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

ОП. 03 Метеорология

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ: ГИДРОЛОГИЯ

Иркутск 2017 г.

05.02.02 *Гидрология*

Разработчики:
© *Домбровская Наталья Сергеевна, преподаватель государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области* **«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

Организация-разработчик:
© *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области* **«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Метеорология» предназначены для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальностям среднего профессионального образования: 05.02.02 Гидрология,

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

–измерять метеорологические величины и обрабатывать результаты измерений,

–оценивать влияние метеоусловий на гидрологический режим водных объектов;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

–физическую сущность атмосферных явлений и процессов,

–устройство и порядок работы с метеорологическими приборами,

–обработку результатов наблюдений

- Планировать производственные работы и руководить небольшим трудовым коллективом исполнителей.

- Выполнять гидрологические работы и наблюдения, первичную обработку и проверку полевых материалов наблюдений и измерений.

- Эксплуатировать технические средства и устройства, применяемые для гидрологических работ и наблюдений.

- Диагностировать неисправности приборов и оборудования.

- Производить профилактический осмотр и мелкий ремонт приборов и оборудования.

- Выполнять поверку и юстировку приборов.

- Оформлять проектно-техническую документацию в соответствии с действующим законодательством Российской Федераци

Метеорология неразрывно связанна с гидрологией. Техник-гидролог непременно должен хорошо знать метеорологию. Ведь вопросы гидрологических и метеорологических наблюдений и работ, вопросы комплексного гидрометеорологического обслуживания отраслей народного хозяйства тесно переплетаются друг с другом.

Знания программного материала позволит учащимся правильно понимать и объяснять основные физические процессы и явления, происходящие в атмосфере, а также применять теоретические положения на практике, непосредственно в трудовой деятельности.

Материал курса разделен на два учебных задания. К каждой теме программы указана литература, даны методические указания, практические работы, вопросы для самопроверки. Ответы на контрольные вопросы помогут лучше усвоить и закрепить изучаемый материал. Практические работы и задачи выполняются студентами в отдельной тетради, а материалы наблюдений – на страницах книжек КМ-1, КМ-3 и КМ-5. Выполненные практические работы высылаются в техникум вместе с контрольной работой.

Каждая контрольная работа выполняется по одному из десяти вариантов. Вариант сообщается учащимся во время выдачи учебного задания. Материал необходимо излагать четко, грамотно и последовательно, не копируя его механически из учебника. Пользоваться можно только рекомендованной литературой с учетом методических знаний к темам.

В настоящем учебном задании предусмотрено изучение следующих тем.

Введение, Темы:

1. Организация метеорологических наблюдений. Исчисление времени.

2. Состав и строение атмосферы.

3. Лучистая энергия в атмосфере и на земной поверхности.

4.Тепловой режим почвы и водоемов.

5. Тепловой режим атмосферы.

6. Водяной пар в атмосфере.

7. Конденсация водяного пара.

8. Атмосферные осадки и снежный покров.

9. Атмосферное давление и плотность воздуха.

10. Воздушные течения в атмосфере.

11. Оптические и электрические явления в атмосфере.

12. Общие сведения о дистанционных метеорологических установках.

13. Обработка материалов основных метеорологических наблюдений и информационная работа станции.

Введение

Программа

Предмет и задачи метеорологии. Разделы метеорологии. Связь метеорологии с другими науками. Значение метеорологии в народном хозяйстве. Краткая история развития метеорологии.

Определение, характеристики, единицы измерения метеорологических величин. Методы исследования, применяемые в метеорологии. Всемирная метеорологическая организация.

Методические указания

Метеорология – это наука, изучающая физические процессы, происходящие в атмосфере, с целью дальнейшего их предсказания.

Охарактеризовать физическое состояние атмосферы можно при помощи метеорологических элементов, к ним относятся: температура, влажность и давление воздуха, направление, скорость ветра и другие величины. Определённое сочетание нескольких метеорологических величин могут охарактеризовать взаимодействия некоторых атмосферных процессов. Такие сочетания называются атмосферными явлениями, к ним относятся: дождь, снег, гроза, туман, метель и другие. В совокупности метеорологические величины и явления дают понятие погода.

Перед метеорологией, как и перед любой другой наукой, ставится ряд задач. Это и получение точных данных, характеризующих атмосферные процессы и явления, установление закономерностей управляющих их развитием для того, чтобы в дальнейшем применить эти законы для разработок методов прогнозирования этих процессов. Для решения данных задач используются разные методы исследования: метод наблюдений, метод экспериментов, косвенный метод и теоретический метод.

Метеорология является самостоятельной наукой, но не трудно догадаться о её связи с такими науками как математика, физика, география, химия, гидрология, океанология и другими науками.

Всемирная метеорологическая организация (ВМО) – это специализированное агентство Организации Объединенных Наций, в задачи которого входит: содействовать международному сотрудничеству в установлении сети метеорологических станций и центров; способствовать Созданию систем для быстрого международного обмена метеорологической информацией; способствовать стандартизации метеорологических наблюдений и достижению единообразия форм публикации и статистической обработки результатов наблюдений; расширять использование метеорологии в авиации, мореплавании, освоении водных ресурсов, сельском хозяйстве и других отраслях человеческой деятельности; поощрять метеорологические исследования и подготовку метеорологов. Членами ВМО являются 121

государство и 10 территорий. Высшим органом ВМО является Всемирный метеорологический конгресс, созываемый раз в 4 года; выполнением программ, утвержденных конгрессом, руководит Исполнительный комитет из 24 директоров национальных метеорологических служб. В ВМО имеется 6 региональных ассоциаций по частям света и 8 технических комиссий; организуются также рабочие группы и собираются симпозиумы и конференции по различным вопросам. Секретариат ВМО находится в Женеве. ВМО возникла в 1947 г. Ранее, до второй мировой войны, существовала Международная метеорологическая организация.

Вопросы для самопроверки

1. Что изучает метеорология?
2. Как метеорология связана с гидрологией?
3. Каково значение метеорологии для различных отраслей народного хозяйства?
4. Перечислить основные метеорологические величины.
5. С какой целью создана ВМО?

ТЕМА I. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ. ИСЧИСЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ.

Программа

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Росгидромет). Перспективы развития системы Росгидромет.

Понятие об истинном и среднем солнечном времени. Поясное и декретное время. Переход от одного вида времени к другому. Сроки метеорологических наблюдений.

Метеорологическая площадка, устройство и уход за ней. Типовой порядок метеорологических наблюдений.

Методические указания

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Росгидромет) — федеральный орган исполнительной власти, находящийся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии РФ, осуществляющий функции по управлению государственным имуществом и оказанию государственных услуг в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, мониторинга окружающей природной среды, ее загрязнения, государственному надзору за проведением работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы. Подчиняется Правительству Российской Федерации.

Основные функции:

- государственный надзор за проведением работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы на территории Российской Федерации,
- лицензирование отдельных видов деятельности, отнесенных к компетенции Службы в соответствии с законодательством Российской Федерации,
- государственный учет поверхностных вод и ведение государственного водного кадастра в части поверхностных водных объектов,
- ведение Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении,
- формирование и обеспечение функционирования государственной наблюдательной сети, в том числе организацию и прекращение деятельности стационарных и подвижных пунктов наблюдений, определение их местоположения,

- государственный мониторинг атмосферного воздуха.

Структура

В настоящее время Гидрометеослужба России функционирует как самостоятельная Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). В ее состав в настоящее время входит 22 территориальных управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), при этом большинство УГМС имеют в своем составе региональные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС), расположенные в крупных городах.

В составе Росгидромета работают 17 научно-исследовательских институтов, из них два имеют статус Государственного научного центра (Гидрометцентр России и Арктический и антарктический научно-исследовательский институт). При службе функционирует шесть техникумов (в городах Алексин, Владивосток, Москва, Иркутск, Ростов, Туапсе), а также ряд других вспомогательных организаций.

В состав Росгидромета входят также такие организации, как Главный радиометеорологический центр (ГРМЦ), Главный авиаметеорологический центр (ГАМЦ), Главный вычислительный центр (ГВЦ) и три военизированных службы активных воздействий на гидрометеорологические процессы. В 1998 году создано Метеоагентство Росгидромета для организации специализированного гидрометеорологического обеспечения (СГМО) потребителей, прежде всего авиации. [2]

В 2011 году создано федеральное государственное унитарное предприятие «Авиаметтелеком», в состав которого вошли ГРМЦ, ГАМЦ и Метеоагентство.

Истинное солнечное время – время, определяемое движением истинного

солнца по небесному своду. Измеряется часовым углом центра солнца. В практике пользуются не истинным солнечным временем, а средним солнечным временем, т.е. временем, измеряемым движением среднего солнца — воображаемой точки, равномерно движущейся по небесному экватору. Продолжительности годового движения среднего солнца по экватору и истинного солнца по эклиптике равны. Средние солнечные сутки равны интервалу времени между двумя последовательными одинаковыми (верхними или нижними) кульминациями среднего солнца. Продолжительность средних солнечных суток постоянна в течение года и равна средней за год продолжительности истинных солнечных суток. Переход от истинного солнечного времени к среднему или наоборот делается с помощью уравнения времени.

Поясное время – это условный счет времени, принятый в практических целях. Земной шар разделен по меридианам на 24 пояса по 15° в каждом, с номерами от 0 до 23, возрастающими от Гринвича к востоку. В каждом поясе среднее солнечное время среднего меридиана данного пояса распространяется на весь пояс (в нулевом поясе — среднее местное время гринвичского меридиана, в первом — время 15-го меридиана, во втором — 30-го и т. д.). При этом разность времен различных поясов исчисляется целым числом часов, поскольку разности долгот в 15° соответствует 1 час времени. Практически границы поясов не везде совпадают с меридианами, а проводятся с учетом государственных или естественных границ и экономических связей между районами.

16 июня 1930 года декретом СНК СССР было введено декретное время, равное поясному времени плюс ещё один час.

Метеорологические наблюдения ведутся в строго определённые сроки по московскому зимнему декретному времени.

Практические работы и задания.

1. В Иркутске (λ = 104º19´) местное среднее солнечное время 18ч. 16 мин. Определить московское зимнее декретное время.

2. Поясное время пятого часвого пояса 16 ч. 42 мин. Определить местное среднее солнечное время в Саратове (λ =42º02´) и истинное солнечное время в Братске (λ = 101º51´).

3. Определить сроки измерения осадков для метеорологической станции, долгота которой 78º30´.

4. Определить сроки метеорологических, ближайших к 13 часам поясного зимнего времени, если станция находится в YIII поясе.

Вопросы для самопроверки

1. Функции системы Росгидромет.

2. Структура системы Росгидромет.

3. Что положено в основу исчисления времени?

4. Что называется истинными солнечными сутками?

5. Чем определяется истинное солнечное время?

6. Сколько существует часовых поясов? Чем определяется время каждого часового пояса?

7. Каковы сроки и типовой порядок метеонаблюдений?

ТЕМА II. СОСТАВ И СТРОЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Программа

Состав воздуха в нижних и верхних слоях атмосферы: постоянные и

переменные составляющие. Загрязнение атмосферы, аэрозоли. Вертикальное расслоение атмосферы, характеристика и границы основных слоёв. Горизонтальная неоднородность тропосферы, характеристика основных воздушных масс. Общие понятия об атмосферных фронтах.

Методические указания

Атмосфера – это воздушная оболочка Земли. Воздух же представляет собой механическую смесь газов. В нижних слоях атмосферы он в основном состоит из азота 78,09%, кислорода 20,95% и аргона 0,92%. Все остальные газы, входящие в состав воздуха занимают лишь 0,04% его объёма. Это такие газы, как гелий, неон, криптон, водород. Кроме того в переменном количестве постоянно присутствуют водяной пар, углекислый газ, озон, аммиак, метан и т. д. Воздух лишённый водяного пара называется сухим. Состав чистого сухого воздуха остается постоянным на всем земном шаре до высоты примерно 100 км. Такой слой атмосферы, в котором процентное содержание газов не изменяется с высотой называется гомосферой.

Выше 100км наблюдается гетеросфера, молекулярный вес воздуха здесь уменьшается с высотой. Содержание более тяжелых газов с ростом высоты уменьшается быстрее, чем содержание легких. Происходит диссоциация кислорода и количество молекулярного кислорода составляет малую часть от количества атомарного кислорода. Азот находится в атомарном состоянии лишь частично.

Выше 1000 км атмосфера состоит из гелия и водорода с преобладанием атомарного водорода.

