения?
10. Каковы облачные системы холодных фронтов Iго и IIго рода, их вертикальная и горизонтальная протяженность, скорость движения фронтов?
11. Что такое фронты окклюзии? Как возникают фронты окклюзии?
12. Что такое струйное течение, каковы его размеры и как оно связано с атмосферным фронтом?

**Тема 2.7 Циклоны и антициклоны**

**Программа**

Причины изменения атмосферного давления.

Образование циклонов и основные стадии их развития. Циклоническая серия. Регенерация циклонов. Погода в циклонах.

Возникновение антициклонов. Основные стадии их развития. Погода в антициклонах.

Практическое занятие 8

Анализ барических образований с помощью приземных карт и карт барической топографии.

Практическое занятие 9

Анализ характера погоды в фазных частях циклона и антициклона.

Литература [6] гл. VIII, IX, с. 236-237; [7] гл. III, с. 60-62, гл. VIII, [8] гл. XI, XII.

***Методические указания***

Учебный материал хорошо изложен в рекомендуемой литературе. Особое внимание обратите на основные стадии развития барических систем, распределение явлений погоды на различных стадиях развития, на закономерности движения циклонов и антициклонов.

В соответствии со структурой циклона и антициклона в их зоне создается большое разнообразие условий погоды, изменяющихся во времени в связи с их эволюцией и перемещением. Поэтому необходимо отчетливо представить себе изменение погоды при прохождении над данным пунктом передней, тыловой и центральной части циклона или антициклона.

При выявлении положения центра циклона или антициклона на приземной карте, помимо изобар, учитывается ветер: в центре циклона (антициклона) наблюдается штиль, в окрестностях центра направление ветра должно соответствовать циклонической или антициклонической циркуляции. При отсутствии данных о давлении (например, над океанами) надо учитывать, что центр барической системы смещен в сторону более сильных ветров.

В центре каждого циклона на карте погоды ставится простым черным карандашом буква Н, а в центре антициклона – буква В, что соответствует начальным буквам слов «низкое» и «высокое» давление. При выполнении этой операции рекомендуется использовать все имеющиеся карты за предыдущие сроки и следить за предыдущим перемещением и эволюцией каждого центра, а также за возникновением новых барических образований.

Над кружками, обозначающими положение центра 12, 24, 36 часов назад и т.д., рекомендуется надписывать значение давления в центре в целых единицах, а под кружками – число и срок наблюдения. Ожидаемое перемещение центра через 12 и 24 часа отмечается прерывистой стрелкой, начинающейся у центра и заканчивающейся в точке, куда ожидается смещение центра барического образования.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы причины изменения атмосферного давления?
2. Назовите основные стадии развития циклонов и их характерные особенности.
3. Как возникает и развивается серия циклонов?
4. Как изменяется погода при прохождении циклона?
5. В какое время года и почему циклоны перемещаются быстрее?
6. Почему циклоны стали известны ученым гораздо раньше, чем антициклоны?
7. Назовите основные стадии развития антициклонов.
8. Каковы основные траектории и средние скорости движения антициклонов?
9. Как изменяется погода при прохождении антициклона?

**Тема 2.8*Анализ и прогноз атмосферных процессов***

**Программа**

Аэрологическая диаграмма, ее использование для анализа атмосферных процессов. Пространственный вертикальный разрез атмосферы, построение и использование.

Задачи и сущность прогноза синоптического положения. Основные принципы и последовательность синоптического анализа.

Простейшие способы прогнозов. Прогноз возникновения, эволюции и перемещения барических образований, атмосферных фронтов и воздушных масс. Использование данных искусственных спутников Земли (ИСЗ) и данных МРЛ для прогноза синоптического положения.

Практическое занятие 10

Построение и анализ аэрологической диаграммы.

Практическое занятие 11

Построение и анализ вертикального разреза атмосферы.

Практические занятия 12, 13

Прогноз возникновения, эволюции и перемещения барических образований и атмосферных фронтов.

Литература [6. гл. IV, IX, X, XIII; 7. гл. III, с. 78-85; 9. ч. I гл. III, ч. IIгл. IV]

***Методические указания***

Аэрологическая диаграмма является средством анализа вертикального строения атмосферы. Для усвоения материала необходимо очень внимательно изучить описание бланка аэрологической диаграммы с косоугольной (АДК) и прямоугольной (АДП) системой координат, знать назначение и расположение на бланке основных координатных линий – горизонтальных (изобар) и вертикальных (изотерм), а также семейства линий: сухие адиабаты (наклонные желтые линии), влажные адиабаты (прерывистые голубые линии) и линии удельной влажности насыщенного воздуха – изограммы (сплошные голубые линии). После усвоения описания бланка диаграммы можно приступать к разнообразным расчетам и определять различные характеристики состояния воздуха: критерии вертикального равновесия, потенциальную и псевдопотенциальную температуру воздуха, энергию вертикальной неустойчивости.

Под обработкой аэрологической диаграммы следует понимать оформление анализа аэрологического подъема: определение температурной стратификации атмосферы, положение и характер фронтальных зон, зон осадков, обледенения, зон возможной болтанки летательных аппаратов.

Для выполнения практического задания по построению и анализу аэрологической диаграммы внимательно изучите литературу [1] гл. IV, с. 58-84; [4] гл. III, с. 51-65.

Кроме аэрологической диаграммы, строят вертикальные разрезы атмосферы для одного момента времени для нескольких станций, лежащих приблизительно на одной прямой в направлении, перпендикулярном к линии фронта, на расстоянии 300-400 км друг от друга. Следует усвоить технику построения и применимый масштаб. Внимательно изучите по литературе [1] с. 238-270 порядок обработки вертикального разреза и рисунок изображения вертикального разреза [1] рис.137, с.239.

Прогноз перемещения барических систем, атмосферных фронтов и эволюции атмосферных фронтов хорошо изложен в рекомендуемой литературе [1. гл. X, с. 252-258]. Прогноз эволюции фронтов имеет огромное значение для прогноза погоды. Под эволюцией фронтов понимают процесс образования фронтов – фронтогенез или процесс размывания фронтов – фронтолиз.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Для каких целей составляется прогноз синоптических процессов?
2. Как определить время прохождения линии фронта через пункт?
3. На основании чего и как строится прогноз эволюции циклонов и антициклонов?
4. Как устроена аэрологическая диаграмма с прямоугольной и косоугольной системой координат?
5. Как строится кривая стратификации, кривая состояния и кривая точек росы на аэрологической диаграмме?
6. Как определить уровень конденсации с помощью аэрологической диаграммы?
7. По каким данным и как можно определить потенциальную, псевдопотенциальную температуру воздуха, удельную влажность (насыщенную и фактическую), относительную влажность с помощью аэрологической диаграммы?
8. Какова техника построения вертикальных разрезов атмосферы?

**Тема 2.8 Понятие о прогнозе погоды**

**Программа**

Понятие о прогнозе погоды отдельных метеорологических величин (облачности, осадков, температуры, ветра) и атмосферных явлений (гроз, туманов, метелей, гололеда). Терминология прогнозов погоды.

Составление предупреждений о неблагоприятных и опасных явлениях погоды. Прогноз погоды по местным признакам.

Использование данных ИСЗ для прогноза погоды.

Практические занятия 14, 15

Составление прогноза погоды для пункта, района

Литература [6] гл. XI, XIII; [7] гл.IX – XVII; [8] гл. XV;[17]. с.1-18

***Методические указания***

При изучении данной темы обратите внимание на следующее.

УРСА Росгидрометом и Гидрометцентром России приказом от 19.03.2002 г. утвержден и введен в действие руководящий документ РД 52.88.629-2002 «Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения», который заменил главы 1-7 «Наставления по службе прогнозов», Раздел 2. «Служба метеорологических прогнозов», ч. III, IV, V изд. 1981 г.

В этом Наставлении учтены возросшие требования к гидрометеорологическому обеспечению прогностической информации.

Наставление содержит описание:

- основных положений по составлению краткосрочных прогнозов погоды общего назначения (на текущий день, сутки, последующие двое суток) и штормовых предупреждений об опасных метеорологических явлениях и комплексах неблагоприятных метеорологических явлений;

- терминологии, используемой в краткосрочных прогнозах общего назначения и штормовых предупреждениях для различных метеорологических величин и атмосферных явлений.

Надо запомнить, что прогноз погоды общего назначения, не имеющий определенной специфики, предназначен для обеспечения пользователей: населения, органов государственной власти, Вооруженных сил Российской Федерации и др.

Период действия прогноза (срок прогноза) – это промежуток времени, на который дается прогноз погоды.

Краткосрочный прогноз погоды – это прогноз метеорологических величин и явлений на период от 12 до 72 часов (3 суток).

Прогнозы погоды на сутки и последующие двое суток составляются ежедневно до 12 часов местного времени. Конкретное время составления прогнозов устанавливается УГМС. В прогнозах указывают: облачность, осадки, атмосферные явления, направление и скорость ветра, минимальную температуру воздуха (ночью) и максимальную температуру воздуха (днем).

Прогнозы публикуют в ежедневных гидрометеорологических бюллетенях (ЕГМБ), доводят до потребителей через средства массовой информации с использованием различных средств связи.

Прогнозы на сутки уточняются полусуточным прогнозом, который составляют не позднее 7 часов местного времени.

Прогноз погоды на последующие двое суток составляют по обслуживаемой территории, разрешается составлять прогнозы и по пункту.

Прогноз на сутки составляют раздельно на ночь и на день. Прогноз погоды на последующие двое суток составляют для каждых суток раздельно.

Для детализации времени суток используется таблица 1.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Период, час  (время местное) |
| Утро | С 05 до 09 |
| 1-ая половина дня | С 09 до 13 |
| 2-ая половина дня | С 13 до 17 |
| Вечер | С 17 до 21 |
| 1-ая половина ночи | С 21 до 01 |
| 2-ая половина ночи | С 01 до 05 |

Прогнозы погоды на сутки и последующие двое суток для территории и пункта передают общим текстом; если погода предполагается различной, то прогноз по территории и пункту составляют отдельно.

Если предполагается, что на территории в ее разных частях метеорологические величины и явления будут различаться, то рекомендуется использовать текст (запад, юг, северная половина, центральные районы, пригороды и т.д.), а также особенности рельефа (низины, перевалы, предгорья и т.п.). Нельзя применять термины неопределенного толкования, например, «возможно», «вероятно» и др.

Не допускается применять термин «местами» и «в отдельных районах» к отсутствию осадков и явлений.

Штормовое предупреждение составляется с максимально возможной заблаговременностью и составляется независимо от того, предусматривалось или не предусматривалось ОЯ в ранее составленном прогнозе. В штормовом оповещении указывают время возникновения и интенсивность явлений, а также штормовое предупреждение о прогнозируемых интенсивности и продолжительности этих явлений.

Штормовые предупреждения составляют и передают в соответствии со «Схемами доведения экстренной информации об ОЯ» согласно 3.4 «Порядка действий организаций и учреждений Росгидромета при возникновении опасных природных явлений».

В указанном РД 52.88.629-2002 г. дан типовой перечень ОЯ, перечень комплекса неблагоприятных метеорологических явлений, которые могут стать источниками чрезвычайных ситуаций.

**Терминология, применяемая с 19.03.2002 г. в прогнозах**

**и штормовых предупреждениях**

В краткосрочных прогнозах общего назначения указывают: облачность, осадки, направление и скорость ветра, экстремальную температуру, а также атмосферные явления.

В прогнозах используют терминологию, понятную для потребителя и в наибольшей степени отражающую ожидаемое развитие атмосферных процессов и ожидаемые условия погоды.

В таблицах 2, 3, 4, 5, 6 приведены термины метеорологических величин, атмосферных явлений и соответствующие им качественные характеристики.

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Термины | Количество облаков |
| Ясно, ясная погода, малооблачно, небольшая облачность, малооблачная погода, солнечная погода | Любое количество облаков верхнего яруса или до 3 баллов облаков среднего и нижнего яруса |
| Меняющаяся (переменная) облачность | От 1-3 до 4-7 баллов облаков нижнего и среднего яруса |
| Облачно с прояснениями | 4-7 баллов нижнего или среднего яруса или сочетание их общим количеством до 7 баллов |
| Облачно, облачная погода, значительная облачность, пасмурно, пасмурная погода | 8-10 баллов облаков нижнего яруса или плотных, непросвечивающих форм облаков среднего яруса |

Если в течение полусуток облачность значительно изменится, допускается использовать две характеристики, приведенные в таблице, а также применять термин «уменьшение», «увеличение».

*Пример* – Утром небольшая облачность, днем увеличение облачности до значительной.

**Термины, применяемые в прогнозах осадков**

В прогнозах погоды и штормовых предупреждениях используют термины, характеризующие факт отсутствия или наличия осадков, их вид (фазовое состояние), количество осадков, время начала и (или) их продолжительность.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Термины | Количество осадков мм за 12 часов |
| Сухая погода, без осадков, преимущественно без осадков | Без осадков или ≤ 0,2 |
| Дождь, осадки, небольшой дождь, дождливая погода, моросящий дождь, дождь со снегом (мокрый снег) | От 0,3 до 10 |
| Сильный дождь, ливневый дождь (ливень), сильные осадки, сильный дождь со снегом, сильный мокрый снег | От 11 до 49 |
| Очень сильный дождь, очень сильные осадки, очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег | ≥ 50 |
| В том числе сильный ливень | ≥ 30 за период ≤1 час |

Таблица 4

Термины, применяемы в прогнозах твердых осадков

|  |  |
| --- | --- |
| Термины | Количество осадков мм за 12 часов |
| Без осадков, сухая погода, преимущественно без осадков | ≤ 0,1 |
| Снег, небольшой снег, снегопад | От 0,2 до 4 |
| Сильный снег, сильный снегопад | От 5 до 19 |
| Очень сильный снег, очень сильный снегопад | ≥ 20 |

При прогнозе ливневых осадков допускается применять термин «местами» и «в отдельных районах».

*Примеры:*

1.Днем по территории области ожидаются сильные дожди, во второй половине дня на побережье – очень сильные.

2. Во второй половине дня по области ожидаются грозовые дожди, местами сильные ливни.

Для характеристики вида (фазового состояния) применяют термины «дождь», «снег», «осадки».

Термин «осадки» необходимо дополнить одним из терминов, приведенных в таблице 5.

Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| Термины | Характеристика осадков |
| Дождь со снегом | Дождь и снег одновременно, преобладает дождь |
| Мокрый снег | Снег и дождь одновременно, преобладает снег |
| Снег, переходящий в дождь | Сначала ожидается снег, затем дождь |
| Дождь, переходящий в снег | Сначала ожидается дождь, затем снег |
| Дождь и снег (снег и дождь) | Чередование дождя и снега с преобладанием дождя (снега) |

Для характеристики продолжительности осадков применяют термины, приведенные в таблице 6.

Таблица 6

|  |  |
| --- | --- |
| Термины | Общая продолжительность осадков, час |
| Кратковременный дождь (дожди), кратковременный снег (дождь со снегом, мокрый снег) | Менее 3 |
| Дождь (снег, мокрый снег, дождь со снегом) с перерывами, продолжительный дождь (снег, мокрый снег, дождь со снегом) | Более 6 |
| Временами дождь (снег, дождь со снегом, мокрый снег) | От 3 до 6 |

Для детализации времени начала (прекращения) осадков следует использовать характеристики времени суток.

Если в прогнозе указано «небольшая облачность» или «малооблачная погода», то термин «без осадков» разрешается не использовать.

**Термины, применяемые в прогнозах ветра**

В прогнозах погоды и штормовых предупреждениях указывается направление и скорость ветра.

Направление ветра указывают в четвертях горизонта (откуда дует ветер): северный, юго-западный и т.д.

Если в течение полусуток ожидается изменение направления ветра более чем на две четверти горизонта, то используют термин «с переходом».

*Примеры:*

1. Ветер северный, северо-восточный.
2. Ветер южный с переходом на северо-западный
3. Ветер юго-западный с переходом во второй половине дня на восточный

В прогнозах погоды и штормовых предупреждениях указывают максимальную скорость ветра при порывах или, если порывы не ожидаются, максимальную среднюю скорость.

Скорость ветра указывают в м/с градациями с интервалом не более 5 м/с

Таблица 7

Качественная характеристика скорости ветра

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон скорости ветра, м/с | Качественная характеристика ветра |
| 0-5 | Слабый |
| 6-14 | Умеренный |
| 15-24 | Сильный |
| 25-32 | Очень сильный |
| 33 и более | Ураганный |

Если скорость ветра соответствует двум качественным характеристикам, то используют характеристику для верхней границы диапазона.

*Пример* – Ветер с прогнозируемой скоростью 12-17 м/с имеет характеристику «сильный», т.к. значение 17 м/с входит в диапазон скорости 15-24 м/с.

Если ожидается, что в течение полусуток скорость ветра будет значительно меняться, следует указать это изменение, применив термин «ослабление» или «усиление».

*Пример* – Ветер южный скоростью 3-8 м/с, с переходом во второй половине дня на северо-западный с усилением до 20 м/с.

При прогнозе шквала направление ветра не указывают. Следует применять выражение «шквалистое усиление ветра до \_\_ м/с» или «шквал до \_\_ м/с», использовав в прогнозе максимальной скорости ветра при шквале один интервал скорости.

*Пример* – При грозе шквалистое усиление ветра до 20-25 м/с.

**Термины, применяемые в прогнозах атмосферных явлений**

В прогнозах погоды указывают следующие атмосферные явления: поземок, метель, пыльную (песчаную) бурю, шквал, туман, град, грозу, гололед, изморозь, налипание мокрого снега на проводах и деревьях, гололедицу на дорогах.

В прогнозах погоды для характеристики интенсивности атмосферных явлений термин «сильный», а для осадков – «очень сильный» применяют в том случае, если ожидают, что явление по интенсивности достигнет критериев ОЯ.

В отдельных случаях характеристики интенсивности явления «слабое» и «умеренное» указывают при возможности их возникновения.

Для поземка, грозы, изморози характеристики интенсивности не указывают.

В прогнозах атмосферных явлений при необходимости применяют термины «усиление», «ослабление», «прекращение» с указанием «день», «ночь» или с использованием характеристик времени суток, приведенных в таблице.

**Термины, применяемые в прогнозах температуры воздуха**

В прогнозах погоды указывают минимальную температуру воздуха ночью и максимальную – днем, или изменение температуры воздуха при аномальном ходе, составляющее 5ºС и более за полусутки.

Ожидаемую минимальную и максимальную температуру воздуха указывают градациями с интервалами для пункта 2ºС, а для территории 5ºС.

В прогнозах температуры по пункту или по отдельной части территории допускается указывать температуру одним числом: для пункта – с использованием предлога «около», для части территории – предлога «до».

*Примеры:*

1. В прогнозе по пункту указана температура около 20ºС. Это означает, что ожидается температура 19-21ºС.
2. По востоку территории прогнозируется температура до 20ºС. Это означает, что ожидается температура 15-20ºС.

Если ожидаемое распределение температуры воздуха по территории не укладывается в интервал, равный 5ºС, то рекомендуется применять дополнительные градации с использованием детализации прогноза по частям территории. При этом указываются районы, где ожидаются эти отклонения.

*Примеры:*

1. Температура воздуха 10-15ºС, на юге области до 20ºС.
2. Температура воздуха ночью 2-7ºС, при прояснениях до -1ºС.

Если ожидается аномальный ход температуры воздуха, то указывается ее наиболее высокое или низкое значение с указанием характеристик времени суток.

При использовании терминов «повышение», «понижение», «усиление мороза» или «ослабление мороза» прогнозируемое значение температуры допускается указывать одним числом с предлогом «до».

*Примеры:*

1. Ослабление мороза от -10-12ºС вечером, до -2ºС утром.
2. Ожидается похолодание: температура понизится от –10-12ºС утром до –16-18ºС вечером.

Если в период активной вегетации в прогнозируемый интервал температуры воздуха попадают значения ниже 0ºС, то составляют штормовое предупреждение. Штормовое предупреждение составляют также в том случае, если заморозки ожидаются на поверхности почвы (с указанием значения минимальной температуры).

*Пример:*

При прогнозируемой температуре ночью –2…3ºС составляют штормовое предупреждение об ожидаемых заморозках на почве до -2ºС.

Если ожидается, что максимальная (минимальная) температура воздуха достигнет значений ОЯ или в прогнозируемый интервал попадают значения, являющиеся критериями ОЯ, то применяют термин «сильная жара» («сильный мороз») и составляют штормовое предупреждение.

*Пример:*

По территории области ожидается температура 35-40ºС; критерий ОЯ по температуре («сильная жара») равен 40ºС. Необходимо составить штормовое предупреждение об ожидаемой сильной жаре.

При выполнении практического задания обратите внимание на правильность составления и последовательность признаков погоды в краткосрочных прогнозах.

Примеры: 1. для области

2. для пункта

1. На ближайшие сутки ожидается облачная с прояснениями погода преимущественно без осадков. Местами днем по северу области небольшой снег, на дорогах гололедица, в западных районах налипание мокрого снега на проводах и деревьях. Ветер северо-западный и западный со скоростью 5-10 метров в секунду. Температура воздуха ночью 2-7 градуса мороза, ночью при прояснениях понижение температуры воздуха до 12 градусов ниже нуля. Днем от 0 до 5 градусов мороза.
2. Завтра ожидается облачная с прояснениями погода, ночью мокрый снег, днем преимущественно без осадков. Налипание мокрого снега. На дорогах гололедица. Ветер ночью северо-восточный, 9-14 метров в секунду, днем северо-западный, 5-10 метров в секунду. Температура воздуха ночью 2-4 градуса мороза, днем 0-2 градуса ниже нуля.

## Контрольная работа №1

###### **Вариант первый**

1. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы, постоянные составляющие. Переменные составляющие воздуха, их природа, количество и значение. Аэрозоли.
2. Прямая солнечная радиация – источник; факторы, влияющие на плотность ее потока. Изменение в течение суток и года. Инсоляция.
3. Суточный и годовой ход парциального давления водяного пара, причины.
4. Географическое распределение температуры приземного слоя атмосферы. Карты изотерм января и июля – принцип составления, причины распределения температуры.
5. Дымка и туман. Классификация туманов, условия образования различных туманов.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 11 и 17 соответственно, используя Перечень и указания по выполнению практических работ.
7. Барическая ступень – определение, формула, величина при нормальных условиях. Задачи, которые можно решить с ее помощью.
8. Ветер при отсутствии трения (прямолинейные изобары) – определение, формула скорости, направление. Дать чертеж, объяснить.
9. Дальность видимости. Видимость реальных объектов. Влияние атмосферы. Метеорологическая дальность видимости.

###### **Вариант второй**

1. Методы исследования, применяемые в метеорологии.
2. Рассеянная солнечная радиация – природа, факторы, влияющие на плотность ее потока. Значение.
3. Факторы, от которых зависит испарение в естественных условиях, закон Дальтона. Испаряемость.
4. Инверсии свободной атмосферы, их виды, условия образования.
5. Общие условия конденсации водяного пара. Процессы, приводящие к понижению температуры до точки росы.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 10 и 16 соответственно, используя Перечень и указания по выполнению практических работ.
7. Зависимость плотности воздуха от температуры и давления. Изменение плотности воздуха с высотой; причины аномального изменения плотности воздуха.
8. Термическая циркуляция в атмосфере – причины возникновения, Привести схему, объяснить.
9. Сумерки – причина возникновения, физическая сущность, продолжительность.

###### **Вариант третий**

1. Наука метеорология, ее задачи. Метеорологические величины – определение, характеристики, единицы измерения. Атмосферные явления.
2. Радиационный баланс деятельной поверхности, его составляющие, величина, изменение в течение суток и года. Значение, как основного климатообразующего фактора.
3. Особенности нагревания и охлаждения водоемов.
4. Изменение температуры воздуха с высотой. Вертикальный градиент температуры – определение, формула, среднее значение. Кривая стратификации.
5. Облака термической и динамической конвекции, формы, условия образования.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 12 и 15 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Полный барический градиент – определение, направление. Вертикальный и горизонтальный барические градиенты – определение, формула. Графическое изображение барического градиента.
8. Бора, характеристика, условия и районы возникновения.
9. Радуга, причина и условия образования, окраска.

###### **Вариант четвертый**

1. Международное сотрудничество метеорологов. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Всемирная служба погоды (ВСП), их задачи и деятельность
2. Отражение солнечной радиации от деятельной поверхности. Альбедо различных поверхностей.
3. Процессы нагревания и охлаждения поверхности почвы. Тепловые свойства почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы, зависимость их амплитуды от различных факторов.
4. Уровень конвекции – определение, физический смысл, вычисление.
5. Влажно-адиабатические процессы в атмосфере, физическая сущность. Влажно-адиабатический градиент. Уровень конденсации – определение и вычисление. Кривая изменения состояния.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 11 и 14 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Полный барический градиент – определение, направление. Вертикальный и горизонтальный барические градиенты – определение, формула. Графическое изображение барического градиента.
8. Бора, характеристика, условия и районы возникновения.
9. Радуга, причина и условия образования, окраска.

###### **Вариант пятый**

1. Значение метеорологии в практической деятельности. Обеспечение гидрометинформацией различных отраслей экономики.
2. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Эффективное излучение, его величина, зависимость от времени суток и условий погоды. Парниковый эффект и его последствия.
3. Характеристики влажности воздуха – обозначения, определения, формулы, единицы измерения.
4. Суточный и годовой ход температуры воздуха. Зависимость их амплитуды от различных факторов.
5. Облака и осадки теплого фронт (привести схему, объяснить).
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 10 и 13 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Плотность сухого и влажного воздуха – формулы, отличия. Виртуальная температура – определение, формула.
8. Смерчи и суховеи – характеристика, условия и районы образования, последствия. Меры борьбы с суховеями.
9. Ионосфера – условия образования, строение, характеристика и границы слоя. Свойства ионосферы, практическое использование.

###### **Вариант шестой**

1. Состав воздуха в верхних слоях атмосферы. Исследование атмосферы с помощью ИСЗ и ракет.
2. Потоки лучистой энергии в атмосфере, основные законы лучистой энергии – физический смысл.
3. Распространение колебаний температуры в глубь почвы.
4. Условия стратификации атмосферы для ненасыщенного водяным паром воздуха – определение, физический смысл, соотношение градиентов.
5. Облака и осадки холодных фронтов (привести схему, объяснить).
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 11 и 17 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Изменение атмосферного давления с высотой. Основное уравнение статики – формула, условия вывода.
8. Фен, характеристика, условия и районы образования, привести схему.
9. Форма небесного свода – физиологические и психологические причины приплюснутости, зависимость от освещенности. Явления, подтверждающие сплюснутость небосвода.

###### **Вариант седьмой**

1. Горизонтальная неоднородность тропосферы. Причины. Понятие о воздушных массах и фронтах.
2. Спектр солнечной радиации на верхней границе атмосферы и у поверхности Земли, причины уменьшения энергии в разных участков спектра. Солнечная постоянная – определение, величина.
3. Суточный и годовой ход относительной влажности воздуха.
4. Процессы нагревания и охлаждения воздуха.
5. Условия выпадения осадков из облаков. Процессы укрупнения облачных элементов в ледяных, водяных и смешанных облаках.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 10 и 16 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Вес и давление воздуха. Единицы измерения, соотношение между ними. Уравнение состояния сухого воздуха, соотношение физических величин.
8. Отклоняющая сила вращения Земли – природа, формула, величина, направление. Влияние на скорость и направление объема воздуха.
9. Гало – причина и условия возникновения, виды гало.

###### **Вариант восьмой**

1. Прямые и косвенные методы исследования атмосферы; характеристики, которые они определяют.
2. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Эффективное излучение. Парниковый эффект.
3. Процессы нагревания и охлаждения почвы. Тепловые свойства почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы, зависимость их амплитуды от различных факторов.
4. Инверсии приземного слоя, виды, условия образования.
5. Снежный покров, его характеристики, свойства и значение. Запас воды в снеге, его вычисление.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 12 и 15 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Географическое распределение атмосферного давления в январе и июле. Постоянные и переменные центры действия атмосферы. Причины изменения атмосферного давления у поверхности Земли.
8. Ветер в слое трения (прямолинейные изобары, северное полушарие). От чего зависит угол отклонения направления ветра от градиентной силы?
9. Земная рефракция: причина, явления, ею обусловленные – объяснить.

###### **Вариант девятый**

1. Вертикальное расслоение атмосферы. Границы и характеристики основных слоев.
2. Суммарная радиация. Факторы, от которых зависит ее интенсивность. Изменение ее составляющих в зависимости от времени суток и условий погоды.
3. Физическая сущность процесса испарения. Давление насыщенного водяного пара, зависимость от различных факторов (обосновать).
4. Адиабатические процессы в атмосфере, физический смысл. Сухоадиабатический градиент – определение, величина. Сухая адиабата.
5. Условия образования крупы и града. Облака, из которых они выпадают.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 11 и 14 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Барометрическая формула Лапласа (полная), смысл и величина каждого множителя. Сокращенная формула Лапласа. Задачи, которые можно решать с помощью этих формул.
8. Бризы, характеристика, условия и районы образования.
9. Распределение зарядов в грозовом облаке. Виды молний, условия их образования. Методы грозозащиты.