Атмосфера характеризуется пространственным изменением всех метеорологических характеристик. В вертикальном направлении эти изменения имеют большие значения чем в горизонтальном. По характеру распределения температуры с высотой в атмосфере выделяются пять сфер:

тропосфера(в среднем от 0 до 11 км, отмечается падение температуры с ростом высоты), стратосфера(от 11 до 50-55км, отмечается рост температуры с высотой), мезосфера (от 50-55 до 80-90км, отмечается падение температуры с высотой), термосфера (от 80-90 до 450 км, температура сначала быстро растёт, достигая больших значений, затем останавливается), экзосфера (выше 450км отмечается рост температуры с высотой). Между слоями имеются прослойки не большой вертикальной мощности: тропопауза, стратопауза, мезопауза, термопауза.

По другим признакам атмосфера ещё делится на: озоносферу, т. е. слой атмосферы, который содержит основную массу озона, заключенный в пределах от 10 до 50 км; ионосферу –слой атмосферы с высокой электрической проводимостью, нижняя граница ионосферы находится на высоте 60-80 км, верхняя –достигает нескольких сотен километров.

По характеру взаимодействия с подстилающей поверхностью атмосфера делится на: приземный слой (высотой 50-100 м), пограничный слой высотой 1-1,5 км, свободную атмосферу (выше 1,5 км)

В горизонтальном направлении атмосфера также неоднородна. Вся тропосфера разделена на обширные области, обладающие однородными свойствами, которые перемещаются в одном из течений общей циркуляции атмосферы и называются воздушными массами.

Воздушные массы бывают тёплые и холодные, морские и континентальные. По географической классификации они делятся на: арктический воздух, умеренный воздух, тропический воздух и экваториальный воздух.

Изменение характеристик воздушной массы называется трансформацией. В пределах одной воздушной массы все метеоэлементы изменяются незначительно. При переходе из одной воздушной массы в

другую происходит резкое изменение всех элементов. Такие зоны называются фронтальными поверхностями или фронтами. Фронты разделяют на тёплые и холодные, по географическому признаку выделяют: арктический фронт, фронт умеренных широт и тропический фронт.

Практическая работа 1.

Заполнить таблицу.

Название слоя	Границы слоя, км	Изменение температуры с высотой	Температура на верхней границе слоя, ºС.

Вопросы для самопроверки

1. Постоянные составляющие атмосферного воздуха их процентное содержание.

2. Переменные составляющие атмосферного воздуха, их количество. Какую роль играет каждый из них?

3. На какие слои атмосфера делится по вертикали? Как изменяется температура в каждом слое?

4. Почему происходит повышение температуры в верхней части стратосферы?

5. Какие существуют воздушные массы? Чем отличается арктическая воздушная масса от экваториальной?

ТЕМА III. ЛУЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ В АТМОСФЕРЕ И НА ЗЕМНОЙ

ПОВЕРХНОСТИ

Программа

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, её суточный и годовой ход. Рассеянная радиация. Факторы, влияющие на ее интенсивность. Значение рассеянной радиации для жизни на земле. Суммарная радиация. Отраженная коротковолновая радиация. Альбедо деятельной поверхности.

Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Эффективное излучение. Радиационный баланс деятельной поверхности, его величина, изменение в течение суток и года. Использование солнечной энергии и данных актинометрических наблюдений в отдельных отраслях экономики.

Методические указания

Основным источником энергии на нашей планете, приводящим в движение весь механизм метеорологических и климатообразующих процессов, является Солнце. Основная часть лучистой энергии, излучаемой Солнцем и поступающей на Землю, представляет собой ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи, имеющие длины волн 0,1-30 мкм. Солнечная радиация в подавляющей своей части является коротковолновой (λ от 0,1 до 4 мкм). Радиация земной поверхности и атмосферы относят к длинноволновой (λ от 4 до 120 мкм).

Высота центра солнечного диска или высота солнца представляет собой

угловое расстояние солнца от горизонта, или угол между линией, соединяющей глаз наблюдателя с солнцем, и плоскостью горизонта.

$$\sin h_{☺} = \sin\varphi * \sin\delta + \cos\psi * \cos\delta * \cos\tau\theta \qquad (3.1)$$

где φ – географическая широта, δ – склонение солнца, θ – часовой угол.

В истинный полдень любого дня на любой широте:

$$h_{☺} = 90^0 - \varphi + \delta \qquad (3.2)$$

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

Радиация, поступающая от Солнца в атмосферу и затем на земную поверхность в виде пучка параллельных лучей, называется *прямой S.* Прямая радиация приходящая на горизонтальную поверхность называется инсоляцией S´.

$$S' = S * \sin h_{☺} \qquad (3.3)$$

где S – прямая солнечная радиация, приходящая на перпендикулярную поверхность.

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

Сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность и рассеянной радиации даёт *суммарную радиацию Q.*

$$Q = S' + D \qquad (3.4)$$

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

Суммарная радиация, приходящая на какую-либо поверхность, частично поглощается ею и частично отражается. Отношение количества солнечной радиации, отраженной данной поверхностью, к приходящей суммарной радиации называется *отражательной способность* или *альбедо А*.

$$A = (R_к / Q) * 100\% \qquad (3.5)$$

Встречное излучение атмосферы – излучение атмосферы, направленное к Земле δE.

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

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

Солнечная постоянная S_0 – плотность потока солнечной радиации на верхней границе атмосферы при среднем расстоянии от Земли до Солнца. S_0=1,368 кВт/м^2

Все тела в природе излучают лучистую энергию в виде колебаний различных длин волн λ. Количество энергии определенной длины волны, испускаемое в единицу времени единицей поверхности тела называется *излучательной способностью тела* E_λ. Она зависит от природы тела, его абсолютной температуры и длины волны. Лучистая энергия, падающая на какое-либо тело, частично им поглощается и частично отражается. Число, показывающее, какая часть падающей на тело лучистой энергии им поглощается называется *поглощательной способностью* $к_\lambda$.

Кирхгоф установил связь между излучательной и поглощательной способностью тела.

Отношение излучательной способности тела, к его поглощательной способности, есть величина постоянная для всех тел и равна излучательной способности абсолютно черного тела при той же температуре:

$E_\lambda / \kappa_\lambda = \varepsilon_\lambda$ (3.6)

Из закона Кирхгофа следует:

1. Если тело излучает лучистую энергию данной длины волны при заданной температуре, то оно и поглощает при этой же температуре лучистую энергию этой же длины волны.
2. Хорошо поглощающее тело, хорошо излучает и наоборот
3. Все тела в природе излучают лишь определенную долю излучения абсолютно черного тела при той же температуре.

Закон Стефана-Больцмана. Полная излучательная способность различных тел зависит от их природы и абсолютной температуры.

$\varepsilon = \sigma T^4$ $\sigma = 5{,}67 * 10^{-11}$ кВт/(м^{2}К^4) (3.7)

Для естественных поверхностей, $E = \delta\, \sigma T^4$ δ - относительный коэффициент излучения

Закон Вина. Произведение длины волны, которой соответствует максимальная излучательная способность тела, на его абсолютную температуру, есть величина постоянная

$\lambda_{м*} T = 2898$ (3.8)

Из закона Вина следует, чем выше температура тела, тем более короткие волны оно излучает и наоборот. Закон смещения, т.к. при изменении температуры тела максимум энергии в его спектре смещается.

Рассеяние радиации происходит главным образом в результате непрерывных колебаний плотности воздуха, а также частицами аэрозолей.

Интенсивность рассеяния характеризуется коэффициентом рассеяния

$K=\Delta S_\lambda/S_\lambda$ (3.9)

ΔS_λ – часть потока прямой радиации, рассеянная единицей объема воздуха

S_λ – поток прямой радиации, падающей на данный объем

Коэффициент рассеивания показывает, какая доля радиации рассеивается единицей объема и зависит от количества рассеивающих частиц в единице объема, от их размера и природы, а также от длин волн самой рассеиваемой радиации.

Закон молекулярного рассеяния Рэлея. Закон рассеяния частицами, диаметр которых не превышает 0,1 длины волны рассеиваемой радиации. Такими частицами являются молекулы атмосферных газов. Интенсивность молекулярного рассеяния обратно пропорциональна четвертой степени длины волны.

$K=C/\lambda^4$ (3.10),

С - коэффициент, зависящий от числа молекул газа в единице объема и от природы газа.

Фиолетовые и синие лучи рассеиваются сильнее голубых, но их энергия значительно меньше. Поэтому рассеянный атмосферой свет создает впечатление глубокой синевы неба.

Для капель тумана и облаков, для пыли рассеяние не зависит от длины волны и одинаково для всех участков спектра. Поэтому наличие примесей в атмосфере придает небу белесоватый оттенок, а туман и облака белого цвета.

Длина пути солнечного луча зависит от высоты солнца. Чем меньше высота солнца над горизонтом, тем большую массу воздуха проходит

солнечный луч и тем больше ослабление солнечной радиации. Масса атмосферы, проходимая солнечным лучом при положении солнца в зените, принимается за один и называется массой атмосферы или оптической массой атмосферы m.

$m=1/\sin h_{☺}$ (3.11)

Формула применима для высот большие 15^0 , при меньших высотах оказывает влияние неравномерное распределение плотности воздуха с высотой.

Если обозначить S_0 – поток прямой радиации на верхней границе атмосферы

S_1 – поток прямой радиации у поверхности земли, то это отношение будет зависеть от прозрачности атмосферы, и это отношение называется коэффициентом прозрачности $P= S_1/ S_0$

Коэффициент прозрачности – это число, показывающее какая часть солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы, доходит до земной поверхности.

Или $S_1= S_0p$, при прохождении 2 масс $S_2= S_1p=S_0p*p= S_0p^2$

При прохождении м масс $S_м= S_0p^м$ (3.12) формула Буге.

Коэффициент общего ослабления радиации можно выразить как сумму трех коэффициентов ослабления: a=e+d+w

e – коэффициент молекулярного ослабления

d – коэффициент ослабления аэрозолями

w – коэффициент ослабления водяным паром

Для разделения влияния постоянного газового состава и примесей введен фактор мутности T, который характеризует не прозрачность

атмосферы, а ее мутность.

Фактор мутности – отношение коэффициента ослабления радиации а в реальной к коэффициенту ослабления е в идеальной атмосфере.

$T=a/e=1+d/e+w/e$ (3.13)

Деятельная поверхность, теряет тепло излучением, и в то же время получает некоторое количества тепла от встречного излучения атмосферы. Излучение земной поверхности и атмосферы можно выразить законом Стефана – Больцмана для естественных поверхностей:

$E_{земли} = \delta\ \sigma\ T_з^4 \quad E_{атмосферы} = \delta\ \sigma\ T_а^4$ (3.14)

Разность этих потоков – фактическая потеря тепла деятельной поверхностью.

$E_з - \delta\ E_а = E_{эф}$ – эффективное излучение (3.15)

Эффективное излучение зависит от следующих факторов: температуры, прозрачности, облачности.

На земной поверхности взаимодействуют между собой коротковолновая и длинноволновая радиации. И это взаимодействие описывается радиационным балансом деятельной поверхности (В) – разность между приходом и расходом радиации на этой поверхности (плакат, вывод формулы)

$B = Bк – Bд$ (3.16)

$Bк = (S^{/}+D)-R_k = Q(1-A)$ (3.17), $Bд= \delta\ E_а – E_з = - E_{эф}$ (3.18)

$B = Q(1-A) - E_{эф}$, $B = (S^{/}+D)\ (1-A) - E_{эф}$ (3.19)

Пример решения задач

Пример 1. Вычислить поток прямой радиации на горизонтальную

поверхность в истинный полдень 17 января в Алма-Ате (φ=43º15´), если поток солнечной радиации равен 0,86 кВт/м^2

Решение. В приложении находим склонение Солнца δ = -20,8. По формуле 3.2 определяем высоту Солнца $h_{☺}$= 90º-43º15´-20,8=26º05´. sin $h_{☺}$=0,440

По формуле 3.3 вычисляем поток прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность: S´=0,86*0,440=0,38 кВт/м^2

Пример 2. Вычислить поток солнечной радиации на широте 60º в полдень 21 апреля, если коэффициент прозрачности атмосферы 0,75

Решение. В приложении находим склонение Солнца δ = 11,8º, . S_0=1,368 кВт/м^2

По формуле 3.2 определяем высоту Солнца $h_{☺}$= 90º-60º+11,8º=41,8º, в приложении находим массу атмосферы m=1,5. По формуле Буге определяем поток радиации S=1,368*(0,75)=0,71 кВт/м^2

<u>Задачи.</u>

1. Вычислить полуденную высоту Солнца в дни летнего и зимнего солнцестояния на широтах 56º16´ и 40º42´.

2. Вычислить длину волны максимального излучения Солнца (температура 6000К) и Земли (температура 15ºС), используя закон Вина.

3. Определить, используя закон Рэлея, во сколько раз синие лучи (λ = 0,44 мкм) рассеиваются молекулами воздуха больше желтых (λ =0,59 мкм)

4. Вычислить число оптических масс атмосферы при высоте Солнца 25º.

Вопросы для самопроверки.

1. На какую часть спектра солнечной радиации падает максимум излучения?

2. Как и почему изменяется спектр солнечной радиации при прохождении через атмосферу?

3. Чему равна величина солнечной постоянной?

4. От каких факторов зависит величина прямой и рассеянной радиации?

5. Для каких частиц применим закон Рэлея?

6. Что такое альбедо? От чего зависит?

7. Как меняется состав суммарной радиации в зависимости от времени суток и года?

8. От чего зависит величина эффективного излучения? Может ли она принимать нулевое значение?

9. На что указывает величина и знак радиационного баланса?

ТЕМА IY. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ВОДОЁМОВ

Программа

Процессы нагревания и охлаждения почвы. Тепловые свойства почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы. Распространение колебаний температуры в глубь почвы. 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.

Напочвенные термометры. Коленчатые и почвенно-вытяжные термометры. Порядок отсчетов по термометрам, запись в книжки КМ-1, КМ-3.

Практическая работа 2.

Построение графика термоизоплет почвы.

Методические указания

Тепловое состояние почвы определяется в основном теплом солнечной радиации, поглощаемым поверхностью почвы и определяется радиационным балансом.Количество поглощенного тепла зависит от физических свойств поверхности почвы: состава, структуры и цвета.

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

Поглощенная энергия переходит в теплоту, которая идет на нагревание поверхности почвы. И путем теплопроводности передается в глубь почвы. Степень нагревания почвы зависит от ее теплоемкости и теплопроводности. Меньшей теплопроводностью обладают сухие почвы, следовательно, они быстрее нагреваются и охлаждаются и наоборот.

Мерой теплопроводности служит коэффициент теплопроводности – λ – равный количеству тепла, который проходит за 1 сек через 1 $м^2$ при разности температур на границах 1 К. $Вт/м^2$ К

λ зависит от плотности вещества проводящего тепло.Более плотные почвы (или более увлажненные) обладают большей теплопроводностью.

Тепло в почве от слоя к слою распространяется не одинаково. Отношение теплопроводности к объемной теплоемкости наз.

температуропроводностью к

к зависит от пористости и влажности почвы. Для воздуха и почвы к больше, чем для воды. Во влажных почвах изменение температуры с глубиной и колебания температуры в течение суток менее значительны, чем в сухих.

Изменение температуры поверхности почвы в течение суток называется суточным ходом. Минимальные значения температуры поверхности почвы наблюдаются перед восходом солнца, когда радиационный баланс отрицателен. Максимальные – в 13, 14 часов. Разность между максимальной и минимальной температурой за сутки называют амплитудой суточного хода.

На амплитуду температуры почвы влияют:

1. Время года. летом амплитуды – наибольшие, зимой – наименьшие
2. Широта места. Наибольшие амплитуды – в субтропических. пустынях, наименьшие – в полярных широтах. Амплитуда увеличивается с уменьшением широты
3. Облачность.
4. Объемная теплоемкость и теплопроводность
5. Цвет почвы. Амплитуды темных почв больше амплитуд светлых почв.
6. Растительный и снежный покров в целом уменьшает амплитуду
7. Экспозиция склонов.

Изменение температуры поверхности почвы в течение года называется годовым ходом.

В северном полушарии максимальные значения отмечены в июле - августе, минимальные в январе – феврале.

Передача тепла с поверхности почвы на глубины происходит при

помощи молекулярной теплопроводности. Распределение колебаний температуры в глубь почвы описано законами Фурье. Первый из них говорит о том, что период колебаний температуры с глубиной не изменяется.

Второй закон Фурье. Если глубина возрастает в арифметической прогрессии, то амплитуда уменьшается в геометрической, т.е. на некоторой глубине амплитуда практически становится равной 0.

Третий закон Фурье. Максимальные и минимальные температуры на глубинах наступают позднее, чем на поверхности, причем запаздывание прямо пропорционально глубинам.

Суточные на каждые 10 см – 2,5-3,5 часа. Годовые, на каждый метр 20-30 суток.

Глубины проникновения суточных и годовых колебаний температуры относятся между собой как корни квадратные из периодов колебаний.

Распределение температуры почвы на глубинах характеризует график термоизоплет.

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).

Для измерения температуры поверхности почвы используются специальные термометры: срочный, минимальный и максимальный. Расположенные на оголенном участке в южной части метеорологической площадки. Для измерения температуры почвы на глубинах пользуются повенно-глубинными вытяжными термометрами и коленчатыми термометрами Саввинова.

Тепловой режим водоёмов несколько отличается от теплового режима почвы. Во-первых, Теплоёмкость воды больше теплоёмкости почвы. Во-вторых, передача тепла в глубь водоёмов происходит в результате турбулентного перемешивания, а в холодное время года ещё добавляется процесс термической конвекции.

Теплообмен в почве и водоёмах количественно характеризуется потоком тепла.

Вопросы для самопроверки

1. Тепловые свойства почвы, от чего они зависят?
2. Чем определяется суточный ход температуры почвы?
3. Почему запаздывают с глубиной моменты наступления максимальных значений температуры?
4. Как влияет растительный и снежный покров на тепловой режим почвы?
5. Назовите различия в процессах нагревания почвы и водоёмов?
6. Где устанавливают коленчатые и вытяжные термометры?

7. Для чего строят график термоизоплет?

ТЕМА Y. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ АТМОСФЕРЫ

Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Суточный и годовой ход температуры. Изменение температуры воздуха с высотой. Вертикальный градиент температуры. Адиабатические процессы в атмосфере. Сухоадиабатический градиент.

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

Использование данных о тепловом режиме атмосферы в отдельных отраслях экономики.

Термометры: Психрометрический, минимальный, максимальный.

Защитные жалюзийные будки для метеорологических приборов (БП и БС), установка в них приборов. Термограф. Порядок и правила отсчётов по термометрам. Запись наблюдений в книжку КМ-1 и их обработка.

Практическое задание 3

Отчеты показаний термометров на метеоплощадке , запись результатов в книжку КМ-1, подготовка термометров к очередному измерению.

Методические указания

Тепловой режим атмосферы определяется её теплообменом с окружающей средой, т.е. с деятельной поверхностью и космическим пространством.

Главными процессами передачи тепла являются тепловая конвекция и турбулентное перемешивание. Также большое значение оказывает движении воздуха в горизонтальном направлении – адвекция. Суточный ход температуры воздуха существенно различается из-за характера

подстилающей поверхности, особенно над водой и сушей. Минимальная температура воздуха на высоте 2м наблюдается перед восходом солнца, максимальная наступает через 2-3 часа после полудня. Над водоёмами максимум температуры наступает на 2-3 часа раньше, чем над материками. В годовом ходе максимальные значения над континентами в северном полушарии наблюдаются в июле, минимальные – в январе.

Вертикальный градиент температуры характеризует распределение температуры с высотой.

$$\gamma = -\frac{t_в - t_н}{z_в - z_н} \cdot 100, \qquad (4.1)$$

При нормальном распределении температуры в тропосфере его величина принимается положительной (в среднем она равна 0,65ºС/100м). При повышении температуры с высотой (в слое инверсии) вертикальный градиент отрицательный и он равен нулю в слое атмосферы, в котором температура с высотой не изменяется (в слое изотермии). Графическое представление температуры с высотой характеризует кривая стратификации.

В атмосфере постоянно наблюдаются адиабатические процессы, в результате которых изменяется температура и давление порции воздуха без теплообмена. Иначе говоря, изменение температуры происходит за счет энергии , которую отдельный объём воздуха может терять, совершая работу расширения, или получать в результате работы внешних сил. Адиабатический процесс, протекающий в сухом воздухе, или воздухе с ненасыщенным водяным паром называется сухоадиабатическим, изменение температуры с высотой при таких процессах характеризует сухоадиабатический градиент. Его величина всегда равна 1ºС/100м. Графическое представление адиабатически перемещающегося воздуха даёт сухая адиабата.

Измерение температуры воздуха осуществляется при помощи психрометрических термометров, которые устанавливаются в психрометрических будках, таким образом, чтобы резервуары термометров находились на высоте 2м. Кроме этих термометров, на специальном штативе в будке устанавливается минимальный и максимальный термометры. В соседней будке, будке для самописцев, устанавливается прибор, непрерывно регистрирующий температуру воздуха, который называется термограф.

Пример решения задач

На высоте 100м температура воздуха 20ºС, а на высоте 700 м 17ºС. Определить вертикальный градиент температуры.

Решение. По формуле 4.1 γ =((20-17)/(700-100))*100=0,5ºС/100м

<u>Практические работы и задачи.</u>

1. Произвести отсчёты показаний термометров, находящихся в психрометрической будке, подготовить термометры к очередному измерению.

2. Вычислить добавочную поправку к минимальному термометру по данным книжки КМ-1 станции, на которой вы работаете, или ближайшей станцией.

3. Вычислить величины вертикальных температурных градиентов по следующим данным:

Высота, м	0	250	625	830	975	1225	1540	1810
Температура, ºС	15,1	11,8	8,8	6,7	6,0	6,0	6,6	5,1

Вопросы для самопроверки

1. Каковы процессы теплообмена между воздухом и подстилающей поверхностью?
2. Факторы, влияющие на суточный ход температуры воздуха?
3. Вертикальный температурный градиент. Как меняется его величина?
4. Почему и на какую величину изменяется температура при адиабатических процессах?
5. Принцип действия максимального и минимального термометров?
6. Порядок и правила отсчётов по термометрам в психрометрической будке и подготовка их к очередному отсчёту?
7. Какую температуру должны показать спирт минимального термометра и максимальный термометр после встряхивания?

ТЕМА YI. ВОДЯНОЙ ПАР В АТМОСФЕРЕ

Программа

Физическая сущность испарения. Давление насыщенного водяного пара, его зависимость от температуры и других факторов.

Характеристики влажности воздуха. Суточный и годовой ход парциального давление и относительной влажности воздуха. Использование данных о влажности воздуха в отраслях экономики.

Психрометрический метод измерения влажности воздуха. Станционный и аспирационный психрометры. Вычисление характеристик влажности по психрометрическим таблицам. Гигрометр. Переводной график к гигрометру (ТМ-9).

Испарение в естественных условиях. Суточный и годовой ход

испарения. Методы измерения испарения. Расчётные формулы испарения. Испаромер ГГИ-3000. Испарительный бассейн. Оборудование испарительных площадок и проведение наблюдений. Плавучая испарительная установка. Запись измерений в книжку КГ-46.

Практическое задание 4

Проведение наблюдений по станционному и аспирационному психрометрам. Измерение относительной влажности воздуха по гигрометру. Запись в книжку КМ-1. Обработка результатов измерений.

Практическое задание 5

Вычисление характеристик влажности воздуха с помощью психрометрических таблиц. Вычисление величины испарения.

Методические указания

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

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

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

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

в) относительная влажность воздуха f - отношение парциального давления водяного пара к давлению насыщенного пара над плоской

поверхностью дистиллированной воды при данной температуре

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

$d = E - e$ (6.1)

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

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

$D = t - td$ (6.2)

Парциальное давление е измеряется в гПа, В тех же единицах измеряется давление насыщенного пара Е и дефицит насыщения d.

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

Суточный и годовой ход относительной влажности воздуха зависит от суточного хода

парциального давления пара е и давления насыщенного пара Е. С повышением температуры испаряющей поверхности увеличивается скорость испарения и, следовательно, увеличивается е. Но Е растет значительно быстрее, чем е, поэтому с повышением температуры поверхности, а с нею и температура воздуха относительная влажность f уменьшается. Максимум относительной влажности наступает перед восходом солнца, а минимум - в 15- 16 час.