###### **Вариант десятый**

1. Этапы организации метеорологических наблюдений в России.
2. Причины ослабления солнечной радиации в атмосфере. Оптическая масса, коэффициент прозрачности – определение, формула. Формула Буге – вывод, что она определяет.
3. Изменение температуры почвы с глубиной в разное время суток и года. Типы распределения температуры, привести графики, объяснить.
4. Заморозки – определение, виды, условия образования, мероприятия по ослаблению влияния заморозков.
5. Условия образования мороси, дождя и снега. Облака, из которых они выпадают.
6. Выполнить практические работы №1 и №2 по данным Приложения, таблицы 10 и 13 соответственно, используя Перечень и указания к выполнению практических работ.
7. Горизонтальный барический градиент – величина, формула, направление. Изобразить графически.
8. Сила трения – природа, формула, величина, направление, влияние на скорость и направление движущегося объема воздуха.
9. Астрономическая рефракция – причина и условия возникновения; явления, ею обусловленные (объяснить).

## Контрольная работа №2

###### **Вариант первый**

1. Климат Горного Алтая – границы, средняя температура самых теплого и холодного месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний к выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 20 и 21,

№5 – таблица 26, вариант 5,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 30.

1. Изобары. Изобарические поверхности, их положение в пространстве. Правила проведения изобар на карте погоды.
2. Разновидности устойчивых воздушных масс, характер погоды в устойчивых воздушных массах.
3. Характеристика холодного фронта второго рода, последовательное изменение метеорологических элементов при прохождении холодного фронта второго рода через пункт.
4. Станция Б лежит в 200 км к югу от станции А. Между ними проходит линия фронта. На станции А наблюдается северо-восточный ветер со скоростью 5 м/с, температура воздуха минус 12ºС, давление воздуха 1001,0 гПа. На станции Б юго-западный ветер 8 м/с, температура минус 1ºС, давление 999,5 гПа. Представить эти данные в виде схемы (масштаб 100 км в 1 см), провести на ней две изобары и линию фронта.
5. Молодой циклон, условия погоды в молодом циклоне.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Архангельском (приложение 3).

###### **Вариант второй**

1. Климат Арктической зоны – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний к выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 18 и 19,

№5 – таблица 26, вариант 4,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 30.

1. Составление основных карт погоды. Схема нанесения метеорологических данных наблюдений на приземную карту погоды.
2. Географическая классификация воздушных масс, их характеристика.
3. Характеристика холодного фронта первого рода, изменение метеорологических элементов при прохождении фронта через пункт.
4. Станция Б лежит на 300 км к востоку от станции А. Между ними проходит линия фронта. На станции А наблюдается юго-западный ветер со скоростью 8 м/с, температура воздуха 10ºС, давление воздуха 1004,0 гПа. На станции Б юго-восточный ветер 6 м/с, температура 14ºС, давление 1010,4 гПа. Представить эти данные в виде схемы (масштаб 100 км в 1 см), провести на ней две изобары и линию фронта. Определить направление перемещения фронта, его тип.
5. Последовательность синоптического анализа на приземной карте погоды.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Сыктывкаром (приложение 3).

###### **Вариант третий**

1. Климат Дальнего Востока – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний к выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 24 и 25,

№5 – таблица 26, вариант 3,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 30.

1. Виды синоптических карт погоды, применяемые для них бланки. Индексация метеорологических станций.
2. Трансформация воздушных масс и их термодинамическая классификация.
3. Характеристика теплых фронтов, изменение метеорологических элементов при прохождении теплого фронта через пункт.
4. Станция Б лежит в 400 км к востоку от станции А. Между ними проходит линия фронта. На станции А наблюдается северо-северо-западный ветер со скоростью 12 м/с, температура воздуха минус 12ºС, давление воздуха 1000,5 гПа. На станции Б ветер западно-юго-западный 6 м/с, температура минус 3ºС, давление 989,6 гПа. Представить эти данные в виде схемы (масштаб 100 км в 1 см), провести на ней три изобары и линию фронта. Определить направление перемещения фронта, его тип.
5. Выделение областей обложных фронтальных осадков, туманов и других явлений при анализе синоптических карт (подъем карты).
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Казанью (приложение 3).

###### **Вариант четвертый**

1. Общие условия формирования климатов в России и странах СНГ, перечислить климатические зоны.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 22 и 23,

№5 – таблица 26, вариант 2,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 29.

1. Формы барического поля на синоптических картах, их изображение на картах погоды.
2. Разновидности неустойчивых воздушных масс, характеристика погоды в неустойчивых воздушных массах.
3. Фронты окклюзии, их образование, классификация.
4. Станция Б лежит на 300 км к востоку от станции А. Между ними проходит линия фронта. На станции А наблюдается северный ветер со скоростью 10 м/с, температура воздуха минус 4ºС, давление воздуха 1005,8 гПа. На станции Б западный ветер 4 м/с, температура 7ºС, давление 1001,0 гПа. Представить эти данные в виде схемы (масштаб 100 км в 1 см), провести на ней две изобары и линию фронта. Определить направление перемещения фронта и его тип.
5. Прогноз температуры воздуха, терминология в краткосрочных прогнозах погоды общего назначения.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Вологдой (приложение 3).

###### **Вариант пятый**

1. Климат Восточной Сибири – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 20 и 21,

№5 – таблица 26, вариант 1,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 30.

1. Метод барической топографии. Составление и обработка карт абсолютной топографии. Схема нанесения данных на карты абсолютной топографии.
2. Облачная система, зона осадков, изменение других метеорологических элементов при прохождении теплого и холодного фронтов окклюзии.
3. Прогноз перемещения барических систем способом экстраполяции и по высотным картам.
4. В 6 часов в Москве наблюдалось давление воздуха на уровне моря 1002,0 гПа, ветер южный 7 м/с, а в Санкт-Петербурге 992,5 гПа, ветер северный 14 м/с. Начертить схему вероятного расположения изобар между этими городами (расстояние между городами и расположение взять с бланка синоптической карты).
5. Аэрологические диаграммы. Устройство бланка аэрологических диаграмм, семейство кривых и штрихов на аэрологической диаграмме.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Таллином (приложение 3).

**Вариант шестой**

1. Климат Западной Сибири – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 18 и 19,

№5 – таблица 26, вариант 5,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 29.

1. Согласование изобар с ветром на приземной карте погоды. Приземные ветры и линии тока в циклоне, антициклоне, ложбине, гребне, седловине.
2. Процесс регенерации циклонов. Развитие серии циклонов. Образование центральных циклонов.
3. Основные признаки атмосферных фронтов и проведение линий фронтов на приземных картах погоды.
4. Начертить схему барической седловины (изобары, приземные ветры и линии тока) с осью сжатия, ориентируемой меридианально.
5. Прогноз атмосферных явлений (поземки, метели, пыльной (песчаной) бури, шквала, тумана, града, грозы, гололеда, изморози, налипание мокрого снега, гололедицы на дорогах). Терминология в прогнозах атмосферных явлений.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Москвой (приложение 3).

###### **Вариант седьмой**

1. Климат Урала – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 24 и 25,

№5 – таблица 26, вариант 5,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 30.

1. Метод барической топографии. Составление и обработка карт относительной топографии. Схема нанесения данных на карты относительной топографии.
2. Причины изменения активности атмосферных фронтов: влияние температуры, трения, скорости движения фронта, орографии местности.
3. Прогноз эволюции барических систем на различных стадиях их развития.
4. Станция Б лежит в 300 км к востоку от станции А. Между ними проходит линия фронта. На станции А наблюдается западный ветер со скоростью 8 м/с, температура воздуха 2ºС, давление воздуха 994,8 гПа. На станции Б южный ветер 6 м/с, температура минус 11ºС, давление 1000,5 гПа. Представить эти данные в виде схемы (масштаб 100 км в 1 см), провести на ней две изобары и линию фронта. Определить направление перемещения фронта, его тип.
5. Значение для прогноза погоды местных наблюдений при наличии синоптической карты. Краткий перечень местных признаков ожидаемой погоды.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Киевом (приложение 3).

###### **Вариант восьмой**

1. Климат Кавказа – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 22 и 23,

№5 – таблица 26, вариант 3,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 29.

1. Метеорологическая космическая система, категории космических аппаратов ближнего космоса, аппаратура, установленная на искусственных спутниках Земли, режим работы.
2. Высотные фронтальные зоны и струйные течения. Типы струйных течений.
3. Анализ воздушных масс, определение характера устойчивости и географического происхождения воздушных масс.
4. Атмосферный слой с верхней границей на высоте 2000 м и температурой 0ºС, с высотой нижней границы 1500 м и температурой 2ºС опускается и испытывает вертикальное сжатие. Вычислить вертикальный градиент температуры воздуха в момент, когда его нижняя граница достигнет высоты 500 м, а верхняя – 700 м.
5. Прогноз осадков (твердых, жидких, смешанных). Терминология, применяемая в краткосрочных прогнозах погоды общего назначения.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Санкт-Петербургом (приложение 3).

###### **Вариант девятый**

1. Климат Крыма – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.
2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 20 и 21,

№5 – таблица 26, вариант 2,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 30.

3. Краткие сведения из истории развития синоптической метеорологии и методов краткосрочных прогнозов погоды.

1. Фронты и инверсии в антициклонах, краткая характеристика инверсий, их влияние на погоду.
2. Вертикальные разрезы атмосферы, их обработка и анализ.
3. Станция Б лежит в 250 км к югу от станции А. Между ними проходит линия фронта. На станции А наблюдается юго-восточный ветер со скоростью 6 м/с, температура воздуха 6ºС, давление воздуха 1005,5 гПа. На станции Б юго-западный ветер 10 м/с, температура 16ºС, давление 1011,0 гПа. Представить эти данные в виде схемы (масштаб 100 км в 1 см), провести на ней две изобары и линию фронта. Определить направление перемещения фронта, его тип.
4. Прогноз облачности. Терминология, применяемая в краткосрочных прогнозах погоды общего назначения.
5. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Вяткой (приложение 3).

###### **Вариант десятый**

1. Климат Европейской территории России – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

2. Выполнить практические работы с №3 по №9 по данным Приложения, с использованием Перечня и указаний по выполнению практических работ.

Использовать материал Приложения для практических работ:

№4 – таблицы 18 и 19,

№5 – таблица 26, вариант 1,

№6 – выполняется на сессии,

№7 – таблицы 27 и 28,

№8 и №9 – таблица 29.

1. Основные стадии развития антициклона. Характеристика изменения метеорологических элементов на различных стадиях его развития.
2. Атмосферный фронт в поле давления, в поле ветра, барических тенденций и температуры воздуха.
3. Порядок составления штормовых предупреждений при возникновении неблагоприятных и опасных природных явлений.
4. Начертить схему вертикального разреза изобарических поверхностей, проходящего через центр, антициклона, в котором температура воздуха понижается от центра к периферии.
5. Прогноз ветра. Терминология, применяемая в краткосрочных прогнозах погоды общего назначения.
6. Выполнить упражнение 1, 2, 3 (см пояснение к выполнению контрольной работы). Упражнение 3 выполнить по данным радиозондирования над Минском (приложение 3).

## Перечень практических работ

1. Построение кривой стратификации, определение величины вертикального градиента температуры термической стратификации слоев. Результаты привести в виде таблицы.

Высота, м Температура в слое, °С Стратификация

слоя

2. Построение графика термоизоплет через 2°С. По графику определить:

* амплитуды колебаний температуры на поверхности почвы и на глубинах 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 и 3,2 м;
* даты наступления максимальных и минимальных температур на поверхности почвы и на этих же глубинах;
* величину запаздывания наступления максимальных и минимальных температур на указанных глубинах по сравнению с поверхностью почвы (в днях)

Для этого на графике провести оси соответствующие максимальным и минимальным значениям температуры (см. рис. 4.2 стр. 84 [1]).

По точкам пересечения этих осей с глубинами по вертикали определить дату наступления на этой глубине максимальной и минимальной температуры и определить, на сколько дней они наступают позднее, чем на поверхности (для каждой глубины).

3. Начертить схемы сил, действующих на частицу воздуха, и линии тока при отсутствии и наличии трения для северного и южного полушарий.

* при прямолинейных изобарах;
* в циклоне;
* в антициклоне.

4. Приведение коротких рядов наблюдений за температурой воздуха к длинному периоду методом разностей.

5. Построение графика годового хода температуры воздуха методом гистограммы. По графику определить:

* среднюю температуру за каждую декаду. Для этого определить температуру в середине каждой декады, т.е. 5, 15, и 25 числа каждого месяца;
* даты перехода (наступления) через температуру –10° , 0° и +10° (весной и осенью) и число дней с температурой выше этих пределов, при этом сами даты перехода в число дней не входят. Для этого провести карандашом пунктирные линии соответствующие указанным температурам до пересечения с кривой, затем определить даты, соответствующие полученным точкам с точностью до одного дня;
* подсчитать число дней с температурой выше пределов указанных температур, причем даты перехода в число дней не входят.

6. Вычисление средних дат последнего и первого заморозков и продолжительности безморозного периода.

7. Приведение сумм осадков к многолетнему периоду графическим способом.

8. Вычисление повторяемости направления ветра по 8 румбам в процентах и средней скорости ветра для каждого румба; построение розы ветров по полученным данным.

9. Определение преобладающего направления ветра.

## Методические указания по выполнению

**контрольных работ**

Студенты выполняют две контрольные работы по варианту, указанному методистом.

Каждый студент выполняет практические работы по данным своего варианта, используя методические указания к темам и в перечне практических работ.

Материал для выполнения практических работ указан в виде таблиц. При выполнении практических работ исходные данные обязательно переписать в тетрадь.

Текстовая и расчетная часть практических работ выполняется в той же тетради, что и контрольные работы, графики – на миллиметровке, все выполненные работы высылаются вместе с контрольными работами для проверки.

Практическая работа №6 выполняется во время сессии под руководством преподавателя.

###### ПРИЛОЖЕНИЕ

## Материалы для выполнения практических работ

###### Практическая работа 1

Результаты радиозондирования.