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

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

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

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

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

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

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

Алгоритм вычисления характеристик влажности воздуха:

1. В таблице 2 по температуре сухого термометра с учетом фазового состояния воды на батисте (лед или вода) находим колонку, в которой по

значению температуры смоченного термометра t′ находим в строке значение упругости водяного пар e_{1000}

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

Для этого:

- определяем t - t′ (разность температур сухого и смоченного термометров);

- округляем атмосферное давление P до ближайших десятков;

- по таблице 3а или 3б на пересечении P и t – t′ определяем Δ e.

Примечание: Если температура сухого термометра 7,0 ºС и более, то Δe округляется до десятых долей.

3. В значение e_{1000} вводим поправку Δ e

$e_{испр} = e_{1000} \pm \Delta e$.

4. Возвращаемся к исходной температуре сухого термометра (таблица 2) и в графе e находим e испр и на горизонтали снимаем соответствующие значения e, t_d, f,d,e

Пример 1. Дано: t = 18,6ºС, t′ = 11,9ºС, P = 967,9 гПа. Вычислить характеристики влажности: e, f, d, td – ?

Решение. 1) e1000 = 8,5 гПа (по таблице 2)

2) t – t′= 18,6 – 11,9 = 6,7ºС

P ≈ 970 гПа. По таблице 3_a на пересечении 6,5º и 970 гПа находим Δe = 0,15 ≈ 0,2 гПа (т.к. t сухого > 7,0ºС, поправка Δe округляется до десятых долей градуса)

3) e испр = e_{1000} + Δe = 8,5 + 0,2 = 8,7 гПа

4) По $e_{испр}$ = 8,7 гПа находим t_d = 5,0ºС, е = 8,7 гПа, f = 41%, d = 12,7 гПа

Для определения характеристик влажности воздуха по измеренным значениям температуры воздуха и относительной влажности (при температурах ниже -10ºС) применяется таблица 1.Все характеристики рассчитаны для значений относительной влажности от 5 до 100% через 5% и для температуры от -84,5 до 9,9ºС.

Пример 2. Дано: t = -33,6ºС отсчет по гигрометру 83%. Рассчитать характеристики влажности: е , t_d, d, f - ?

Примечание: для перевода показаний гигрометра в показания психрометра использовать переводной график ТМ-9.

Решение. 1. По переводной таблице графика ТМ-9 исправляем значения гигрометра в показания психрометра (f = 82%);

2. Находим колонку с температурой -33,6ºС (данная температура входит в пределы от -33,7º до -33,5º С).

3. В графе f находим значение относительной влажности f = 80% (т.к. 82% ближе к 80%) и по горизонтали снимем значения: f = 80% , е = 0,288 гПа, t_d=-35,9ºС, d = 0,072 гПа.

В книжке наблюдений е и d записываются с точностью до сотых: f = 82%, е =0,29 гПа, t_d = -35,9ºС, d = 0,07 гПа.

Практические работы

1. Пользуясь Наставлением вып. 3ч.I с 62 произвести привязку батиста на резервуар смоченного термометра.
2. Вычислить характеристики влажности воздуха с помощью психрометрических таблиц по данным таблиц 1 и 2.

Таблица 1

Параметр	Измерение влажности психрометрами			
	Станционным		Аспирационным	
	1	2	1	2
Сухой термометр, tºC	16,9	-5,5	12,6	-7,1
Смоченный термометр, t´	10,6	-7,4[в]	8,3	-9,0[л]
Давление, гПа	947,8	1038,2	943,2	993,4
e, гПа				
f, %				
d, гПа				
Td, ºC				

Таблица 2

Параметр	Измерения гигрометр	
	1	2
Сухой термометр	-14,9	-33,1
Относительная влажность (исправленная по ТМ-9)	62	48
Парциальное давление водяного пара		
Дефицит насыщения		
Точка росы		

Вопросы для самопроверки

1. От каких факторов и как зависит величина испарения?
2. Перечислите характеристики влажности, напишите формулы.
3. Как зависит от температуры относительная влажность воздуха?
4. От чего зависит температура смоченного термометра?
5. Как измеряется влажность воздуха при отрицательных температурах?
6. Как и для чего составляется график ТМ-9.

ТЕМА YII. КОНДЕНСАЦИЯ ВОДЯНОГО ПАРА.

Программа

Условия конденсации водяного пара в атмосфере. Процессы, приводящие к понижению температуры до точки росы. Ядра конденсации. Понятие о влажноадиабатических процессах в атмосфере. Влажноадиабатический градиент.

Конденсация водяного пара на земной поверхности и наземных предметах: роса иней , изморозь, гололёд, гололедица. Их влияние на отдельные отрасли экономики.

Дымка, туман. Типы туманов, условия их образования.

Облака. Микрофизическая структура облаков. Уровни в атмосфере, связанные с образованием облаков. Условия образования облаков. Международная классификация облачности. Основные формы облаков. Определение количества, формы и нижней границы облаков. Запись результатов в книжку КМ-1.

Практическая работа 6

Наблюдение за облачностью, запись результатов в книжку КМ-1. Работа с атласом облаков.

Методические указания

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

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

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

$h=22*(100-f)$ или $h=122*(t-t_d)$ (7.1), (7.2)

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

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

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

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

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

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

Для того чтобы объяснить различия между слоистыми и кучевыми облаками, нужно учесть важную обратную связь между вертикальными скоростями восходящих потоков и конденсацией. При конденсации пара в частице выделяется тепло, а значит, в воздухе, поднимающимся с

конденсацией, температура должна падать медленнее, чем в сухом воздухе. Это значит, что после начала конденсации частица становится легче и скорость её подъёма увеличивается. Этот эффект не существен, если исходные скорости подъёма частицы малы, так как всё тепло, полученное при конденсации рассеивается. Но если начальные скорости подъёма велики, то в частице указанный эффект может дать значительную добавку к скорости и облако в своём развитии достигнет большой высоты.

Оценку влияния конденсации на температуру поднимающейся частицы можно получить, учтя приток тепла от конденсации. За счет конденсации в воздух выделяется теплота, идущая на нагревание воздуха. Соответственно, при увеличении высоты температура во влажном воздухе (насыщенном водяным паром) падает медленнее чем в сухом (не насыщенным водяным паром). *Из чего понятно, что* влажноадиабатический градиент всегда меньше сухоадиабатического. Однако, в тёплом воздухе, где насыщающая влажность велика влажноадиабатический градиент становится значительно меньше сухоадиабатического. Чем холоднее воздух, тем меньше насыщенность, тем меньше различия градиентов.

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

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

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

Практическая работа

1.Составить таблицу основных форм облачности. Указать высоту нижней границы облаков, микрофизическую структуру, осадки, выпадающие из них.

2. Заполнить графы облачности в книжке КМ-1 по следующим данным:

- туман сплошной;
- 0,8 небосвода покрыто облаками As и Sc (0,3 небосвода);
- Сквозь туман видно 0,2 чистого неба;
- Небо полностью покрыто облаками Ac, но есть просветы по величине менее половины балла;
- 0,4 неба покрыто облаками Sc, 0,2-Ci fib, 0,2- Ac trans.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы условия для начала конденсации водяного пара?

2. Физическая сущность ядер конденсации.

3. Сущность влажноадиабатических процессов.

4. Почему величина влажноадиабатического градиента всегда меньше 1ºС/100м?

5. Перечислите продукты наземной конденсации. Чем отличаются условия их образования?

6. Какие процессы могут привести к облакообразованию?

7. Из каких элементов могут состоять облака?

8. Назовите десять основных форм облаков. Какие из них относятся к облакам верхнего, среднего и нижнего ярусов? Как они записываются в книжку КМ-1?

9. Какие существуют методы определения высоты облаков?

ТЕМА YIII. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ И СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

Программа

Типы и виды атмосферных осадков. Условия выпадения осадков из облаков. Процессы укрупнения облачных элементов. Образования дождя и снега, крупы и града. Географическое распределение облаков.

Наблюдения за атмосферными осадками на станциях. Сроки наблюдений. Осадкомер Третьякова. Запись в книжку КМ-1. Плювиограф. Обработка лент плювиографа.

Снежный покров, его характеристики, свойства, значение для отраслей экономики. Запас воды в снеге. Таяние снежного покрова. Снегозадержание. Метели, их виды, условия образования. Лавины. Меры борьбы с метелями и лавинами.

Ежедневные наблюдения над снежным покровом на станции. Снегомерные рейки. Снегомерные съёмки. Сроки и порядок их проведения. Запись и обработка результатов в книжке КМ-5.

Практическое занятие 7

Измерение осадков и высоты снежного покрова на станции. Запись результатов в книжку КМ-1 и КМ-5.

Практическое занятие 8

Производство снегомерной съёмки. Обработка результатов.

Методические указания

Осадки образуются только в том случае, если облачные элементы в процессе своего существования укрупнились настолько, что сопротивление воздуха и восходящие движения не могут их удерживать во взвешенном состоянии. Иначе говоря, необходимо чтобы скорость падения капель превышала скорость восходящих движений в облаке. Кроме того необходимо, чтобы капля по пути от облака до поверхности земли не испарилась.

Рост капель до размеров дождевых в тёплых и холодных облаках происходит по разному.

Тёплые облака – это облака, верхняя граница которых проходит около изотермы 0ºС. В этих облаках имеются только капли воды. В таких облаках капли растут за счёт конденсации и коагуляции.

Коагуляция – это процесс укрупнения облачных элементов за счёт их слияния при соударениях. Для осуществления коагуляции нужно, чтобы в облаке были капли разных размеров. Некоторые капли становятся достаточно большими и начинают падать. Более крупные капли падают быстрее, чем более мелкие. Поэтому они захватывают всё более мелкие, которые попадаются на их пути, и растут.

В тёплом облаке конденсация происходит у нижней границы, а коагуляция – по мере переноса капель в верх восходящими потоками. Когда капля достигает достаточно больших размеров, она преодолевает силы сопротивления воздуха и выпадает из облака.

Холодные облака – это облака, располагающиеся хотя бы частично в зоне отрицательных температур. В этих облаках, кроме облачных капель, находятся капли переохлаждённой воды при температуре от 0 до -40ºС. При

отрицательных температурах в них находятся также и ледяные кристаллы. Там, где температура ниже -40ºС, существуют только кристаллы льда.

В холодных облаках рост облачных элементов происходит несколькими способами. Преобладающим механизмом роста капель принято считать перегонку пара с капель на ледяные кристаллы.

Чем меньше капли переохлаждённой воды, тем более низкие температуры нужны для их замерзания. Поэтому более крупные капли замерзают, а мелкие остаются и в холодном облаке. Вследствие того, что давление насыщенного пара над водой больше, чем над льдом, ледяные кристаллы служат отличными ядрами конденсации для переохлаждённой воды. Поэтому в зоне низких температур, во-первых, конденсируется больше капель, а во-вторых, мелкие капли воды испаряются, а кристаллы растут. Так осуществляется перегонка с капель на кристаллы.

В холодном облаке водяной пар конденсируется у нижней границы, а затем капли переносятся выше, пока не попадают в зону отрицательных температур. Там некоторая часть из них сразу замерзает, а другая существует в форме переохлаждённой воды. Когда капли достигнут высоты, на которой температура равна -12ºС большинство капель превращается в ледяные кристаллы. Ледяные кристаллы растут интенсивнее, чем капли. По мере роста они начинают падать всё быстрее. Падая, они переходят в зону положительных температур, где пара гораздо больше, и скорость их роста увеличивается, но они начинают таять. Когда льдинки достигают тех размеров, которые наблюдатель видит, они или обводнились и превратились в капли дождя, или не растаяли и остались снежинками. Но размер их так велик, что их не могут удержать воздушные потоки.

Вид осадков из холодных облаков определяется характером изменения температуры ниже основания облака. Если температура во всём подоблачном слое отрицательная, то снежинки не тают, и из облака выпадает снег. Если

температура во всём подоблачном слое положительная, то снежинки тают, и из облака выпадает дождь. Если скорость падения снежинок очень велика, то они не успевают таять даже в слое положительных температур, и на землю выпадает град. Если по облаком существует слой положительных температур, а у земли снова температура отрицательная, то возможны два вида осадков. Если слой отрицательных температур у земли тонок, то растаявшая под облаком снежинка оказывается переохлаждённой и замерзает, стукнувшись о землю. Так возникает гололёд. Если слой отрицательных температур достаточно толстый, то часть растаявших снежинок замерзает и на землю выпадает мокрый снег

Основная масса осадков выпадает в жидкой форме, но аккумулируется значительная часть осадков в форме снежного покрова. Снежный покров – это слой снега на поверхности земли, возникающий в результате снегопадов. Ежегодно снежный покров занимает площадь от 115 до 126 млн. км² На равнинах России средняя высота снежного покрова колеблется от 30 до 70 см. На наветренных склонах горных хребтов, а также на наиболее увлажнённых местах она возростает до 200-400 см.