Таблица 10

Высота, м 0 150 600 1850 3040 3850 5690 6350

Температура °С -6,8 -9,2 -11,0 -7,7 -12,7 -19,3 -30,0 -36,0

Высота, м 7500 8720 9660 10730 12010 13120 15170 18060

Температура °С –45,7 -53,9 -59,0 -62,2 -60,0 -60,0 -59,0 -59,0

Результаты радиозондирования.

Таблица 11

Высота, м 88 500 590 790 1000 1109 1120 1139

Температура °С 7,2 8,7 8.6 7,2 6,0 5,4 4,2 5,5

Высота, м 1500 2000 3000 4000 5000 6000 7000 7100

Температура °С 5,0 3,0 -4,0 -11,4 -19,3 -26,0 -33,0 -33,0

Высота, м 8000 9000 10000 11400 11740 12000 13000 14000

Температура °С –41,0 -47,0 -53,2 -60,7 -59,0 -56,3 -55,0 -55,0

Результаты радиозондирования

Таблица 12

Высота, м 10 200 500 1000 1500 2000 3000 4000

Температура °С 24,7 22,5 20,1 14,7 12,4 15,5 10,1 5,2

Высота, м 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000

Температура °С -1,4 -8,2 -16,0 -23,5 -31,0 -39,6 -47,6 -56,4

Высота, м 13000 14000 15000 16000 16470 16490 16750 17000

Температура °С -61,4 -66,8 -71,4 -76,6 -76,9 -76,9 -74,4 -76,3

###### Практическая работа 2

Среднемесячная температура почвы на глубинах.

Таблица 13

Глуби- Месяц

на, м 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

0,0 -8 -6 5 14 20 26 30 28 20 11 2 0

0,2 -3,2 -0,3 5,6 12,2 17,9 23,0 25,6 26,5 20,9 12,7 4,9 2,0

0,4 -1,1 0,7 5,0 11,1 16,8 21,7 24,3 26,5 21,2 14,4 7,6 4,2

0,8 3,0 3,0 4,9 9,4 14,5 18,8 21,4 23,2 21,0 16,3 11,1 7,3

1,2 5,8 4,9 5,5 8,6 12,8 16,5 19,2 24,1 20,5 17,3 13,0 9,3

1,6 7,9 6,4 6,4 8,6 11,9 15,0 17,6 19,8 19,8 17,6 14,2 14,0

2,4 11,0 9,1 8,2 10,7 12,9 15,1 17,0 18,0 17,3 15,5 15,2 13,1

3,2 12,9 11,3 10,2 9,9 10,5 11,8 13,4 14,9 16,1 16,4 15,7 14,3

Среднемесячная температура почвы на глубинах.

Таблица 14

Глуби- Месяц

на, м 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

0 -1,9 -2,4 -2,0 3,2 12,3 17,1 19,8 15,6 9,9 4,2 0,5 -1,2

0,20 -0,3 -0,7 -1,2 2,8 11,8 15,8 17,5 15,1 10,2 5,7 2,0 -0,2

0,40 0,6 0,2 0,1 1,4 8,1 12,4 15,6 14,9 10,8 6,4 2,8 0,8

0,80 2,4 1,8 1,2 2,0 6,0 10,0 14,1 13,3 11,0 7,7 4,8 3,0

160 3,5 2,7 2,3 2,8 4,6 8,1 10,6 11,6 10,7 8,6 6,3 4,3

320 5,6 4,6 4,2 3,6 4,2 5,6 7,4 9,2 9,2 9,1 7,7 6,9

Среднемесячная температура почвы на глубинах.

Таблица 15

Глуби- Месяц

на, м 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

0,0 -1,4 -1,2 0,5 4,6 13,1 18,2 21,5 19,0 12,6 6,0 0,0 -0,6

0,2 -0,6 -0,9 -0,2 4,5 11,3 15,6 18,4 17,5 13,2 7,9 3,9 0,8

0,4 0,3 -0,3 0,0 3,9 10,5 14,7 17,5 17,2 13,6 8,7 4,7 1,7

0,8 2,1 1,3 1,1 3,3 8,4 12,3 15,0 15,6 13,7 10,0 6,7 3,9

1,6 4,9 3,8 3,2 3,4 6,1 9,2 11,7 13,2 13,0 11,2 8,9 6,6

3,2 6,8 5,4 5,0 2,5 3,8 4,6 8,1 10,1 11,8 12,4 9,8 7,9

Среднемесячная температура почвы на глубинах.

Таблица 16

Глуби- Месяц

На, м 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

0,0 -1,7 -1,5 0,9 2,7 13,4 19,1 24,7 19,0 11,3 4,3 -2,1 -3,4

20 -0,8 -0,8 0,5 2,0 10,3 15,8 18,6 17,5 12,4 5,8 1,0 -0,5

40 0,0 -0,3 -0,2 1,4 9,0 14,4 17,4 16,9 12,9 6,9 2,3 0,5

80 1,2 0,8 0,6 1,2 6,8 12,2 15,2 15,8 13,3 8,6 4,4 2,1

160 2,9 2,2 1,8 1,8 4,8 9,0 12,0 13,5 12,8 10,0 6,6 4,2

320 5,9 5,0 4,3 3,8 3,8 5,6 7,6 9,4 10,4 10,2 8,8 7,3

Среднемесячная температура почвы на глубинах.

Таблица 17

Глуби- Месяц

На, м 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

0,0 -11,4 -12,4 -7,4 1,9 12,8 20,1 23,6 18,5 11,1 4,2 -1,9 -7,4

20 -7,8 -7,6 -5,2 1,3 9,0 13,4 17,7 15,6 12,7 5,8 0,4 -3,3

40 -6,1 -6,6 -4,8 0,2 7,0 12,0 16,8 15,4 13,0 6,7 1,8 -1,8

80 -2,8 -4,2 -3,6 -0,9 3,2 9,4 15,2 14,8 13,3 8,2 3,6 0,6

160 1,4 0,0 0,9 -0,2 0,9 5,8 12,3 13,2 12,8 10,1 6,0 3,8

320 5,1 4,5 3,3 2,7 2,7 4,1 7,4 9,0 10,0 9,9 8,7 7,0

Практическая работа 3

Схемы сил и линий тока для северного и южного полушарий рисуются произвольно. Все схемы объяснить.

Практическая работа 4

Средняя месячная температура воздуха (Сº).

ст. Киров (приводимая)

Таблица 18

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1941 -14,7 -8,3 -6,5 1,9 - 12,9 19,8 - 9,6 - - -

1943 -13,6 -5,3 -2,4 6,5 12,2 16,5 16,9 16,9 11,7 6,6 0,0 -3,9

1944 -3,7 -4,9 -1,5 1,4 11,5 14,7 18,0 16,4 12,6 5,6 -0,4 -7,3

1945 -9,5 -8,2 -5,8 3,7 9,2 14,6 17,8 16,8 10,9 3,5 -1,5 -9,5

1946 -8,2 -8,0 -3,0 5,0 12,1 19,4 17,6 19,0 11,7 0,5 -4,3 -7,9

1947 -10,6 -13,2 -4,3 5,4 11,3 16,7 17,8 16,2 11,4 2,3 -1,5 -2,9

1948 -5,7 -10,7 -4,4 6,5 15,0 19,4 16,5 17,7 10,6 5,0 -1,6 -5,9

1949 -3,9 -7,7 -3,5 4,5 15,1 16,0 16,4 15,7 11,6 4,5 0,4 -3,1

1950 -17,3 -4,6 -2,2 9,7 12,2 14,5 15,6 14,1 11,8 4,9 0,6 -5,3

Средняя месячная температура воздуха (Сº).

ст. Калуга (опорная)

Таблица 19

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1881

. . .

1941 -14,8 -9,3 -6,6 2,0 7,9 12,8 20,0 17,2 9,8 - - -

1942 - -11,3 -10,2 2,6 11,5 13,8 18,0 16,7 11,0 6,3 -4,1 -7,9

1943 -14,0 -6,3 -3,1 6,4 12,4 16,2 17,4 18,8 11,4 6,1 -0,1 -3,6

1944 -3,7 -5,2 -1,7 1,6 12,1 15,4 18,1 16,6 13,0 5,7 -0,9 -8,7

1945 -10,3 -9,0 -6,3 3,7 9,3 15,3 18,3 17,5 11,4 3,4 -2,1 -9,5

1946 -8,4 -8,0 -3,3 4,9 12,0 20,2 18,2 19,0 11,9 0,7 -3,9 -7,7

1947 -10,3 -13,1 -4,2 5,9 11,3 17,0 18,0 16,6 11,5 2,9 -1,2 -3,2

1948 -6,6 -10,5 -4,4 5,9 15,3 19,8 16,7 17,7 11,2 5,1 -1,3 -5,4

1949 -3,8 -8,1 -3,0 4,5 15,7 16,8 17,0 16,3 11,5 4,0 0,5 -3,9

1950 -17,5 -6,2 -2,2 9,4 12,0 14,5 15,6 14,0 11,2 5,5 0,4 -6,1

Сред- -9,9 -9,4 -4,5 4,0 12,0 15,8 17,6 16,2 10,9 4,5 -1,8 -7,2

няя АN

Средняя месячная температура воздуха (Сº).

ст. Юрьев - Польский (опорная)

Таблица 20

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1881

. . .

1942 -21 -13,8 -11,6 1,9 11,6 14,2 17,8 15,9 9,5 5,5 -4,5 -8,6

1943 -16,6 -7,9 -4,2 5,8 12,7 16,0 18,2 16,7 9,6 4,3 -1,4 -4,5

1944 -4,4 -6,8 -3,5 -0,4 11,7 14,7 17,6 15,4 12,2 4,0 -3,4 -10,3

1945 -12,2 -12,0 -7,9 -2,7 7,2 14,7 17,4 17,3 10,0 1,5 -4,2 -11,2

1946 -8,8 -10,8 -6,5 2,9 10,5 19,2 18,9 17,4 10,3 -0,8 -3,9 -9,2

1947 -11,2 -16,6 -6,3 4,1 9,4 16,4 17,6 16,0 10,6 3,1 -2,0 -4,9

1948 -9,7 -12,4 -6,0 4,1 14,7 20,0 15,5 16,6 10,1 3,9 -2,2 -4,9

1949 -4,6 -8,9 -3,9 3,5 14,4 16,7 16,8 15,8 10,5 3,3 -2,2 -5,6

1950 -19,3 -8,4 -3,7 7,9 10,6 14,6 15,3 13,5 11,3 4,3 -1,5 -6,4

Сред-

няя АN-11,4 -11,2 -5,9 3,0 11,2 15,4 17,8 15,8 9,8 3,4 -3,1 -8,7

Средняя месячная температура воздуха (Сº)

ст. Петушки (приводимая) Таблица 21

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1942 -20,4 -12,3 -10,3 2,7 11,8 14,3 18,0 16,2 10,2 5,6 -4,4 -8,8

1943 -16,0 -7,7 -3,7 6,1 12,7 16,0 17,9 16,4 10,2 4,5 -1,1 -4,1

1944 -3,9 -6,0 -2,7 1,2 12,0 15,0 17,7 15,6 12,7 4,5 -3,1 -10,4

1945 -12,2 -11,4 -6,9 3,1 7,9 14,9 17,8 17,7 10,7 2,1 -3,8 -10,9

1946 -9,0 -9,4 -5,5 3,7 11,2 19,6 18,1 17,9 10,7 -0,3 -3,9 -8,7

1947 -10,9 -14,8 -5,4 4,8 9,9 16,8 17,8 16,2 10,9 3,3 -1,7 -4,5

1948 -9,4 -11,2 -4,8 4,9 15,0 20,0 16,2 17,2 10,6 4,0 -1,9 -4,8

1949 -4,6 -8,4 -3,3 3,9 14,7 16,5 17,0 16,0 11,1 3,5 -1,6 -5,2

1960 -18,6 -7,9 -3,1 8,5 11,1 14,9 15,4 13,8 11,8 4,7 -1,3 -6,4

Средняя месячная температура воздуха.

ст. Немчиновка – приводимая ( y ) Таблица 22

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1955 -6,6 -7,4 -5,1 0,7 9,7 14,1 17,1 17,6 13,3 7,4 -3,5 -14,3

1956 -10,3 -19,1 -4,3 3,5 10,2 19,9 14,5 14,2 8,3 4,5 -5,6 -4,8

1957 -6,6 -2,2 -6,5 6,3 13,7 14,6 17,8 16,4 11,8 4,8 -1,2 -5,1

1958 -7,3 -8,2 -6,5 3,5 12,7 14,0 17,4 15,2 8,9 5,8 -1,3 -7,9

1959 -4,8 -6,0 -2,0 6,1 10,9 16,2 19,6 16,4 7,9 1,9 -5,6 -11,6

1960 -9,8 -8,2 -6,1 4,3 11,4 17,5 20,6 15,8 9,6 2,1 -4,0 -0,4

Средняя месячная температура воздуха.

ст. Москва, сельскохозяйственная академия – опорная (X) Таблица 23

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1881

**. . .**

1955 -6,4 -6,9 -4,7 1,5 10,4 14,8 17,7 18,1 14,1 7,9 -3,1 -14,2

1956 -10,8 -18,5 -3,5 4,1 10,6 20,6 15,0 14,6 8,6 4,8 -5,1 -4,1

1957 -6,0 -1,8 -6,1 6,8 14,4 15,1 18,5 17,3 12,5 5,3 -0,8 -4,6

1958 -6,8 -7,5 -5,9 4,3 13,1 14,1 18,2 15,7 9,2 6,3 -0,7 -7,5

1959 -4,2 -5,4 -1,1 6,9 11,4 16,8 20,5 17,2 8,3 2,3 -0,5 -10,9

1960 -9,2 -7,6 -5,3 5,4 11,7 18,4 21,3 16,3 10,0 2,4 -3,7 0,1

Сред-

няя АN -10,2 -9,6 -4,7 4,0 11,6 15,8 18,1 16,2 10,6 4,2 -2,2 -7,6

Приведение средней месячной температуры

к многолетнему периоду ст. Аносово по Благовещенску.