Снежный покров является важным климатическим фактором из-за высокой отражательной способности и низкой теплопроводности снега. Запасы воды, скапливающиеся в снеге за зиму, составляют значительную часть питания рек.

<u>Практические работы</u>

1. Вычислить коэффициент перехода от делений стакана к слою осадков в миллиметрах, если осадки собраны осадкомерным ведром, а измерены дождемерным стаканом.

Задача. Определить количество выпавших осадков в миллиметрах, если они собраны осадкомерным сосудом, а измерены дождемерным стаканом, в котором оказалось 40 делений.

2. Обработать результаты снегомерной съёмки, проведённой на станции, где вы работаете (или соседней). Определить запас воды в снеге, среднюю толщу ледяной корки и общий запас воды
3. Записать результаты в графу «осадки» книжки КМ-1, если после выпадения снега осадков оказалось 48 делений стакана.

Вопросы для самопроверки

1. Процессы, приводящие к образованию осадков.
2. Почему кучевые мощные облака не дают осадков?
3. Перечислите типы и виды осадков. Назовите облака, из которых они выпадают.
4. В чём состоят ежедневные наблюдения за снежным покровом?
5. Как и где выбирается маршрут для снегосъёмки? Сроки начала и окончания проведения снегосъёмок и регулярные сроки.

ТЕМА IX АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ И ПЛОТНОСТЬ ВОЗДУХА

Программа

Давление воздуха. Единицы измерения давления. Плотность воздуха. Уравнение состояния газа. Изменение атмосферного давления с высотой. Основное уравнение статики. Барическая ступень. Приведение давления к уровню моря. Барическое поле. Изобарические поверхности, изобары, барические системы. Полный градиент давления, его горизонтальная и вертикальная составляющие. Географическое распределение атмосферного давления на уровне моря.

Методы измерения атмосферного давления. Станционный чашечный барометр. Поарвки ртутного барометра, их физический смысл. Анероид,

барограф. Производство измерений, обработка результатов, запись в книжку КМ-1

Практическое задание 9

Измерение атмосферного давления при помощи чашечного барометра и барометра-анероида. Запись результатов в книжку КМ-1

Методические указания

Атмосферное давление представляет собой гидростатическое давление столба атмосферы, обусловленное массой всех вышележащих слоев воздуха

Настоящая методика регламентирует определение следующих характеристик атмосферного давления:

— давления на уровне станции;

— давления, приведенного к уровню моря (для станций, расположенных на высоте до 1000 м);

— высоты изобарической поверхности, ближайшей к уровню станции (для станций, расположенных на высоте 1000 м и более);

— значения барометрической тенденции;

— характеристики барометрической тенденции.

В соответствии с международной системой единиц измерения СИ основной единицей для измерения атмосферного давления является гектопаскаль (гПа). Однако в обслуживании ряда организаций разрешается применять старые единицы: миллибар (мб) и миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.): 1 мб =1 гПа; 1 мм рт. ст. = 1,333224 мб = 1,333224 гПа.

Высота изобарической поверхности определяется в геопотенциальных метрах (гп. м).

Методы измерения

Измерение атмосферного давления на уровне станции основано на определении силы, действующей со стороны атмосферы на единицу площади вакуумированного элемента.

Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, и высота изобарической поверхности вычисляются по измеренным значениям атмосферного давления, температуры и влажности воздуха.

Значение барометрической тенденции определяется как разность атмосферного давления на уровне станции в срок наблюдения и предыдущей срок (3 ч назад).

Характеристика барометрической тенденции определяется по виду кривой записи хода изменения атмосферного давления во времени на уровне станции.

Средства измерения

При производстве измерений должны применяться следующие средства измерения:

— барометр станционный чашечный ртутный СР-А (для диапазона измерений 810—1070 гПа) и СР-Б (для диапазона 680—1070 гПа);

— барограф метеорологический М-22А.

Барометр, установленный на станции, должен иметь паспорт завода-изготовителя, поверочное свидетельство и печать инспектора, установившего барометр или проводившего последнее сличение с инспекторским барометром, документ (письмо или телеграмма УГКС), подтверждающий постоянную поправку к барометру.

Барограф, установленный на станции, должен иметь поверочное свидетельство и паспорт с техническим описанием прибора.

Обработка и запись результатов измерений

Для определения атмосферного давления на уровне станции в отсчет по барометру вводится постоянная поправка и поправка на приведение показаний барометра к температуре 0°С; в отсчет по термометру вводится сертификатная поправка.

Постоянная поправка представляет собой сумму инструментальной поправки и поправки на приведение показаний барометра к нормальной силе тяжести, зависящей от местоположения станции (географической широты и высоты над уровнем моря).

Постоянная поправка сообщается на станцию из УГКС и должна быть указана на первой странице книжки КМ-1, а также записана в соответствующую графу для каждого срока рядом с отсчетом по барометру.

Поправка на приведение показаний барометра к температуре 0°С определяется по таблице «Поправки для приведения показаний барометра к показаниям при температуре 0°С . При нахождении поправки выполняется следующее:

— отсчет по барометру округляется до десятков единиц (гПа, мбар, мм рт. ст.);

— температура барометра округляется до 0,5 °С;

— находится поправка на приведение показаний барометра к температуре 0°С на пересечении графы «Показание барометра» и строки «Температура»;

— при температуре барометра выше 0°С поправка принимается со знаком минус (—); ниже 0°С поправка имеет знак (+) ;

— поправка записывается в соответствующую графу книжки КМ-1 для каждого срока.

Примечания:

1. Отсчет по барометру, оканчивающийся целой цифрой пять (например, 925,0, 1015,0 гПа и т. д.), округляется до большего десятка (930, 1020 гПа).

2. Если температура барометра превышает 40,5 °С, то значение температуры разбивают на сумму двух значений (40,0 =С плюс разность фактического

значения температуры и 40,0 °С), для каждого из них находят поправки, которые затем складывают.

При определении давления по барометру с миллиметровой шкалой расчет значения давления производится в миллиметрах ртутного столба. Значение в миллиметрах переводится в гектопаскали после введения всех поправок.

Значение поправки для приведения давления к уровню моря определяется по атмосферному давлению на станции и виртуальной температуре воздуха.

Для определения виртуальной температуры используются таблицы «Поправок для перехода к виртуальной температуре воздуха» . На каждой станции используется та часть таблицы, которая соответствует наблюдаемому диапазону изменений температуры, влажности воздуха и атмосферному давлению на данной станции.

Пример. Атмосферное давление на уровне станции (отсчет по барометру плюс постоянная= поправка, плюс поправка на приведение показаний барометра к температуре 0 С) равно 993,4 гПа; температура воздуха 24,5 °С; парциальное давление водяного пара 16,8 гПа. Находим поправку для перехода к виртуальной температуре воздуха по таблице. Поправка равна + 1,9°С (для округленных значений температуры воздуха 25 °С и парциального давления водяного пара 17 гПа). К значению температуры воздуха (24,5 С) прибавляем найденную поправку (+ 1,9°С), получаем виртуальную температуру, равную (24,5+ 1,9) =26,4 °С. По таблице «Поправок для приведения давления к уровню моря для данной станции» находим поправку при давлении 993,4 гПа и виртуальной температуре 26,4 °С. Поправка равна

+14,8 гПа. Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, равно (993,4+14.8) = 1008.2 гПа.

Высота изобарической поверхности над уровнем станции в геометрических метрах определяется по таблице по атмосферному давлению и виртуальной температуре на уровне станции. К полученному значению прибавляется высота станции над уровнем моря (в геометрических метрах), и результат переводится в геопотенциальные метры.

Значение барометрической тенденции вычисляется как разность значений атмосферного давления на уровне станции (с учетом поправок) в срок наблюдения и предыдущий срок (3 ч тому назад) с точностью до 0,1 гПа. Результат записывается в книжку КМ-1.

Если давление на станции измеряется барометром с миллиметровой шкалой, то значение барометрической тенденции вычисляется в миллиметрах, а затем переводится в гектопаскали по таблице, помешенной в коде КН-01.

Характеристика барометрической тенденции записывается в книжку КМ-1 цифрой кода с изображением вида кривой, полученной на диаграммном бланке барографа.

<u>Практические работы и задачи</u>

1. Измерить давление станционным чашечным барометром, ввести поправки и привести давление к уровню моря, результаты записать в книжку КМ-1
2. Определить плотность влажного воздуха при температуре 30ºС и атмосферном давлении 1025 гПа.
3. Определить величину барической ступени при температуре 20ºС и давлении 980 гПа

4. Определить высоту горы, если у подножья температура 6ºС, давление 970 гПа, а на вершине соответственно -2ºС и 910 гПа

Вопросы для самопроверки

1. Единицы измерения давления, переход от одних единиц к другим.
2. Какие практические задачи решаются с помощью барических формул?
3. Барическая ступень. От чего зависит её величина?
4. Принцип действия чашечного барометра. Порядок отсчётов по барометру.
5. Какие поправки вводятся в отсчёты по барометру?

ТЕМА X ВОЗДУШНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ.

Программа

Ветер, его направление и скорость. Структура ветра. Влияние препятствий на ветер. Градиентная сила. Силы, возникающие при движении воздуха: Отклоняющая сила вращения Земли, сила трения, центробежная сила. Понятие о системе ветров в циклоне и антициклоне. Понятие о термической циркуляции атмосферы. Местные ветры: бризы, горнодолинные, ледниковые, фён, бора. Суховеи. Понятие об общей циркуляции атмосферы. Пассаты, муссоны. Использование энергии ветра в отдельных отраслях экономики.

Наблюдения над ветром. Флюгер. Анеморумбометр. Ручные анемометры. Запись в книжку КМ-1. Роза ветров, её назначение, построение, использование.

Практическая работа 10

Измерение характеристик ветра с помощью флюгера и анемометров. Запись результатов в книжку КМ-1. Построение розы ветров.

Методические указания

При наблюдениях на метеорологических станциях под ветром понимают только горизонтальную составляющую вектора скорости ветра, а при определении средних значений осредняют отдельно скорость и направление (угол относительно географи- ческого меридиана, откуда направлен вектор).

Настоящая методика регламентирует определение следующих характеристик ветра:

- средней скорости ветра (м/с);

- среднего направления ветра (угловой градус, румб);

- максимальной скорости ветра в срок (скорость ветра при порывах, м/с);

- максимальной скорости ветра между сроками наблюдении (максимальный порыв за 3 ч, м/с).

Методы измерения

Измерение скорости ветра на станциях основано на применении вращающегося анемометра с автоматическим определением средней и максимальной скорости ветра; измерение направления ветра определяется по положению флюгарки, устанавливающейся в потоке под действием самого потока воздуха. На отдельных станциях допускается для измерения скорости ветра применять флюгер с плоской пластиной — доской, отклоняющейся под влиянием потока на угол, пропорциональный скорости потока (пла- стина ориентируется в потоке с помощью флюгарки).

При производстве измерений характеристик ветра используется анеморумбометр М-63М-1 (или его модификации), который обеспечивает автоматическое измерение средней скорости ветра за 10 мин с заблаговременностью включения не менее 10 мин до начала измерений.

Прибор должен обеспечивать измерение средней скорости ветра (с осреднением за 10-минутный интервал) в диапазоне 1—40 м/с с погрешностью ±(0,5 + 0,03 j/) М / с > максимальной скорости (до 60 м/с) с погрешностью ±(1,0 + 0,05 V) и направления с погрешностью до 10°.

При отсутствии на станции сетевого питания измерение скорости и направления ветра производится по комплекту флюгеров: флюгер с легкой доской применяется для измерения скорости ветра от 0 до 10 м/с, флюгер с тяжелой доской — от 10 до 40 м/с

Флюгер может применяться на станции также в качестве запасного прибора и по нему могут производиться измерения при выходе из строя анеморумбометра М-63М-1. Какой

из флюгеров (с легкой или тяжелой доской) устанавливается на станции в качестве запасного, определяет УГКС в зависимости от ветрового режима на станции.

При неисправности анеморумбометра М-63М-1 или отдельных его блоков, а также при отсутствии электроэнергии на станции определение характеристик ветра следует производить по флюгеру.

В книжку КМ-1 и «Журнал истории станции» следует при этом записать дату и время перехода к наблюдениям по флюгеру, указать причину перехода.

При наблюдении по флюгеру определяют:

— среднее направление ветра;

— среднюю скорость ветра;

— максимальную скорость ветра (порыв) в срок наблюдения.

Чтобы определить направление ветра, наблюдатель подходит к мачте, становится под указателем направления и, наблюдая за его колебаниями в течение 2 мин, глазомерно определяет румб, являющийся средним положением для этих колебаний. Отсчет

направления производится по 16 румбам (по 8 штифтам и 8 промежуткам между ними).

Если во время наблюдений (за 2 мин) направление изменялось несколько раз более чем на один румб и среднее направление установить нельзя, то оно считается переменным.

Если при колебаниях противовес-указатель флюгарки в среднем положении кажется с земли касающимся одного из штифтов, то отмечается направление ветра, которое указывает этот штифт. Если в среднем положении указатель не будет касаться штифтов, то отмечается трехбуквенный румб направления ветра (например ССВ).

Для отсчета скорости ветра наблюдатель должен отойти от столба в направлении, перпендикулярном к положению флюгарки, и, наблюдая колебания доски в течение 2 минут, заметить номер штифта или номера штифтов дуги, около которого или между которыми наблюдалось среднее положение доски за эти 2 минуты.Одновременно отмечается и самое большое отклонение доски за эти же минуты. Номера штифтов считаются снизу вверх от 0 до 7. Штифт 0 совпадает с плоскостью доски при её отвесном положении (при штиле); короткие штифты имеют нечётные номера, длинные -чётные. Значение максимальной скорости ветра в срок наблюдений (порыва) отсчитывается не по самому крайнему положению, которого доска достигает вследствие

раскачивания, а по тому наиболее высокому положению, на котором доска удерживается хотя бы в течение 2 секунд и более.

Наблюдения по фллюгеру с легкой доской производятся до скорости 10 м/с включительно. При большей скорости ветра наблюдения следует производить по флюгеру с тяжёлой доской.

5.6. Запись и обработка результатов измерений

Измеренные по М-63М-1 значения характеристик ветра записываются в книжку КМ-1.

Пример записи:

направление	скорость	260	4
Максимальный порыв		7/11	

При штиле графа "Направление" не заполняется, при переменном направлении в граве "Направление" записывается "переменное".

В случае наблюдений по флюгеру запись будет произведена следующим образом:

направление	скорость	ССВ	2-3^{л}/5
Максимальный порыв		4/8	

<u>Практические работы</u>

1. Нарисовать схему расположения сил, действующих на движущуюся частицу воздуха при прямолинейных изобарах (без трения и с трением).

2. Нарисовать схему сил, действующих на движущуюся частицу в циклоне и антициклоне (без трения и с трением).

3. Построить розу ветров по скорости и направлению ветра, используя данные таблицы. Повторяемость направлений ветра выразить в процентах, приняв за 100% сумму всех случаев без штилей.

Параметр	Румб								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Средняя скорость, м/с	2,3	2,8	3,1	3,2	3,9	4,1	3,5	2,9	0
Число случаев	6	4	13	14	12	43	12	8	12
Повторяемость, %									

4. Измерить скорость ветра ручным анемометром со счётным механизмом. Вычисления сделать в тетради по следующей форме:

Конечный отсчёт	Начальный отсчёт	Разность	Число делений в секунду	Скорость ветра, м/с

5. Сделать запись в книжке КМ-1. Направление ветра по флюгеру – ССЗ, лёгкая доска колебалась между штифтами 3 и 4.

Вопросы для самопроверки

1. Какая сила вызывает движение воздуха? Почему она возникает? Чему она равна и куда направлена?

2. Как направлена относительно направления движения сила Кориолиса в северном и южном полушариях? От чего зависит её величина? Какое действие оказывает она на движущуюся частицу?
3. До какой высоты действует сила трения?
4. Какие ветры обусловлены термической циркуляцией?
5. Почему фён горячий и сухой?
6. Где применяют ручные анемометры?

ТЕМА XI ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ

Программа

Распространение света в атмосфере. Причины и условия образования оптических явлений. Явления, обусловленные рассеянием света в атмосфере: форма небесного свода, цвет неба, сумерки, дневная освещённость, дальность видимости. Метеорологическая дальность видимости. Визуальное определение метеорологической дальности видимости. Запись результатов наблюдений в книжку КМ-1.

Земная и атмосферная рефракция. Миражи. Дифракция света: венцы и глории. Радуга, гало.

Понятие об атмосферном электричестве. Ионизация атмосферы. Электричество облаков. Молнии. Методы защиты от молний. Полярные сияния.

Методические указания

Все оптические явления можно разделить на 4 группы:

1) Явления, обусловленные рассеянием света в атмосфере – освещенность, форма и цвет неба, сумерки и др;

2) Явления, обусловленные преломлением световых лучей в атмосфере (рефракцией), - миражи, мерцание звезд, сужение и расширение горизонта и др.

3) Явления, обусловленные преломлением и отражением световых лучей в каплях и кристаллах облаков, - радуга, гало, солнечная корона;

4) Явление, обусловленные дифракцией (рассеиванием) света в облаках и тумане, - венцы, глория

Метеорологическая дальность видимости — МДВ (SM) является одной из характеристик прозрачности атмосферы, под которой понимается способность слоя атмосферы пропускать видимое излучение (свет).

Под метеорологической дальностью видимости понимается наибольшее расстояние, при котором яркостный контраст черной поверхности на фоне максимальной атмосферной дымки или тумана достигает порогового значения, воспринимаемого глазом (0,05).

Наряду с МДВ существует еще одна характеристика прозрачности атмосферы — метеорологическая оптическая дальность— МОД (S_0), под которой понимается длина пути светового потока в атмосфере, на котором он ослабляется до 0,05 его первоначального значения.

В общем случае между значениями МДВ и МОД имеет место определенное соответствие. Однако, как следует из определения МДВ и МОД, это принципиально разные величины и замена значений одной на значения другой, строго говоря, неправомерна.

Учитывая сложившуюся практику наблюдений, результаты определения оптических характеристик атмосферы представляются в виде наиболее широко употребляемой величины — метеорологической дальности видимости.

Значения МДВ могут отличаться от значений дальности видимости объектов, которые зависят не только от прозрачности слоя атмосферы между наблюдателем и объектом, но и от угловых размеров объектов, их цветового и яркостного контрастов относительно фона, на который они проектируются. Следует, однако, иметь в виду, что дальность видимости темных объектов определенных угловых размеров, проектирующихся на фоне воздушной дымки или тумана, близка к МДВ.

На метеостанции должно обеспечиваться измерение (определение) МДВ в диапазоне от 50 м до 50 км. Полученные значения МДВ округляются в меньшую сторону следующим образом:

— до десятков метров в интервале от 50 до 100 м;

— до сотен метров в интервале от 100 м до 5 км;

— до целых километров в интервале от 5 до 30 км;

— до 5 км в интервале от 30 до 50 км.

По результатам визуальных оценок значения МДВ выражаются в баллах.

Электрическое поле атмосферы. Электрические разряды, постоянно перемещающиеся в атмосфере и на Земле, создают электрическое поле. В целом Земля заряжена отрицательно, а атмосфера положительно. Перенос электричества должен происходить от положительно заряженной атмосферы к отрицательно заряженной земной поверхности. Но этого не происходит, по – видимому из-за гроз. В грозовых облаках происходит сильная электризация облачных элементов и разделение положительных и отрицательных зарядов по отдельным частям облака. Вследствие этого в облаках, а также между облаками и землей возникают огромные разности потенциалов и возникают искровые электрические заряды – молнии.

Радиационный пояс Земли. В 1958 г. при исследовании излучений с помощью приборов были обнаружены две области повышенной радиации, заполненные электрическими зарядами. Эти области названы внутренняя (высота 1,5 земного радиуса) и внешняя зона (высота 6 земных радиусов). Друг от друга они отличаются энергией (Вольт). РПЗ представляет опасность для космических полетов, но и защищает Землю от вредного воздействия заряженных частиц солнечного и космического происхождения.

Грозовые разряды и молнии. Развитие кучево-дождевых облаков и выпадение осадков связано с многократными электрическими разрядами. Такие разряды искрового характера называют молниями, а сопровождающие их звуки – громом. Весь процесс, часто сопровождается и кратковременными усилениями ветра – шквалами, называется грозой.

По происхождению грозы делятся на внутримассовые и фронтальные.

Внутримассовые грозы наблюдаются в холодных ВМ, перемещающихся на теплую земную поверхность, и над прогретой сушей летом. Развитие грозы связано с мощным развитием облаков конвекции, а следовательно, с сильной неустойчивостью стратификацию атмосферы и с сильными вертикальными перемещениями воздуха.

Фронтальные грозы связаны главным образом с холодными фронтами, где теплый воздух вытесняется вверх продвигающемуся вперед холодным воздухом. Летом, над сушей они нередко связаны и с теплыми фронтами.

Продолжительность грозы обычно от нескольких минут до нескольких часов. Гроза чаще всего сопровождается ливневыми осадками или градом.

Наибольшее количество гроз отмечается в тропических широтах, к высоким широтам происходит убывание гроз. Это объясняется тем, что для образования грозы необходима не только большая неустойчивость стратификации и сильная конвекция, но и большая водность облаков. На

земном шаре наблюдается одновременно 1800 гроз и возникает 100 молний в каждую секунду.

Молнии также различают по внешнему виду: линейные, плоские (зарницы), четочные и шаровые.

Практическая работа

Составить схему расположения объектов для визуального определения метеорологической дальности видимости.

Вопросы для самопроверки

1. На какие группы делятся оптические явления? Главные причины их образования.
2. Почему небо голубого цвета, а облака белого?
3. Что такое сумерки? От чего зависит их продолжительность?
4. Чем объясняется кажущаяся приплюснутость небесного свода?
5. Какие явления возникают в результате астрономической и земной рефракции?
6. Причина образования миражей.
7. Почему радуга окрашена? Где находится центр радуги?
8. Что такое метеорологическая дальность видимости? От каких факторов она зависит? Каким требованиям должны отвечать объекты?
9. Почему атмосфера заряжена?
10. Ионизирующие факторы.
11. Строение грозового облака. Как распределяются в нём заряды?
12. Как возникают молнии, виды молний?

13. Основные формы полярных сияний. Почему они возникают? На какой высоте?

ТЕМА XII ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Программа

Основные принципы и устройства дистанционных метеорологических установок и измерения по ним. Дистанционное измерение температуры почвы. Анеморумбометр М-63М-1. Измеритель высоты облаков ИВО-1М. Дистанционная метеорологическая станция М-49.

Практическая работа 11, 12

Измерение метеорологических элементов с помощью дистанционных установок М-49, М-63М-1, ИВО-1М.

Методические указания

Анеморумбометр М-63М-1

При производстве измерений прибором М-63М-1 следует иметь в виду, что прибор измеряет среднюю скорость только за тот 10-минутный интервал, который ему каждый раз нужно задать, установив на соответствующее деление ручку «Средняя скорость». Этот интервал должен быть указан в «Порядке производства наблюдений» конкретной станции.

Перед выходом на площадку следует: включить пульт нажатием кнопки «Скорость»;

ручку «Средняя скорость» установить так, чтобы средняя скорость была зафиксирована за 10-минутный интервал, который начинается в 45 мин и заканчивается в 55 мин часа, предшествующего сроку; непосредственно перед выходом на площадку отсчитать значение максимальной скорости

ветра по верхней шкале (0—60 м/с) и записать его как максимальную скорость между сроками;

— после снятия отсчета значения максимальной скорости поворотом ручки «Сброс Vмакс» против часовой стрелки совместить стрелки максимальной и мгновенной скоростей.

По возвращении с площадки:

— для измерения направления включит указатель направления и в течение 2 мин следить за колебаниями стрелки указателя направления, определяя ее среднее положение с точностью до 5" по шкале, соответствующей цвету индикаторной лампочки. Если

в процессе измерения направления произойдет переключение шкал указателя, то наблюдения за промежуток времени меньше 1 мин (до или после переключения) отбрасывают, определяя среднее положение стрелки за большую часть 2-минутного интервала;

— отсчитывают значения средней скорости ветра за 10 мин и максимальной скорости (скорость ветра при порывах) за срок наблюдений, т. е. за период времени от снятия значений максимальной скорости перед выходом на площадку до отсчета средней скорости.