Благовещенск (опорная)

Таблица 24

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1947 -23,1 -18,2 -8,6 5,4 11,8 18,7 23,6 20,1 13,8 4,2 -13,2 -24,0

1948 -22,0 -18,4 -8,0 5,7 11,7 18,6 23,8 20,2 11,6 3,4 -6,7 -18,0

1949 -17,2 15,5 -10,8 3,4 12,0 18,5 23,4 20,1 12,2 4,8 -10,4 -23,5

1950 -23,4 -18,6 -8,4 4,0 11,3 17,7 22,9 20,2 9,8 -1,5 -13,9 -23,1

195 -17,01 -26,4 -19,3 -10,7 3,2 14,0 18,6 21,4 20,4 10,8 -0,7 -7,5

1952 -26,6 -24,1 -12,8 3,6 12,4 18,8 22,3 20,1 10,4 0,7 -7,9 -18,4

Сред-

няя АN–24,2 -18,5 -9,5 2,4 10,8 17,5 21,5 19,2 12,2 1,9 -11,3 -21,7

Приведение средней месячной температуры

к многолетнему периоду ст. Аносово по Благовещенску.

Аносово (приводимая) Таблица 25

Год Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1947 -26,5 -22,0 -10,4 3,7 10,0 16,8 22,4 17,6 11,8 0,6 -16,3 -27,0

1948 -26,3 -22,0 -10,4 3,7 10,0 16,8 22,4 17,6 8,7 0,9 -10,8 -23,2

1949 -21,9 -19,6 -13,9 1,4 10,6 17,1 21,8 18,1 10,4 0,9 -16,4 -29,0

1950 -28,6 -23,3 -12,2 0,6 10,0 15,9 20,3 17,2 8,6 -2,9 -18,9 -29,6

1951 -29,0 -24,6 -12,8 1,0 10,6 16,6 20,1 17,3 8,7 -1,2 -12,2 -21,8

1952 -30,9 -28,3 -13,1 1,2 10,4 16,8 21,4 17,6 8,6 0,9 -11,7 -23,4

## Практическая работа 5

Среднемесячные значения температуры воздуха Таблица 26

Вариант Месяц

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1 -9,9 -9,4 -4,5 4,0 12,0 15,8 17,6 16,2 10,9 4,5 -1,8 -7,2

2 -11,4 -11,2 -5,9 3,0 11,1 15,4 17,8 15,8 9,8 3,4 -3,1 -8,7

3 -10,8 -9,6 -4,7 4,0 11,6 15,8 18,1 16,2 10,6 4,2 -2,2 -7,6

4 -24,2 -18,5 -9,5 2,4 10,8 17,5 21,5 19,2 12,2 1,9 -11,3 -21,7

5 -28,4 -22,9 -12,3 0,0 8,8 15,7 19,8 16,7 10,0 -1,7 -15,9 -26,3

###### Практическая работа 6

Выполняется во время сессии.

###### Практическая работа 7

Месячное и годовое количество осадков ст. Ряжск (опорная)

Таблица 27

Год Месяц Периоды

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 холодный теплый

1891

. . .

1951 36 2 36 22 94 32 73 68 42 25 37 36 - 356

1952 60 48 32 22 65 63 64 50 69 117 56 39 213 450

1953 34 30 11 40 59 22 256 80 78 26 19 12 170 561

1954 24 9 41 19 36 22 66 64 52 63 26 54 105 322

1955 58 57 20 46 59 65 44 11 40 34 18 51 215 299

1956 41 22 10 26 12 34 38 78 16 37 30 37 142 241

1957 29 41 37 30 52 99 110 63 29 18 27 19 174 401

1958 36 47 33 27 52 63 62 124 43 42 13 43 162 413

1950 68 17 18 27 45 70 57 41 83 32 12 47 159 355

1960 56 43 26 24 43 21 53 130 29 59 34 22 184 359

1961 13 17 26 84 30 42 12 56 63 23 26 57 112 310

1962 18 18 36 24 104 88 129 67 9 19 22 246 155 527

1963 27 30 20 22 7 69 42 16 10 64 57 17 123 230

1964 10 13 27 51 63 16 97 75 16 13 124 331

#### Сред-

нее 37 31 28 30 44 50 62 53 39 40 36 41 173 318

Процент 100 100

###### Месячное и годовое количество осадков

###### ст. Скопин (приводимая)

Таблица 28

Год Месяц Периоды

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 холодный теплый

11 – 3 4 – 10

1951 43 6 42 35 120 16 78 52 100 27 22 24 - 428

1952 69 18 13 19 91 55 54 56 100 109 54 20 146 484

1953 2 13 5 37 42 34 132 103 83 15 14 8 114 446

1954 12 10 33 28 85 27 56 47 52 61 28 51 77 356

1955 56 46 19 72 71 61 50 22 44 29 27 67 200 350

1956 57 36 12 26 28 30 51 48 13 50 43 46 199 246

1957 33 46 64 32 52 561 32 56 22 22 44 18 232 372

1958 41 52 36 46 51 93 56 119 26 64 13 47 191 455

1959 76 15 22 10 66 67 29 50 73 33 14 56 173 328

1960 68 46 26 37 40 14 57 72 38 51 46 36 210 309

1961 15 24 17 91 35 53 44 50 74 21 32 84 138 368

1962 21 27 55 25 91 100 102 70 90 24 35 34 219 502

1963 39 50 35 28 8 59 8 10 18 53 54 35 193 184

Сумма

Процент 100 100

**Практическая работа 8**

Ст. Андреевская, ноябрь

Таблица 29  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**С** Св В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ Число штилей

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Число 16 5 7 21 56 60 30 37 8

случаев

Сумма 36,0 21,5 30,8 46,2 201,6 186,0 63,0 88,8

скоростей

Повторя-

емость, % 100%

Средняя

скорость

Таблица 30

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**С** Св В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ Число штилей

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Число 48 61 12 19 19 24 19 33 5

случаев

Сумма 206,4 213,5 26,4 45,6 38,0 33,6 39,9 145,2

скоростей

Повторя-

емость, %

Средняя

скорость

**Практическая работа 9**

Выполняется по данным работы 8.

Пояснения к выполнению контрольной работы по разделу «Синоптическая метеорология»

***Составление синоптической карты и ее обработка.***

Дано: 1. Бланк синоптической карты.

2. Метеорологические данные для карты погоды от 00 ч 26 января 1996 г (приложение 1).

Требуется: 1. Нанести метеорологические данные на бланк синоптической карты.

2. Провести подъем карты.

3. Провести изобары через 5 гПа и отметить барические центры.

4. Провести атмосферные фронты.

5. Составить синоптический обзор по данной карте.

6. Составить прогноз общего пользования на период с 19 ч 26 января 1996 г. для пункта, где Вы работаете.

***Составление и обработка высотной карты АТ850***.

Дано: 1. Аэрологические данные (приложение 2).

2. Бланк синоптической карты.

Требуется: 1. На бланке синоптической карты нанести содержащиеся в приложении 2 аэрологические данные для карты АТ850 в 00 ч 26 января 1996 г.

2. Провести абсолютные изогипсы изобарической поверхности 850 гПа простым карандашом.

3. Отметить области высокого и низкого геопотенциала.

***Составление и обработка аэрологической диаграммы.***

Дано: Результаты радиозондирования (приложение 3).

Требуется: 1. Построить кривую стратификации, кривую состояния, кривую точек росы.

2. Для каждого стандартного уровня определить удельную влажность насыщения, действительную удельную влажность, относительную влажность, потенциальную температуру, составить общую таблицу по этим данным.

3. Для каждого слоя между точками кривой стратификации определить вид вертикального равновесия и записать результаты в таблицу.

4. Выделить площади положительной и отрицательной энергии неустойчивости.

Таблица результатов состояния атмосферы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Р | Т | Д | Тd | S г/кг | уS  г/кг | Sm  г/кг | r % | θ | Вид вертикального равновесия |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Приложение 1