При производстве измерений прибором М-63М-1М кнопка «Vмгн» должна быть включена постоянно, на световом табло высвечивается постоянно мгновенная скорость ветра.

Перед выходом на площадку следует:

— поставить ручку «Упреждение» так, чтобы зафиксировать среднюю скорость за 10-минутнын интервал, который начнется в 45 мин и закончится в 55 мин часа, предшествующего сроку;

— ВКЛЮЧИТЬ КНОПКИ «10» И «V средн. вкл»;

— нажать кнопку «Vмакс» и, выжидав 3 с, отсчитать и записать значение максимальной скорости ветра между сроками;

— нажать кнопку «Vмакс. сброс», сбросить значение максимальной скорости ветра, тем самым приготовить прибор к измерению максимальной скорости ветра в срок наблюдения.

По возвращении с площадки:

— отсчитать направление ветра;

отсчитать значение средней скорости ветра. После того как погаснет лампочка «Измерение», нажать кнопку «Vсредн» и через 3 с снять значение средней скорости ветра;

— нажать кнопку «Vмакс» и, выждав 3 с, отсчитать и записать значение максимальной скорости ветра в срок наблюдения (скорость ветра при порывах).

. При значениях скорости ветра, близких к опасным, следует держать анеморумбометр включенным и постоянно вести наблюдения за мгновенной скоростью. Производя отсчеты по соответствующим шкалам, наблюдатель определяет моменты, когда максимальная или средняя скорость ветра достигает опасного значения, моменты усиления опасности явления, а также время окончания опасного явления. При наблюдениях над опасными значениями скорости ветра по прибору М-63М-1 наблюдатель определяет максимальную скорость за период времени до предыдущего

ее измерения, среднюю скорость за 10 мин, максимальный порыв ветра за 10 мин и среднее направление за 2 мин. Выполнение измерений осуществляется следующим образом:

— отсчитывают по указателю максимальной скорости максимальную скорость ветра между сроками и, записав показания, сбрасывают это значение;

— отсчитывают среднее направление ветра (с визуальным осреднением за 2 мин);

— после прекращения набора средней скорости ветра (через 10 мин после включения) отсчитывают среднюю скорость за 10 мин;

— по указателю максимальной скорости отсчитывают максимальную скорость в момент наблюдений (порыв) с осреднением за 2 мин.

Измеритель высоты облаков ИВО-1-М

При производстве измерений применяется наземный импульсный световой измеритель высоты нижней границы облаков ИВО-1М для диапазона измерений 50—2000 м.

Измеритель высоты облаков, установленный на станции, должен иметь паспорт завода-изготовителя, а также «Техническое описание и инструкцию по эксплуатации».

При производстве измерений должны соблюдаться следующие условия:

— измерение высоты облаков производится только при наличии их непосредственно над местом установки прибора;

— при наличии сильных осадков или тумана измерение высоты облаков не производится.

Требования к установке ИВО на станции:

— измерительный пульт ИВО располагается в служебном помещении метеорологической станции;

— излучатель и приемник устанавливаются вблизи служебного помещения станции на расстоянии не более 100 м от пульта управления и на расстоянии друг от друга около 8—10 м на открытой площадке;

— для уменьшения заноса снегом излучатель и приемник устанавливаются на подставках;

— кабели прокладывают в почве и защищают их от возможных повреждений.

С целью предупреждения отказов в работе прибора и увеличения срока службы необходимо проводить следующие работы:

ежедневно перед началом работы наблюдатель должен проводить внешний осмотр прибора и в случае необходимости очищать защитные стекла от загрязнений или атмосферных осадков;

— проверять положение подключенных штепсельных разъемов;

— каждое полугодие и в начале каждого квартала проводить профилактические и регламентные работы в соответствии с «Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации».

При эксплуатации прибора в условиях резких климатических перемен, в приморских, высокогорных и других особенных районах профилактические работы выполняются чаще —в зависимости от практики эксплуатации. Перед производством измерений необходимо:

— включить питание прибора;

— открыть крышки излучателя и приемника;

— убедиться, что на пульте загорелась сигнальная лампочка, в противном случае проверить положение механических разъединителей на боковых стенках излучателя — они должны быть установлены в положение «Автом.»;

— дать аппаратуре прогреться в течение 2—3 мин;

— убедиться, что ручка АРУ—РРУ стоит в положении АРУ (автоматическая регулировка усиления);

— установить достаточную яркость луча на экране трубки, не допуская при этом его расфокусировки (при необходимости отрегулировать);

— убедиться по показаниям контрольного прибора, что напряжение сети в пределах нормы.

При измерении нижней границы облаков следует выполнить следующие операции:

— нажать кнопку возвратного тумблера;

— середину переднего фронта развертки импульса, появившегося на экране, совместить с вертикальной риской на экране трубки, вращая кнопку возвратного тумблера;

— отпустить кнопку;

— сделать отсчет высоты облаков по положению указателя относительно шкалы высот.

Время отдельного измерения (в течение которого кнопка нажата) не должно превышать 10—15 с во избежание сокращения срока службы импульсной лампы.

Если очередной замер предполагается произвести не позднее чем через 30 мин, питание прибора можно не выключать.

Во время измерения высоты облаков необходимо одновременно контролировать по измерительному прибору частоту вспышек импульсной лампы излучателя (стрелка прибора должна находиться в середине сектора) и в случае необходимости с помощью потенциометра, расположенного на боковой стенке под крышкой, регулировать частоту вспышек лампы.

При измерении высоты нижней границы облаков прибором ИВО необходимо убедиться в отсутствии на небосводе облаков более низких, чем находящиеся над местом расположения ИВО. В противном случае следует оценить их высоту путем сравнения с высотой облаков, измеренной прибором.

Практические работы

Произвести измерения метеорологических элементов с помощью дистанционных автоматических приборов и установок, имеющихся на вашей станции. Результаты представить в виде таблицы.

Вопросы для самопроверки

1. Какие метеоэлементы измеряют с помощью станции ДМС М-49?
2. Какие параметры ветра могут быть измерены при помощи анеморумбометра М-63М-1?
3. Перечислите датчики станции М-49, объясните их принцип действия.
4. На чём основана работа ИВО-1М?

ТЕМА XIII ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ОСНОВНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИНФОРМАЦИОННАЯ РАБОТА

Программа

Проведение метеорологических наблюдений и обработка результатов. Код КН-01. Составление телеграмм.

Наблюдения над опасными явлениями и информация о них. Ознакомление с содержанием таблиц ТМ-8 и ТМС.

Ознакомление с метеорологическими ежемесячниками. Их назначение и содержание. Ознакомление с содержанием таблиц метеорологических

ежемесячников по количеству осадков. Ознакомление с содержанием ежегодника по снежному покрову.

Практическое занятие 13

Производство метеорологических наблюдений, их обработка и составление телеграмм по коду КН-01.

Практическое занятие 14Составление телеграмм по коду КН-01

Методические указания

Код КН-01 предназначен для передачи гидрометеорологических наблюдений с наземных и морских наблюдательных станций различных типов.

Для удобства машинной обработки информации, группы подлежащие глобальному, региональному и национальному обменам, объединены в разделы со специальными опознавательными цифрами, а каждой группе (кроме нескольких) присвоены опознавательные номера. В случае отсутствия данных обо всех элементах, входящих в ту или иную группу, имеющую опознавательный номер, эта группа в сообщение не включается и дробные черточки вместо нее не передаются. Обязательными для включения в виде дробных черточек являются лишь группы, которые не имеют опознавательных номеров.

Для составления приземных карт погоды по данным наземных и морских наблюдательных станций Росгидромета используются следующие группы из телеграмм, закодированных в коде КН-01:

Формат:

$YYGGi_w$ $IIIii$ i_Ri_XhVV $Nddff$ $1s_nTTT$ $2s_nT_dT_dT_d$ $3PPPP$ $4P_0P_0P_0P_0$ $5appp$ $7wwW_1W_2$ $8N_hC_LC_MC_H$

$YYGGi_w$ - группа даты и времени телеграммы в коде КН-01

IIiii - международный индексный номер гидрометеорологической станции

$i_R i_X hVV$ - группа высоты нижней границы облачности, измеренной визуально и горизонтальной видимости

Nddff - группа общего количества облаков и ветра

$1s_nTTT$ - группа температуры воздуха

$2s_nT_dT_dT_d$ - группа температуры точки росы

3PPPP – группа давления воздуха, наблюдаемого на уровне станции

$4P_0P_0P_0P_0$ - группа давления воздуха, приведенного к среднему уровню

моря

5appp - группа характеристики барической тенденции

7wwW1W2 - группа явлений погоды

$8N_hC_LC_MC_H$ - группа характеристики облачности

<u>Практические работы</u>

1. Составить рабочую таблицу ТМ-8 за месяц по материалам наблюдений вашей (или ближайшей) станции.
2. По коду КН-01 закодировать данные наблюдений за полные сутки (восемь сроков) Записать телеграммы в тетрадь.

Вопросы для самопроверки

1. Как заносятся в таблицу ТМ-8 значения максимальной и минимальной температуры?
2. Сколько групп по коду КН-01 кодируется за обычный срок наблюдений?

Варианты контрольных работ

Контрольная работа I

Вариант 1

1. Сроки и типовой порядок метеорологических наблюдений. Срок, принимаемый за начало метеорологических суток.
2. Гигрометр, его устройство установка, производство наблюдений.
3. Суммарная радиация. Изменение её составляющих в зависимости от времени суток и условий погоды.
4. Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы. Зависимость температуры суточного и годового хода от различных факторов.
5. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по станционному психрометру: t=-4,7ºC, t´=-6,1ºC (лёд), P=1020,3 гПа.
6. Использование данных о тепловом режиме в отраслях экономике.

Вариант 2

1. Предмет и задачи метеорологии.
2. Радиационный баланс деятельной поверхности. Его суточный и годовой ход.
3. Максимальный термометр, назначение, устройство, установка, производство отсчётов. Какую температуру должен показать термометр после встряхивания?
4. Испарение в естественных условиях. Факторы от которых оно зависит. Испаряемость.
5. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по станционному психрометру: t=15,4ºC, t´=10,3ºC, P=940 гПа.

6. Вычислить вертикальный градиент температуры воздуха, если на поверхности земли температура воздуха составила 15^0С, а на высоте 300 м. Она составила $9{,}2^0$С

Вариант 3

1. Значение метеорологии для различных отраслей экономики.
2. Горизонтальная неоднородность тропосферы. Воздушные массы и атмосферные фронты.
3. Процессы нагревания и охлаждения почвы. Тепловые свойства почвы, их зависимость от наличия в почве воздуха и влаги.
4. График ТМ-9, его назначение построение и использование.
5. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по станционному психрометру: t=-1,4ºС, t´=-3,5ºС (лёд), Р=987,3 гПа.
6. Построить график термоизоплет по данным таблицы

Глубина, м	**Месяцы**											
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
0,0	-8.0	-6.0	5.0	14.0	20.0	26.0	30.0	28.0	20.0	11.0	2.0	0.0
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	14,1	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

По графику определить амплитуду годового хода температуру на всех глубинах и запаздывание наступления максимальных и минимальных температур по сравнению с глубиной 0,2м.

Вариант 4

1. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы. Постоянные и переменные составляющие. Аэрозоли.
2. Многолетнемёрзлый грунт. Границы его распространения, влияние на отдельные отрасли народного хозяйства.
3. Спектр солнечной радиации на границе атмосферы и у поверхности Земли. Солнечная постоянная.
4. Станционный психрометр, устройство, установка, уход. Измерение влажности воздуха при положительных и отрицательных температурах. От чего зависит температура смоченного психрометра?
5. Суточный ход температуры воздуха, его зависимость от разных факторов.
6. Использование данных о тепловом режиме почвы и водоёмов в народном хозяйстве.

Вариант 5

1. Метеорологическая площадка, требования к месту её расположения, устройство, уход, размещение приборов на неё.
2. Прямая солнечная радиация. Факторы, от которых зависит плотность потока прямой радиации. Её суточный и годовой ход.
3. Давление насыщенного водяного пара, его зависимость от температуры, кривизны, агрегатного состояния и концентрации раствора испаряющей поверхности.
4. Методы измерения естественного испарения, расчётные формулы.
5. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по станционному психрометру: $t=-0{,}4^{\circ}C$, $t'=-1{,}3^{\circ}C$ (вода), $P=1028$ гПа.