Метеорологические данные для приземной карты погоды

в 00 ч 26 января 1996 г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20674 | | 21460 | | 71806 | | 11166 | | | 21179 | | | 40225 | | | 54000 | | | 77173 | | | 87511= |
| 20046 | | 41464 | | 71310 | | 11056 | | | 21070 | | | 49971 | | | 55007 | | | 77173 | | | 87511= |
| 20357 | | 41971 | | 81817 | | 11087 | | | 21102 | | | 40020 | | | 57030 | | | 73733 | | | 88071 |
| 20292 | | 32975 | | 50304 | | 11367 | | | 21391 | | | 40259 | | | 51001 | | | 80001= | | |  |
| 24561 | | 41999 | | 20000 | | 11378 | | | 21399 | | | 40287 | | | 58011 | | | 80001= | | |  |
| 37484 | | 42997 | | 31313 | | 10098 | | | 21078 | | | 40173 | | | 51001 | | | 80001= | | |  |
| 38062 | | 42997 | | 00000 | | 11099 | | | 21111 | | | 40345 | | | 54000= | | |  | | |  |
| 37472 | | 41942 | | 03302 | | 10009 | | | 21008 | | | 40205 | | | 54000 | | | 71011= | | |  |
| 37054 | | 41/92 | | 91103 | | 11031 | | | 21031 | | | 40212 | | | 53004 | | | 74044= | | |  |
| 38413 | | 32998 | | 01703 | | 11017 | | | 21039 | | | 40338 | | | 53001= | | |  | | |  |
| 38457 | | 31596 | | 80000 | | 11027 | | | 21034 | | | 40332 | | | 57002 | | | 71022 | | | 86531= |
| 26063 | | 41294 | | 80502 | | 10012 | | | 20007 | | | 40063 | | | 52009 | | | 76166 | | | 8872/= |
| 26258 | | 41295 | | 80603 | | 10014 | | | 20011 | | | 40008 | | | 57003 | | | 76162 | | | 88721= |
| 26781 | | 41223 | | 81204 | | 10022 | | | 20019 | | | 49971 | | | 57015 | | | 76146 | | | 8872/= |
| 38545 | | 42967 | | 01104 | | 11013 | | | 21025 | | | 40509 | | | 57004= | | |  | | |  |
| 38507 | | 42996 | | 40802 | | 10002 | | | 21038 | | | 40221 | | | 53007 | | | 8303/= | | |  |
| 27947 | | 42697 | | 61607 | | 10012 | | | 21017 | | | 40178 | | | 53008 | | | 83530= | | |  |
| 22602 | | 42575 | | 70000 | | 11019 | | | 21027 | | | 40139 | | | 52026 | | | 875//= | | |  |
| 22165 | | 41573 | | 72211 | | 11024 | | | 21036 | | | 40072 | | | 53021 | | | 73633 | | | 87500= |
| 27906 | | 41496 | | 81208 | | 10029 | | | 20019 | | | 40054 | | | 52007 | | | 76166 | | | 88721= |
| 27037 | | 41558 | | 81806 | | 10010 | | | 20005 | | | 40133 | | | 52006 | | | 71022 | | | 885//= |
| 30710 | | 42960 | | 81806 | | 11169 | | | 21195 | | | 40346 | | | 55006 | | | 88021= | | |  |
| 30054 | | 32998 | | 81802 | | 11306 | | | 21336 | | | 40310 | | | 57038 | | | 80007= | | |  |
| 30521 | | 21998 | | 80000 | | 11256 | | | 21281 | | | 40370 | | | 57012 | | | 77172 | | | 80007= |
| 30802 | | 32799 | | 80101 | | 11195 | | | 21207 | | | 40401 | | | 57012 | | | 82537= | | |  |
| 44354 | | 32999 | | 03408 | | 11190 | | | 21216 | | | 40385 | | | 52011= | | |  | | |  |
| 26038 | | 41264 | | 80306 | | 10004 | | | 20001 | | | 40072 | | | 52012 | | | 70242 | | | 889//= |
| 27612 | | 41940 | | 81304 | | 10022 | | | 20017 | | | 40099 | | | 54000 | | | 76146 | | | 8802/= |
| 26422 | | 41213 | | 80107 | | 10003 | | | 21003 | | | 49999 | | | 57003 | | | 76075 | | | 8872/= |
| 38836 | | 429// | | 00000 | | 11082 | | | 21088 | | | 40353 | | | 57003= | | |  | | |  |
| 26850 | | 41212 | | 80402 | | 10005 | | | 21001 | | | 49909 | | | 57016 | | | 72287 | | | 886//= |
| 33008 | | 41214 | | 82705 | | 10007 | | | 21004 | | | 49976 | | | 52003 | | | 76976 | | | 8872/= |
| 33041 | | 41314 | | 81710 | | 10004 | | | 21005 | | | 49938 | | | 53017 | | | 76965 | | | 8872/= |
| 28722 | | 41620 | | 81402 | | 11090 | | | 21101 | | | 40334 | | | 50005 | | | 71022 | | | 885//= |
| 23921 | | 41921 | | 20000 | | 11289 | | | 21313 | | | 40316 | | | 52009 | | | 71000 | | | 80001= |
| 28661 | | 41960 | | 80000 | | 11137 | | | 21164 | | | 40355 | | | 52001 | | | 77177 | | | 8802/= |
| 38880 | | 41902 | | 80000 | | 11017 | | | 21017 | | | 40256 | | | 57004 | | | 74441 | | | 80007= |
| 35529 | | 31498 | | 81405 | | 11049 | | | 21088 | | | 40352 | | | 57001 | | | 886//= | | |  |
| 37549 | | 42997 | | 23110 | | 10099 | | | 21063 | | | 40229 | | | 52004 | | | 82030= | | |  |
| 38232 | | 32498 | | 80000 | | 10003 | | | 21024 | | | 40296 | | | 52001 | | | 885//= | | |  |
| 28698 | | 41995 | | 09903 | | 11222 | | | 21247 | | | 40363 | | | 54000 | | | 71000= | | |  |
| 23849 | | 41596 | | 89902 | | 11210 | | | 21216 | | | 40302 | | | 52008 | | | 70422 | | | 84502= |
| 23330 | | 41697 | | 71802 | | 11193 | | | 40240 | | | 57002 | | | 70277 | | | 87500= | | |  |
| 30635 | | 32897 | | 81203 | | 11251 | | | 21269 | | | 40386 | | | 58030 | | | 85032= | | |  |
| 27595 | | 41295 | | 81206 | | 11028 | | | 21035 | | | 40271 | | | 58008 | | | 71052 | | | 886//= |
| 34172 | | 41/92 | | 91606 | | 11031 | | | 21031 | | | 40264 | | | 52014 | | | 74542= | | |  |
| 22820 | | 41/03 | | 90702 | | 11001 | | | 21001 | | | 40109 | | | 52014 | | | 77174= | | |  |
| 22550 | | 41363 | | 81702 | | 10012 | | | 21002 | | | 40149 | | | 52009 | | | 78582 | | | 883//= |
| 23418 | | 41458 | | 81505 | | 11079 | | | 21097 | | | 40217 | | | 57003 | | | 77172 | | | 8652/= |
| 23219 | | 41950 | | 02106 | | 11073 | | | 21090 | | | 40180 | | | 57006 | | | 77173 | | | 8802/= |
| 22522 | | 42965 | | 23204 | | 11042 | | | 21051 | | | 40132 | | | 52027 | | | 80001= | | |  |
| 22583 | | 41431 | | 71601 | | 11034 | | | 21038 | | | 40165 | | | 52007 | | | 78587 | | | 87900= |
| 22768 | | 41363 | | 81702 | | 10012 | | | 21002 | | | 40149 | | | 52009 | | | 78582 | | | 883//= |
| 26298 | | 41410 | | 80904 | | 10013 | | | 20010 | | | 40047 | | | 58004 | | | 75052 | | | 886//= |
| 29634 | | 21957 | | 82103 | | 11168 | | | 21181 | | | 40365 | | | 51001 | | | 77172 | | | 8802/= |
| 23884 | | 21967 | | 80000 | | 11238 | | | 21263 | | | 40313 | | | 52004 | | | 77187 | | | 80007= |
| 24143 | | 32998 | | 00502 | | 11494 | | | 21530 | | | 40267 | | | 57015= | | |  | | |  |
| 36061 | | 32984 | | 81801 | | 11268 | | | 21293 | | | 40408 | | | 56002 | | | 80001= | | |  |
| 20744 | | 41447 | | 81512 | | 11045 | | | 21051 | | | 40019 | | | 57018 | | | 77187 | | | 885//= |
| 23032 | | 41463 | | 71307 | | 11125 | | | 21138 | | | 40180 | | | 57015 | | | 70282 | | | 875//= |
| 34731 | | 41996 | | 70804 | | 10005 | | | 21001 | | | 40170 | | | 53002 | | | 71022 | | | 87030= |
| 22235 | | 42684 | | 72602 | | 11055 | | | 21066 | | | 40130 | | | 52032 | | | 87500= | | |  |
| 36870 | | 41464 | | 80000 | | 11056 | | | 21067 | | | 40351 | | | 52003 | | | 77122 | | | 8802/= |
| 35188 | | 41958 | | 80000 | | 11181 | | | 21200 | | | 40410 | | | 57005 | | | 71022 | | | 8801/= |
| 35358 | | 429// | | 83603 | | 11193 | | | 21239 | | | 40416 | | | 53012 | | | 8801/= | | |  |
| 33791 | | 42997 | | 22204 | | 10010 | | | 21004 | | | 40085 | | | 51021 | | | 80001= | | |  |
| 33946 | | 41760 | | 81505 | | 10070 | | | 20050 | | | 40114 | | | 58006 | | | 78082 | | | 883//= |
| 27196 | | 41258 | | 81805 | | 11053 | | | 21063 | | | 40262 | | | 52007 | | | 71022 | | | 885//= |
| 27553 | | 41458 | | 81403 | | 10019 | | | 20014 | | | 40197 | | | 52008 | | | 71062 | | | 887//= |
| 24125 | | 21997 | | 80000 | | 11310 | | | 21343 | | | 40241 | | | 57017 | | | 77172 | | | 80007= |
| 23074 | | 21897 | | 81704 | | 11191 | | | 21217 | | | 40283 | | | 53006 | | | 77177 | | | 8802/= |
| 29263 | | 21960 | | 73202 | | 11148 | | | 21168 | | | 40313 | | | 52013 | | | 71177 | | | 87052= |
| 24266 | | 22999 | | 22302 | | 11510 | | | 21530 | | | 40311 | | | 57005 | | | 80001= | | |  |
| 24908 | | 21969 | | 81701 | | 11272 | | | 21303 | | | 40267 | | | 57014 | | | 77/87 | | | 82037= |
| 21432 | | 32982 | | 20000 | | 11394 | | | 21416 | | | 40249 | | | 52004 | | | 80001= | | |  |
| 21824 | | 32982 | | 02102 | | 11400 | | | 21427 | | | 40248 | | | 57010= | | |  | | |  |
| 30835 | | 32898 | | 80000 | | 11299 | | | 21317 | | | 40456 | | | 58008 | | | 83042= | | |  |
| 01010 | | 41460 | | 82011 | | 11029 | | | 21036 | | | 40170 | | | 52020 | | | 78581 | | | 889//= |
| 03953 | 11140 | | 81908 | | 10085 | | 20085 | | | 40255 | | | 50003 | | | 69951 | | 75052 | | 886//= | |
| 03026 | | 32580 | | 72117 | | 10048 | | | 21002 | | | 40217 | | | 55011 | | | 85531= | | |  |
| 03772 | | 31958 | | 02803 | | 11018 | | | 21039 | | | 40306 | | | 51003 | | | 70500= | | |  |
| 02836 | | 11980 | | 00000 | | 11189 | | | 21213 | | | 40201 | | | 52036 | | | 69901 | | | 77671= |
| 02911 | | 42260 | | 83614 | | 11034 | | | 21041 | | | 40157 | | | 52033 | | | 77775 | | | 886//= |
| 04005 | | 41570 | | 80924 | | 10008 | | | 21050 | | | 49651 | | | 57181 | | | 76366 | | | 8802/= |
| 04077 | | 42775 | | 81621 | | 10033 | | | 21030 | | | 49864 | | | 57077 | | | 8802/= | | |  |
| 04082 | | 41070 | | 81612 | | 10040 | | | 20030 | | | 49936 | | | 57051 | | | 76362 | | | 8802/= |
| 04270 | | 32589 | | 19905 | | 11178 | | | 21241 | | | 49972 | | | 53016 | | | 81600= | | |  |
| 04320 | | 41649 | | 80914 | | 11280 | | | 21312 | | | 40020 | | | 58027 | | | 77772 | | | 8802/= |
| 04360 | | 11450 | | 72805 | | 11060 | | | 21081 | | | 49768 | | | 57005 | | | 77072 | | | 84570= |
| 06447 | | 11597 | | 73104 | | 10009 | | | 21010 | | | 40257 | | | 52009 | | | 76081 | | | 87800= |
| 06011 | | 11130 | | 82126 | | 10057 | | | 20056 | | | 40129 | | | 57017 | | | 76162 | | | 887//= |
| 06089 | | 32980 | | 11006 | | 21040 | | | 40197 | | | 52019= | | |  | | |  | | |  |
| 06180 | | 32581 | | 73619 | | 10001 | | | 21037 | | | 40143 | | | 52021 | | | 87500= | | |  |
| 07110 | 11040 | | 81607 | | 10053 | | | 20040 | | | 40297 | | | 56008 | | | 60031 | | 75965 | | 887//= |
| 07149 | | 32965 | | 03208 | | 11016 | | | 21035 | | | 40296 | | | 53003= | | |  | | |  |
| 07222 | | 32670 | | 63002 | | 10013 | | | 21025 | | | 40314 | | | 54000 | | | 86500= | | |  |
| 07630 | | 32770 | | 73008 | | 10029 | | | 20006 | | | 40137 | | | 51001 | | | 875//= | | |  |
| 07690 | | 32670 | | 13404 | | 10048 | | | 21127 | | | 40202 | | | 51012 | | | 81500= | | |  |
| 07761 | | 32668 | | 60204 | | 10000 | | | 21024 | | | 40189 | | | 52019 | | | 81232= | | |  |
| 08509 | | 32561 | | 21502 | | 10101 | | | 20074 | | | 40322 | | | 52007 | | | 82800= | | |  |
| 08221 | | 32975 | | 00000 | | 10012 | | | 21030 | | | 39619 | | | 40319 | | | 51002= | | |  |
| 60390 | | 32560 | | 30000 | | 10092 | | | 20055 | | | 40250 | | | 53009 | | | 83800= | | |  |
| 60525 | | 32665 | | 43413 | | 10145 | | | 21014 | | | 40215 | | | 53011 | | | 84200= | | |  |
| 60715 | | 11558 | | 52910 | | 10187 | | | 20028 | | | 40227 | | | 53001 | | | 72511 | | | 85800= |
| 13462 | | 32970 | | 73607 | | 10048 | | | 21057 | | | 40110 | | | 52014 | | | 87030= | | |  |
| 12250 | | 11396 | | 82703 | | 10003 | | | 21005 | | | 40056 | | | 52011 | | | 77122 | | | 86721= |
| 12375 | | 11460 | | 82007 | | 10008 | | | 20000 | | | 40031 | | | 51012 | | | 77162 | | | 875//= |
| 15120 | | 11560 | | 82901 | | 11004 | | | 21007 | | | 40099 | | | 52006 | | | 70282 | | | 8437/= |
| 15420 | | 32565 | | 82305 | | 10026 | | | 20019 | | | 40087 | | | 52018 | | | 83570= | | |  |
| 15730 | | 31698 | | 63605 | | 10049 | | | 20023 | | | 40077 | | | 52021 | | | 70322 | | | 86400= |
| 16261 | | 32565 | | 83112 | | 10034 | | | 20029 | | | 40121 | | | 51012 | | | 8682/= | | |  |
| 16350 | | 32464 | | 62307 | | 10040 | | | 20017 | | | 40125 | | | 51018 | | | 82230= | | |  |
| 16420 | | 11456 | | 83202 | | 10072 | | | 20064 | | | 40153 | | | 52011 | | | 78996 | | | 85920= |
| 16734 | | 21560 | | 72730 | | 10116 | | | 20062 | | | 40144 | | | 53005 | | | 70262 | | | 85870= |
| 17022 | | 32970 | | 31105 | | 10090 | | | 20060 | | | 40102 | | | 57010 | | | 83060= | | |  |
| 17030 | | 32980 | | 52216 | | 10128 | | | 21042 | | | 40139 | | | 53007 | | | 80001= | | |  |
| 17280 | | 31958 | | 03203 | | 11032 | | | 21063 | | | 40261 | | | 57006 | | | 71000= | | |  |
| 13272 | | 32960 | | 02703 | | 10000 | | | 21015 | | | 40136 | | | 53012= | | |  | | |  |
| 13333 | | 32970 | | 33601 | | 10036 | | | 21071 | | | 40134 | | | 52016 | | | 80002= | | |  |
| 13843 | | 32580 | | 73406 | | 10016 | | | 21019 | | | 40110 | | | 52011 | | | 875//= | | |  |
| 11518 | | 21460 | | 83208 | | 11020 | | | 21029 | | | 40152 | | | 52016 | | | 78582 | | | 8636/= |
| 11782 | | 21675 | | 82403 | | 11004 | | | 21033 | | | 40108 | | | 52012 | | | 70281 | | | 885//= |
| 16105 | | 32980 | | 50000 | | 10024 | | | 21043 | | | 40154 | | | 52012 | | | 85030= | | |  |
| 01001 | | 11230 | | 82003 | | 11014 | | | 21017 | | | 49951 | | | 54000 | | | 71072 | | | 886//= |
| 01028 | | 32782 | | 13604 | | 11094 | | | 21119 | | | 40073 | | | 52025 | | | 81070= | | |  |
| 01055 | | 11270 | | 82530 | | 11015 | | | 21028 | | | 40124 | | | 52035 | | | 78583 | | | 889//= |
| 01205 | | 32482 | | 21807 | | 10002 | | | 21015 | | | 40247 | | | 52011 | | | 81270= | | |  |

Приложение 2

Метеорологические данные

для карты АТ850 в 00 ч 26 января 1996 г.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 20274 | 85346 | 14716 | / / / / / |
| 20353 | 85320 | 11536 | 23505 |
| 20667 | 85393 | 12302 | 20515 |
| 22113 | 85357 | 14722 | 34508 |
| 22550 | 85387 | 08100 | 24505 |
| 22820 | 85374 | 01701 | 15504 |
| 27196 | 85487 | 06158 | 22007 |
| 27962 | 85500 | 00032 | 19512 |
| 27037 | 85410 | 00800 | 17515 |
| 27731 | 85429 | 00039 | 18525 |
| 20744 | 85291 | 07900 | 21517 |
| 22802 | 85363 | 05705 | 06511 |
| 27612 | 85384 | 00403 | 18024 |
| 26850 | 85234 | 00703 | 12008 |
| 26063 | 85347 | 00307 | 11008 |
| 26477 | 85300 | 00300 | 15512 |
| 26629 | 85265 | 05100 | 02000 |
| 26781 | 85293 | 00203 | 16518 |
| 26298 | 85345 | 01000 | 14513 |
| 26422 | 85288 | 03510 | 05515 |
| 26406 | 85308 | 04911 | 01017 |
| 22522 | 85393 | 07318 | 30003 |
| 27947 | 85467 | 01459 | 19015 |
| 34009 | 85365 | 01707 | / / / / / |
| 34122 | 85410 | 04043 | 18020 |
| 33815 | 85357 | 05527 | 30007 |
| 33008 | 85277 | 06324 | 30510 |
| 33837 | 85388 | 01550 | 22007 |
| 33041 | 85237 | 05904 | 20026 |
| 33317 | 85302 | 06105 | / / / / / |
| 33791 | 85372 | 00758 | 22017 |
| 33345 | 85299 | 06107 | 24022 |
| 33946 | 85448 | 01623 | 21012 |
| 34560 | 85493 | 01066 | 20507 |
| 34731 | 85463 | 02257 | 19012 |
| 34880 | 85524 | 01661 | 15010 |
| 37054 | 85481 | 06479 | 14010 |
| 37860 | 85497 | 04078 | 23508 |
| 37985 | 85515 | 05873 | 31005 |
| 35796 | 85551 | 11310 | 35504 |
| 35361 | 85525 | 10528 | 23502 |
| 35394 | 85539 | 10328 | / / / / / |
| 23921 | 85463 | 08943 | 29506 |
| 23804 | 85472 | 02556 | 21510 |
| 23552 | 85453 | 11915 | 30006 |
| 23022 | 85372 | 06310 | 21513 |
| 23955 | 85458 | 13702 | 25005 |
| 23884 | 85433 | 12142 | 30507 |
| 23330 | 85447 | 10517 | 27508 |
| 23418 | 85434 | 03128 | 24016 |
| 24817 | 85385 | 16120 | / / / / / |
| 24507 | 85393 | 16916 | 01008 |
| 24959 | 85289 | 28337 | 35511 |
| 24908 | 85398 | 15920 | 30017 |
| 24266 | 85334 | 27316 | 03004 |
| 24959 | 85289 | 28337 | 35511 |
| 24944 | 85406 | 23941 | 32015 |
| 24343 | 85339 | 24359 | 35507 |
| 21504 | 85323 | 25327 | 04011 |
| 21432 | 85333 | 28533 | 13502 |
| 21647 | 85332 | 24522 | 00000 |
| 21824 | 85324 | 27938 | 00000 |
| 28440 | 85505 | 10732 | 23502 |
| 28661 | 85513 | 10101 | 26006 |
| 28275 | 85490 | 12528 | 26008 |
| 28952 | 85526 | 09705 | 28006 |
| 38062 | 85534 | 09550 | 32502 |
| 29612 | 85476 | 15936 | / / / / / |
| 29231 | 85477 | 13100 | 25505 |
| 29838 | 85520 | 08733 | 28003 |
| 29865 | 85516 | 10757 | 35001 |
| 29634 | 85510 | 10129 | 25011 |
| 29698 | 85490 | 13150 | 30019 |
| 29574 | 85509 | 12923 | 32017 |
| 23472 | 85430 | 15100 | 35003 |
| 28900 | 85516 | 03318 | 22509 |
| 36974 | 85/// | / / / / / | / / / / / |
| 36870 | 85555 | 06732 | 06504 |
| 38927 | 85531 | 01960 | 09007 |
| 38413 | 85550 | 07957 | 05503 |
| 38989 | 85520 | 00666 | / / / / / |
| 38341 | 85541 | 08104 | 15504 |
| 38454 | 85548 | 05956 | 20003 |
| 38507 | 85489 | 03669 | 21002 |
| 38687 | 85530 | 04158 | 14506 |
| 38341 | 85541 | 08104 | 12504 |
| 36003 | 85528 | 09956 | 36003 |
| 30554 | 85463 | 17132 | 28506 |
| 30935 | 85507 | 16520 | 24505 |
| 30965 | 85467 | 17942 | 35516 |
| 30758 | 85469 | 20943 | 30007 |
| 30710 | 85506 | 07328 | / / / / / |
| 30372 | 85427 | 23145 | 23008 |
| 30692 | 85382 | 25934 | 35516 |
| 30230 | 85431 | 16348 | 26010 |
| 31300 | 85322 | 28158 | 02020 |
| 31510 | 85353 | 24956 | 33516 |
| 31735 | 85302 | 25311 | 27507 |
| 13130 | 85418 | 06758 | 35507 |
| 16716 | 85433 | 01460 | 23534 |
| 60390 | 85532 | 02107 | 35006 |
| 60571 | 85544 | 04656 | 21001 |
| 01001 | 85247 | 07128 | 24017 |
| 01028 | 85299 | 16532 | 28019 |
| 01384 | 85433 | 10757 | 01041 |
| 01415 | 85470 | 08767 | 06010 |
| 02465 | 85374 | 08934 | 02021 |
| 02963 | 85364 | 08512 | 04512 |
| 02935 | 85381 | 08716 | 01010 |
| 02836 | 85391 | 13756 | 36017 |
| 03953 | 85532 | 01061 | 24517 |
| 03005 | 85487 | 03963 | 21515 |
| 03026 | 85485 | 00421 | 01014 |
| 03170 | 85509 | 03160 | 27509 |
| 03322 | 85520 | 03560 | 32512 |
| 03496 | 85504 | 08313 | 35022 |
| 03774 | 85524 | 08160 | 34506 |
| 03808 | 85545 | 00800 | 29518 |
| 04320 | 85192 | 21121 | 12019 |
| 04360 | 85077 | 13928 | 06020 |
| 04220 | 85182 | 10134 | 29006 |
| 04270 | 85193 | 21360 | 29015 |
| 06610 | 85495 | 09531 | 30517 |
| 06260 | 85475 | 08957 | 35527 |
| 06447 | 85477 | 09115 | / / / / / |
| 07110 | 85552 | 00323 | 27520 |
| 07510 | 85546 | 07929 | 34020 |
| 07645 | 85510 | 08756 | 00530 |
| 08221 | 85569 | 01956 | 04018 |
| 08509 | 85612 | 03636 | 13004 |
| 10035 | 85421 | 08158 | 35537 |
| 10338 | 85415 | 08356 | 35528 |
| 10739 | 85459 | 08334 | 32016 |
| 11035 | 85400 | 07733 | 31039 |
| 12374 | 85315 | 07103 | 32013 |
| 12330 | 85355 | 08513 | 33510 |
| 12982 | 85388 | 07130 | 33014 |
| 16754 | 85475 | 06261 | 24514 |
| 17220 | 85446 | 03000 | 21032 |
| 17030 | 85454 | 05461 | 23026 |
| 17062 | 85401 | 04407 | 22622 |
| 17130 | 85488 | 01035 | 21028 |
| 60715 | 85488 | 03556 | / / / / / |
| 08302 | 85553 | 02758 | 31507 |

Приложение 3

Данные для построения аэрологической

диаграммы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Р | Т | Д | Тd | Р | Т | Д | Тd |
| 1. Казань, 03 ч 20 декабря 1993 г | | | | 2. Сыктывкар, 03 ч 1 октября 1993 г | | | |
| 1000 | -14,9 | 2,0 |  | 1000 | -3,2 | 1,2 |  |
| 887 | -7,3 | 3,2 |  | 887 | 3,1 | 12,7 |  |
| 850 | -7,3 | 3,6 |  | 850 | 0,8 | 5,4 |  |
| 752 | -9,8 | 11,8 |  | 752 | -6,4 | 2,6 |  |
| 700 | -11,9 | 11,5 |  | 700 | -10,8 | 2,7 |  |
| 605 | -18,9 | 13,8 |  | 605 | -12,0 | 0,9 |  |
| 500 | -28,7 | 10,8 |  | 500 | -21,1 | 1,8 |  |
| 400 | -40,6 | 12,2 |  | 400 | -29,8 | 3,8 |  |
| 300 | -55,1 | 9,8 |  | 300 | -46,3 | 4,4 |  |
| 200 | -66,7 | 7,8 |  | 200 | -52,2 | 3,1 |  |
| 3. Архангельск, 03 ч 3 ноября 1993 г | | | | 4. Вологда, 03 ч 16 октября 1993 г | | | |
| 1000 | -14,9 | 4,0 |  | 1000 | -11,5 | 4,4 |  |
| 934 | -11,8 | 5,8 |  | 912 | -7,0 | 20,0 |  |
| 859 | -10,7 | 16,0 |  | 893 | -6,4 | 22,5 |  |
| 850 | -10,8 | 16,4 |  | 850 | -7,8 | 21,7 |  |
| 700 | -18,0 | 13,5 |  | 700 | -13,6 | 14,5 |  |
| 500 | -34,7 | 8,7 |  | 602 | -23,0 | 9,9 |  |
| 400 | -41,8 | 10,8 |  | 500 | -28,7 | 19,5 |  |
| 300 | -53,2 | 9,0 |  | 400 | -40,5 | 19,1 |  |
| 250 | -55,4 | 8,9 |  | 300 | -56,0 | 9,0 |  |
| 200 | -54,2 | 9,4 |  | 250 | -62,8 | 7,7 |  |
| 5. Таллин, 03 ч 30 сентября 1993 г | | | | 6. Москва, 03 ч 2 декабря 1993 г | | | |
| 978 | -0,2 | 0,2 |  | 1000 | -5,5 | 14,8 |  |
| 918 | -3,2 | 0,3 |  | 900 | 12,0 | 10,0 |  |
| 850 | -2,4 | 0,4 |  | 850 | -15,1 | 11,0 |  |
| 800 | -3,5 | 0,4 |  | 821 | -15,1 | 2,5 |  |
| 700 | -6,6 | 0,3 |  | 700 | -17,3 | 12,8 |  |
| 687 | -6,0 | 0,2 |  | 595 | -27,6 | 8,0 |  |
| 600 | -16,8 | 0,1 |  | 500 | -40,5 | 8,9 |  |
| 500 | -25,6 | 1,6 |  | 400 | -42,2 | 8,9 |  |
| 400 | -38,0 | 2,6 |  | 294 | -49,9 | 9,2 |  |
| 300 | -53,2 | 2,9 |  | 200 | -51,8 | 9,3 |  |
| 200 | -66,0 | 3,1 |  |  |  |  |  |
| 7. Киев, 03 ч 10 октября 1993 г | | | | 8. Санкт-Петербург, 03 ч 5 декабря 1993 г | | | |
| 1000 | -5,9 | 1,4 |  | 982 | -7,2 | 5,0 |  |
| 850 | -6,4 | 9,0 |  | 850 | -14,2 | 9,2 |  |
| 751 | -4,0 | 17,4 |  | 800 | -12,6 | 12,6 |  |
| 700 | -8,0 | 7,4 |  | 700 | -15,8 | 14,6 |  |
| 614 | -10,9 | 6,6 |  | 594 | -18,5 | 5,6 |  |
| 500 | -28,4 | 1,7 |  | 500 | -26,6 | 4,5 |  |
| 400 | -40,2 | 6,4 |  | 450 | -29,2 | 4,0 |  |
| 300 | -55,0 | 5,6 |  | 400 | -36,8 | 4,2 |  |
| 250 | -61,8 | 5,5 |  | 300 | -49,6 | 4,3 |  |
| 200 | -46,6 | 7,0 |  | 250 | -58,0 | 4,2 |  |
|  |  |  |  | 200 | -58,4 | 4,9 |  |
| 9. Вятка, 03 ч 29 октября 1993 г | | | | 10. Минск, 03 ч 18 декабря 1993 г | | | |
| 1020 | -12,8 | 2,8 |  | 1000 | -7,5 | 1,0 |  |
| 980 | -7,0 | 2,5 |  | 993 | -1,0 | 7,5 |  |
| 850 | -8,2 | 8,3 |  | 890 | -3,5 | 5,2 |  |
| 799 | -9,0 | 16,0 |  | 850 | -5,3 | 17,5 |  |
| 700 | -10,6 | 9,7 |  | 700 | -11,0 | 16,2 |  |
| 622 | -16,0 | 6,3 |  | 617 | -14,4 | 16,0 |  |
| 526 | -22,8 | 2,6 |  | 500 | -29,0 | 6,8 |  |
| 400 | -42,0 | 2,1 |  | 400 | -40,2 | 5,5 |  |
| 352 | -53,0 | 1,9 |  | 300 | -55,0 | 5,2 |  |
| 300 | -59,2 | 1,8 |  | 200 | -56,0 | 5,5 |  |
| 250 | -62,0 | 4,2 |  |  |  |  |  |

**Экзаменационные вопросы по предмету “Метеорология”**

**Введение**

1. Метеорология, ее задачи. Метеорологические величины – их определение, характеристики, единицы измерения. Атмосферные явления.
2. Методы исследования, применяемые в метеорологии.
3. Международное сотрудничество метеорологов. ВМО и ВСП, их задачи и деятельность.
4. Этапы организации метеорологических наблюдений в России.
5. Обеспечение гидрометинформацией различных отраслей экономики.

**Состав и строение атмосферы**

1. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы, постоянные составляющие. Переменные составляющие воздуха, их природа, количество и значение. Аэрозоли.
2. Состав воздуха в верхних слоях атмосферы. Исследование атмосферы с помощью ракет и ИСЗ.
3. Прямые и косвенные методы исследования атмосферы; характеристики, которые они определяют.
4. Вертикальное расслоение атмосферы. Границы и характеристики основных слоев.
5. Горизонтальная неоднородность тропосферы, причины. Понятие о воздушных массах и фронтах.

**Солнечная радиация**

11. Потоки лучистой энергии в атмосфере. Основные законы лучистой энергии – их физический смысл.

12. Спектр солнечной радиации на верхней границе атмосферы и у поверхности Земли, основные части. Солнечная постоянная, определение, величина, физический смысл.

13.Причины ослабления солнечной радиации в атмосфере. Оптическая масса, коэффициент прозрачности – определение, физический смысл, формула. Формула Буге, что она определяет.

14. Прямая радиация – источник; факторы, влияющие на плотность ее потока изменение в течении суток и года. Инсоляция.

15. Рассеянная радиация – природа; факторы, влияющие на плотность ее потока, значение.

16. Суммарная радиация; факторы, от которых зависит плотность ее потока, изменение ее составляющих в зависимости от времени суток и условий погоды.

17. Отражение солнечной радиации от деятельной поверхности. Альбедо различных поверхностей.

18. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Эффективное излучение, его величина, зависимость от времени суток и условий погоды. Парниковый эффект и его последствия.

19. Радиационный баланс деятельной поверхности, его составляющие, величина, изменение в течении суток и года. Значение, как основного климатообразующего фактора.

**Тепловой режим почвы и водоемов**

20. Процессы нагревания и охлаждения поверхности почвы. Тепловые свойства почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы, зависимость их амплитуды от различных факторов.

21.Распростронение колебаний температуры в глубь почвы.

21. Изменение температуры почвы с глубиной в разное время суток и года. Типы распределения температуры.

22. График термоизоплет – назначение, построение и использование.

23. Промерзание почвы; факторы, от которых зависит глубина промерзания. Многолетнемерзлый грунт – природа, границы распространения и значение.

24. Особенности нагревания и охлаждения водоемов.

**Тепловой режим атмосферы**

25. Процессы нагревания и охлаждения воздуха; причины, влияющие на температуру воздуха.

26. Суточный и годовой ход температуры воздуха. Зависимость их амплитуды от различных факторов.

27.Заморозки – определение, виды, условия образования, мероприятия по ослаблению заморозков.

28. Изменение температуры воздуха с высотой. Вертикальный градиент температуры – определение, формула, среднее значение в тропосфере. Кривая стратификации.

29. Адиабатические процессы в атмосфере, физический смысл. Сухоадиабатический градиент, определение, величина, сухая адиабата.

30. Условия стратификации атмосферы для ненасыщенного водяным паром воздуха, определение, физический смысл, соотношение градиентов.

31. Уровень конвекции – определение, физический смысл, вычисление.

32. Инверсии приземного слоя, виды, условия образования.

33. Инверсии свободной атмосферы, виды, условия образования.

34. Географическое распределение температуры приземного слоя атмосферы. Карты изотерм января и июля – принцип составления, причины распределения температуры.

**Водяной пар в атмосфере**

35. Характеристики влажности воздуха, обозначение, определение, формулы, единицы измерения.

36. Физическая сущность процесса испарения. Давление насыщенного пара, зависимость от различных факторов (обосновать).

37. Факторы, от которых зависит испарение в естественных условиях, закон Дальтона. Испаряемость.

38. Суточный и годовой ход парциального давления водяного пара, причины.

39. Суточный и годовой ход относительной влажности, причины.

**Конденсация водяного пара**

40. Общие условия конденсации водяного пара. Процессы, приводящие к понижению температуры до точки росы.

41. Ядра конденсации, природа, размеры, образование зародышевых капель.

42. Влажноадиабатические процессы в атмосфере, физическая сущность. Влажноадиабатический градиент. Уровень конденсации – определение, вычисление. Кривая изменения состояния.

43. Условия стратификации атмосферы для насыщенного водяным паром воздуха, соотношение градиентов, показать графически.

44. Условия образования росы и инея, от чего зависит их интенсивность.

45. Изморозь, виды, условия образования.

46. Условия образования гололеда и гололедицы, твердого и жидкого налета. Влияние на отдельные отрасли экономики.

47. Дымка и туман. Классификация туманов, условия образования.

48. Облака, определение, общие условия образования. Микрофизическая структура; уровни в атмосфере, связанные с облакообразованием.

49. Международная классификация облаков. Что положено в ее основу? Основные формы, их характеристики.

50. Формы и условия образования облаков турбулентности и волновых движений в атмосфере.

51. Облака термической и динамической конвекции, формы, условия образования.

52. Облака и осадки теплого фронта (привести схему).

53. Облака и осадки холодных фронтов (привести схему).

54. Высота и мощность облаков, их зависимость от времени суток, года и характера деятельной поверхности. Связь и взаимопереходы разных форм облаков.

**Осадки, выпадающие из облаков**

55. Типы и виды осадков, их характеристики; облака, из которых они выпадают.

56. Условия выпадения осадков из облаков. Процессы укрупнения облачных элементов в ледяных, водяных и смешанных облаках.

57. Условия образования мороси, дождя и снега; облака, из которых они выпадают.

58. Условия образования крупы и град. В каких облаках они образуются?

59. Распределение осадков по Земному шару. Где и почему выпадает очень много и очень мало осадков?

60. Снежный покров, его свойства, характеристики и значение. Запас воды в снеге, вычисление.

61. Таяние снежного покрова, причины. Снегозадержание.

62. Метели, их виды, условия образования. Меры борьбы с заносами.

**Атмосферное давление и плотность воздуха**

63. Вес и давление воздуха. Единицы измерения, соотношение между ними. Уравнение состояния сухого воздуха, соотношение физических величин.

64. Плотность сухого и влажного воздуха: формулы, отличия. Виртуальная температуры – определение, формула.

65. Как меняется плотность воздуха с высотой? Зависимость от температуры и давления, аномальный ход.

66. Может ли увеличиваться с высотой атмосферное давление? Объяснить. Основное уравнение статики – формула, условия вывода.

67. Барическая ступень – определение, формула, величина при нормальных условиях.

68. Барометрическая формула Лапласа –полная и сокращенная; смысл составляющих, их величина.

69. Что такое барическое поле, изобарические поверхности и изобары? Дать определение барических систем.

70. Полный барический градиент – определение, направление. Вертикальный и горизонтальный градиенты – определение, формулы. Графическое изображение горизонтального барического градиента.

71. Географическое распределение атмосферного давления в январе и июле. Назовите постоянные и переменные центры действия атмосферы. Причины изменения атмосферного давления у поверхности земли.

**Воздушные течения в атмосфере**

72. Ветер – определение и характеристики, их определение, единицы измерения. Что такое линии тока? Как влияют на скорость и направление ветра, различные препятствия (в частности – лес).

73. Причина возникновения ветра. Градиентная сила – природа, формула, влияние на воздушный объем, размерность, величина и направление.

74. Отклоняющая сила вращения Земли – природа, формула, величина, направление, влияние на скорость и направление движущегося объема воздуха.

75. Сила трения – природа, формула, величина, направление, влияние на скорость и направление движущегося объема воздуха.

76. Градиентный ветер – определение, формула скорости, направление, чертеж (объяснить).

77. Ветер в слое трения, схеме сил при прямолинейных изобарах при наличии трения. От чего зависит угол отклонения направления ветра от градиентной силы?

78. Система ветров в циклоне северного полушария при отсутствии и наличии трения. Привести схему сил и линий тока, объяснить.

79. Система ветров в антициклоне северного полушария при отсутствии и наличии трения. Привести схему сил и линий тока, объяснить.

80. Термическая циркуляция в атмосфере – причины возникновения, схема.

81. Бризы – характеристика, условия и районы возникновения. Привести схему. Какие и почему ветры более заметны?

82. Горно-долинные ветры – характеристика, условия и районы возникновения. Привести схему.

83. Ледниковые и стоковые ветры – характеристика, условия и районы возникновения.

84. Фен – характеристика, условия и районы образования, привести схему.

85. Бора – характеристика, условия и районы возникновения.

86. Смерчи и суховеи – характеристика, условия и районы образования.

87. Пассаты и муссоны - характеристика, условия и районы образования.

**Оптические явления в атмосфере**

88. Оптические свойства атмосферы, распространение света. Причины оптических явлений в атмосфере.

89. Дневная освещенность – чем она создается, от чего и как зависит.

90. Форма небесного свода – физиологические и психологические причины приплюснутости, зависимость от освещенности. Как и почему изменяются кажущиеся размеры Солнца и Луны?

91. Цвет неба, Закон Релея. Рассеяние на аэрозольных частицах. Зависимость цвета неба от степени загрязнения воздуха. Почему к вечеру небо приобретает серый оттенок? Почему облака и туманы белые, а космос черный?

92. Сумерки – причина возникновения, физическая сущность, от чего и как зависит продолжительность сумерек? Что такое гражданские и астрономические сумерки? Сумеречный метод исследования атмосферы.

93. Заря, причины возникновения. От чего и как зависит окраска зари?

94. Дальность видимости. От чего зависит видимость реальных объектов? Чем определяется яркость объектов и фона? Что такое контраст и порог контрастной чувствительности глаза? Как и от чего они меняются? Как влияет атмосфера на видимость объектов? Что такое метеорологическая дальность видимости (определение)? Почему она является характеристикой состояния атмосферы (метеовеличиной)?

95. Астрономическая рефракция, причина возникновения; явления, ею обусловленные (объяснить).

96. Земная рефракция, причина возникновения; явления, ею обусловленные (объяснить, без формул).

97. Радуга, причины и условия возникновения, окраска и ширина первичной и вторичной радуги.

98. Гало, причины и условия возникновения, виды гало (объяснить).

99. Венцы и глории – причины и условия образования, окраска.

**Звуковые явления**

100. Что такое звук? Источники звука. Распространение звука в атмосфере. Скорость звука (величина, формула), зависимость от метеорологических факторов.

101. Преломление, отражение и ослабление звука в атмосфере, эхо. Условия хорошей и плохой слышимости. Исследования верхних слоев атмосферы с помощью звука.

102. Звуки метеорологического происхождения (объяснить).

**Электрические явления**

103. Что такое ионы? Как происходит процесс ионизации? Ионоуничтожающие процессы. Основные ионизаторы, их действие?

104. Ионосфера – строение, характеристика и высота слоев. Свойства ионосферы, практическое использование.

105. Электрическое поле атмосферы. Электричество облаков. Процессы электризации облачных элементов.

106. Распределение зарядов в грозовом облаке. Виды молний, условия их образования. Методы грозозащиты.

107. Полярные сияния, причины и районы возникновения, виды и повторяемость.

**Основы климатологии**

108. Основные климатообразующие факторы, роль каждого из них. Причины изменений климата на Земле.

109. Классификация климатов по Л.С. Бергу. Что положено в ее основу? Перечислить зоны, границы и их основные характеристики: среднюю температуру летом и зимой, количество осадков, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

110. Классификация климатов по Б.П. Алисову. Что положено в ее основу? Перечислить зоны, границы и их основные характеристики.

111. Общие условия формирования климатов в России и странах СНГ, перечислить климатические зоны.

112. Климат Арктической Зоны – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

113. Климат Европейской территории России – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

114. Климат Крыма – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

115. Климат Кавказа – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

116. Климат Урала – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

117. Климат Средней Азии – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

118. Климат Западной Сибири – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

119. Климат Восточной Сибири – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

120. Климат Горного Алтая – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

121. Климат Дальнего Востока – границы, средняя температура самых холодного и теплого месяцев, количество осадков, циклоническая деятельность, преобладающие воздушные массы и ветры, растительность.

122. Источники информации и задачи климатологической обработки. Метеорологические ряды, какими они бывают? Основные климатические показатели.

123. Виды ошибок в рядах наблюдений, методы их устранения. Однородность рядов, признаки.

124.Что изучает предмет «Синоптическая метеорология»?

125.Правила нанесения данных метеосводки на карту погоды.

126.Что такое изобары? Правила проведения изобар на приземной карте погоды.

Что показывают изобары на карте погоды?

127.Что такое изогипсы?Правила проведения изогипс на картах барической топографии.

128.Что такое изобарические поверхности?Что является основой построения высотных карт абсолютной барической топографии.

129.Перечислить формы барического рельефа и охарактеризовать их.

130.Что такое воздушные массы? Каковы их горизонтальные и вертикальные размеры?Перечислить физические свойства воздушных масс.

131.Что такое трансформация воздушных масс?Что такое очаг воздушных масс?

Что является признаком окончания формирования или трансформации ВМ?

132.Как подразделяются ВМ с точки зрения трансформации?

133.Какие географические типы воздушных масс вы знаете?Чем отличается арктический морской воздух от арктического континентального?

134.Чем отличается умеренный морской воздух от умеренного континентального?

135.Чем отличается тропический континентальный воздух от тропического морского?

136.Каковы основные свойства устойчивых и неустойчивых воздушных масс?

137.Что такое фронтогенез? Фронтолиз?

138.Атмосферные фронты. Классификация фронтов. Простые и сложные фронты.

139.Холодный фронт первого рода: причины возникновения, признаки. Холодный фронт первого рода в поле ветра, в поле давления, в поле температур.

140.Теплый фронт: причины возникновения, признаки, предвестники ТФ.

Теплый фронт в поле ветра, в поле давления, в поле температур.

141.Холодный фронт второго рода: причины возникновения, признаки.

Холодный фронт второго рода в поле ветра, в поле давления, в поле температур.

142.Сструйные течения, размеры .

143.Что такое высотная фронтальная зона и как она проявляется на карте ОТ500/1000 и картах АТ? Планетарная ВФЗ.

144.Объяснить термические причины изменения атмосферного давления.

145.Что такое циклон? Его размеры, давление в циклоне,стадии развития.

146.Что такое антициклон? Его размеры, давление в антициклоне?

147.Что называется регенерацией циклона и при каких условиях она происходит?.

148.Как возникает и развивается серия циклонов?

149.Перечислить и охарактеризовать типы циклонов.

150.Какие существуют типы антициклонов и в чем состоят их особенности?

151.Каковы основные стадии развития антициклонов?

152.При каких условиях происходит регенерация антициклонов?

153.Какая погода наблюдается в различных частях циклонов зимой и летом?.Погода в антициклонах.

154.Какое среднее направление движения циклонов на Европейской территории России?

155.Как изменяется погода при прохождении циклона?

156.Над какой частью циклона на карте ТО500/1000находится гребень тепла и над какой ложбина холода?

157.Каковы задачи анализа синоптической карты?Как можно проконтролировать правильность нанесенных на синоптическую карту данных?

158.Что такое адиабатические изменения в атмосфере?Дайте определение устойчивого, неустойчивого и безразличного вертикального равновесия.

159.От чего зависит, какой из видов вертикального равновесия имеется в данном слое воздуха?

160.Что называется влажнобезразличным, сухобезразличным и влажнонеустойчивым равновесием?

161.Какие шкалы имеются на осях координат аэрологической диаграммы?

162.Что называют изобарами и изотермами аэрологической диаграммы?

163.Что такое сухие и влажные адиабаты и как они располагаются на аэрологической диаграмме?

164.Почему влажные адиабаты более изогнуты, чем сухие адиабаты? Почему их выпуклость обращена вправо?

165.Что такое кривая стратификации и как она строится?

166.Как определяют вид вертикального равновесия по каждому звену кривой стратификации?

167.Что называют задерживающими слоями атмосферы и как они определяются по кривой стратификации?

168.Как можно по кривой стратификации определить величину вертикального температурного градиента и в каком слое воздуха?

169.Как определяют уровень конденсации с помощью аэрологической диаграммы?

170.Что такое кривая состояния?

171.Что такое потенциальная температура, по каким данным и как можно ее определить по аэрологической диаграмме?

172.Как оформляются кривая стратификации, кривая состояния и кривая точки росы на аэрологической диаграмме?

173.В чем состоит принцип физической логики в анализе карт?

174.Какова последовательность синоптического анализа состояния атмосферы?

175.На основании каких признаков определяется устойчивая и неустойчивая воздушная масса?

176.Как должны проходить изобары в области атмосферного фронта?

177.Как следует выделять области осадков из As-Ns?Как связано положение фронта с областями обложных осадков и изаллобарическими областями?

178.По каким признакам определяют положение атмосферных фронтов на приземной карте?

179.Какие характеристики тенденции наблюдаются до и после прохождения холодного и теплого фронтов?

180.На основании чего и как строится прогноз эволюции циклонов и антициклонов?

181.От чего зависит качество прогнозов погоды?

182.Какие процессы синоптической работы можно автоматизировать?

183.Какие метеорологические элементы можно автоматизировать?

184.Какова роль средств автоматизации в улучшении качества прогнозов погоды?

185.Каково значение метеорологических спутников для синоптической метеорологии?

186.Какие задачи синоптической метеорологии можно решать с помощью данных, получаемых от метеорологических спутников?

187.Как осуществляется телевизионное прослеживание облачности со спутника?

188.Что представляет собой объективный анализ?

189.Каковы основные задачи метеорологического обслуживания?

190.Какие органы гидрометеорологической службы осуществляют оперативное метеорологическое обслуживание организаций?

191.В чем заключается специализированное метеорологическое обслуживание различных отраслей экономики?

192.Какие существуют виды и формы метеорологического обслуживания отраслей экономики?

193.Каково содержание ежедневных бюллетеней погоды ЦИПа, БП, ГМБ, гидрометеорологических станций?

194.Как влияют на работу авиации ветер, облачность, осадки, видимость, обледенение и болтанка самолета?

195.Виды авиационных прогнозов погоды и их терминология.

196.Как организуется служба штормовых предупреждений в аэропортах?

197.Какие метеорологические элементы и явления затрудняют работу железнодорожного транспорта, автотранспорта, морского и речного флота?

198.Каковы особенности специализированных прогнозов погоды для железнодорожного и автотранспорта, морского и речного флота?

199.Как следует подходить к прогнозу температуры воздуха в случае сохранения и предстоящей смены воздушной массы?

200.Как учитывают суточный ход температуры при прогнозе максимальной и минимальной температуры воздуха?

201.Какое значение для прогноза погоды имеют местные наблюдения при наличии синоптической карты?