6. Построить график термоизоплет по данным таблицы

2001-2010	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Глубины												
0,2	-6,6	-6,5	-5,3	-0,5	4,7	10,8	15,2	14,2	9,6	2,4	-2,5	-5,8
0,4	-4,1	-4,5	-3,8	-1,1	1,7	6,6	11,5	12,5	9,4	3,7	-0,1	-2,5
0,8	-1,0	-1,9	-2,2	-1,1	-0,3	1,3	6,2	9,0	8,2	4,9	1,7	0,3
1,2	0,4	-0,4	-0,9	-0,9	-0,3	-0,1	3,1	7,0	7,3	5,4	2,5	1,2
1,6	1,0	0,6	0,2	0,0	0,1	0,2	1,5	5,2	5,3	4,5	3,1	1,7
2,4	0,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,9	0,7	0,4

По графику определить амплитуду годового хода температуру на всех глубинах и запаздывание наступления максимальных и минимальных температур по сравнению с глубиной 0,2м.

Вариант 6

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Росгидромет), её структура и функции.
2. Отражение солнечной радиации. Альбедо различных поверхностей
3. Промерзание и оттаивание почвы, факторы, от которых они зависят. Причины более глубокого промерзания сухих почв по сравнению с влажными.
4. Минимальный термометр, его назначение, устройство, установка. Производство отчётов, запись результатов в книжку КМ-1, подготовка термометра к очередному измерению.
5. Построить график годового хода температуры почвы на трёх глубинах по данным таблицы. Для этого по вертикали отложить значения температуры, а по горизонтали месяцы. Кривые начертить разными цветами.

2010-2015	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Глубины												
0,2	-9,1	-10,4	-6,8	2,9	8,2	15,3	18,8	17,5	11,8	4	-3,2	-7,6

0,4	-9,1	-9,2	-6,8	1,3	6,6	13,0	16,9	16,6	12	5	-1,5	-6,2
0,8	-5,9	-6,5	-5,4	0	3,8	9,7	13,8	14,7	12,1	6,7	1,3	-3,2
1,6	-0,7	-2,3	-2,7	-0,8	0,4	4,3	8,8	11,0	10,5	7,5	4,0	1,0
2,4												
3,2	2,7	1,7	1,1	0,9	0,7	1,1	3,5	5,9	7,1	7,0	5,8	4,2

6.

По графику определить амплитуду годового хода колебаний температуры на глубинах запаздывание наступления максимальных и минимальных температур на этих глубине 1,6 и 3,2 м по сравнению с глубиной 0,1 м.

7. Использование данных о влажности воздуха в народном хозяйстве.

Вариант 7

1. Вертикальное расслоение атмосферы, границы и характеристика основных слоёв.
2. Коленчатые термометры Савинова, назначение, устройство, установка, производство измерений.
3. Типы годового хода температуры воздуха. Зависимость амплитуды температуры воздуха от различных факторов.
4. Определения, характеристика и единицы измерения метеорологических величин.
5. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по аспирационному психрометру: t=12,6ºС, t´=9,7ºС, Р=947,6 гПа.

6. Вычислить вертикальный градиент температуры воздуха, если на поверхности земли температура воздуха составила -15,3 ^{0}С, а на высоте 250 м. Она составила -9,8 ^{0}С

Вариант 8

1. Ослабление солнечной радиации в атмосфере, причины явления. Формула Буге.

2. Особенности нагревания и охлаждения водоёмов.

3. Суточный и годовой ход относительной влажности воздуха. Почему ход относительной влажности обратен ходу температуры?

4. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по аспирационному психрометру: t=7,8ºC, t´=5,4ºC , P=947,6 гПа.

5. Построить график термоизоплет по данным таблицы

2001-2010	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Глубины												
0,2	-4,4	-3,6	-2,4	0,1	3,2	8,7	13,0	11,9	7,2	2,5	-1,0	-3,7
0,4	-2,4	-2,5	-1,9	-0,4	0,4	5,0	10,1	10,5	7,3	3,9	0,6	-1,4
0,8	0,1	-0,6	0,9	-0,3	-0,3	0,8	4,5	7,8	6,0	5,6	3,5	1,3
1,2	1,6	1,5	1,5	1,6	1,5	1,6	1,0	1,3	1,9	2,0	2,0	1,8

По графику определить амплитуду годового хода температуру на всех глубинах и запаздывание наступления максимальных и минимальных температур по сравнению с глубиной 0,2м.

6. Станционный психрометр, устройство, установка, уход. Измерение влажности воздуха при положительных и отрицательных температурах. От чего зависит температура смоченного психрометра?

Вариант 9

1. Рассеянная радиация. Факторы, от которых зависит её величина. Изменение в течение суток и года. Значение рассеянной радиации для жизни на Земле.

2. Почвенно-вытяжные термометры, их устройство и установка. Производство отсчётов.

3. Суточный и годовой ход парциального давления водяного пара. Причины двойного суточного хода летом над континентом.

4. Изменение температуры воздуха с высотой. Вертикальный градиент температуры, его величина и изменчивость.

5. Исчисление времени. Переход от одного исчисления времени к другому.

6. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по станционному психрометру: t=-2,1ºС, t´=-4,6ºС (лёд), Р=1038 гПа.

Вариант 10

1. Длинноволновое излучение Земли и атмосферы. Эффективное излучение, факторы от которых оно зависит.

2. Распространение колебаний температуры в глубь почвы, их зависимость от тепловых свойств почвы.

3. Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Роль подстилающей поверхности в тепловом режиме атмосферы.

4. Аспирационный психрометр, устройство, установка, производство измерений, применение.

5. Методы метеорологических исследований. Прямые и косвенные методы исследования.

6. Вычислить характеристики влажности воздуха по психрометрическим таблицам, используя следующие данные по аспирационному психрометру: t=10,2ºС, t´=7,4ºС , Р=980,2гПа.

Контрольная работа № 2

Вариант 1

1. Дымка и туманы. Типы туманов, условия их образования.
2. Таяние снежного покрова. Факторы от которых оно зависит. Запас воды в снеге. Снегозадержание.
3. Станционный чашечный барометр. Устройство, принцип действия.
4. Муссоны и пассаты. Условия и районы образования.
5. Цвет неба. Закон Рэлея. Влияние замутнённости атмосферы на цвет неба.
6. Полярные сияния. Причина их образования. Форма и повторяемость полярных сияний.

Вариант 2

1. Облака, их микрофизическая структура. Уровни в атмосфере, связанные с образованием облачности.
2. Плювиограф, устройство, установка, смена лент.
3. Атмосферное давление. Единицы измерения, соотношение между ними. Нормальное атмосферное давление.
4. Бризы. Условия и районы их образования.
5. Дневная освещённость. Сумерки. Условия их образования. Продолжительность сумерек в разное время года.
6. Использование данных о снежном покрове и осадках в народном хозяйстве.

Вариант 3

1. Ежедневные наблюдения над снежным покровом. Постоянные рейки, из устройство, установка. Измерение высоты снежного покрова. Запись в книжку КМ-5.

2. Условия выпадения осадков из облаков. Процессы укрупнения облачных элементов водяных, ледяных и смешанных облаках.
3. Полный градиент давления. Его горизонтальная и вертикальная составляющие. Величина и направление горизонтального градиента давления.
4. Анемометр ручной со счётным механизмом, его устройство, применение, измерение им скорости ветра.
5. Радуга, условия её образования.
6. Неблагоприятные и опасные метеорологические явления. Информация о них. Примеры телеграмм с индексами «Шторм» и «Авиа».

Вариант 4

1. Условия конденсации водяного пара. Процессы, приводящие к понижению температуры до точки росы.
2. Осадкомер Третьякова, его устройство, установка. Измерение жидких и твёрдых осадков. Поправка на смачивание. Запись в книжку КМ-1.
3. Барическое поле, изобарические поверхности, изобары, барические системы.
4. Фён, условия и районы образования.
5. Земная рефракция. Сужение и расширение горизонта. Миражи, условия их образования.
6. Использование энергии ветра и данных о ветре в народном хозяйстве.

Вариант 5

1. Условия образования росы, инея и изморози. Зависимость количества росы и инея от характера поверхности, на которой они образуются.

2. Снегомерные съёмки. Сроки и порядок их проведения. Запись и обработка результатов в книжке КМ-5.
3. Уравнение состояния газа. Плотность сухого и влажного воздуха, её зависимость от температуры и давления.
4. Барометр-анероид, его устройство. Производство наблюдений: поправки к отсчётам.
5. Ветер, причины его образования, характеристики и структура. Влияние препятствий на ветер.
6. Строение грозового облака. Молнии, их виды. Средства защиты от молний.

Вариант 6.

1. Условия образования дождя и снега. Облака, из которых они выпадают.
2. Установка и производство отсчётов по чашечному барометру. Запись в книжку КМ-1.
3. Отклоняющая сила вращения Земли. Её природа, величина, направление, влияние га движущуюся частицу воздуха.
4. Флюгер, устройство, установка, производство наблюдений. Запись результатов измерений в книжку КМ-1.
5. Гало. Условия образования и формы гало.
6. Визуальные наблюдения над облачностью в светлое и тёмное время суток. Определение количества, формы и высоты нижней границы облаков. Запись в книжку КМ-1.

Вариант 7

1. Типы и виды атмосферных осадков. Облака, из которых они выпадают.

2. Бора. Условия и районы образования. Характеристика ветра.
3. Дальность видимости объектов. Факторы, от которых она зависит. Метеорологическая дальность видимости.
4. Станция ДМС М-49. Измеряемые параметры. Датчики, принцип действия. Порядок измерений.
5. Географическое распределение атмосферного давления на уровне моря. Постоянные и сезонные барические области.
6. Визуальные и инструментальные наблюдения над нижней границей облаков. Облака, для которых она определяется.

Вариант 8

1. Гололёд и гололедица. Условия образования. Влияние на отдельные отрасли народного хозяйства.
2. Изменение атмосферного давления с высотой. Основное уравнение статики. Сокращённая формула Лапласа. Задачи, решаемые с помощью барометрических формул.
3. Визуальные наблюдения над метеорологической дальностью видимости в светлое время суток. Выбор объектов, производство наблюдений, запись в книжку КМ-1.
4. Анеморумбометр М-63М, его назначение и принцип действия, измеряемые параметры. Производство измерений.
5. Метели, их виды, условия образования. Лавины, меры борьбы с лавинами.
6. Астрономическая рефракция. Явления ею обусловленные.

Вариант 9

1. Снежный покров, его характеристики, свойства, значения.

2. Форма небесного свода. Влияние на точность наблюдений над облачностью.
3. Поправки к барометрам, их физический смысл. Постоянная поправка.
4. Классификация облаков. Десять основных форм облачности.
5. Географическое распределение осадков.
6. Сила трения её природа, величина, направление, влияние на движущуюся частицу.

Вариант 10

1. Условия образования крупы и града. Облака, из которых они выпадают.
2. Группы оптических явлений в атмосфере в зависимости от причин их образования.
3. Определение видимости в тёмное время суток.
4. Переносная рейка. Весовой снегомер. Устройство. Производство измерений. Расчёт плотности снега.
5. Измеритель высоты облаков ИВО-1М. Основные части, принцип действия, размещение на метеоплощадке. Производство измерений.
6. Градиентная сила, её природа, величина, направление, влияние на ветер. Начертить схему сил, действующих на частицу воздуха при прямолинейных изобарах. (без трения и с трением в северном полушарии).

Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

I Нормативни-правовые документы:

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть 1. Л.:; Гидрометеоиздат, 1985-300 с

II Литература

Основные источники:

1. Гуральник И.И., Дубинскйй ГЛ., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология — Л.: Гидрометеоиздат, 1982.

2. Гуральник И.И., Мамиконова СВ., Ларин В.В. Сборник задач и упражнений по метеорологии — Л.: Гидрометеоиздат, 1983.

3. И. И. Кобышева и др. «Климатология» _ Л.,Гидрометиздат, 1988

4. И.Н. Русин, П.П. Арапов «Основы метеорологии и климатологии» _ РГГМУ, 2008

5. Научно- прикладной справочник по климату, выпуск 13 — Л.; Гидрометеоиздат, 1990.

6. Научно-прикладной справочник по климату, выпуск 27 — Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2001.

7. Пиловец.Г.И Метеорология и климатология : учеб.пособие/Г.И.Пиловец. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М,2015.-339сКлслов.А.В

Дополнительные источники:

1. Бюллетень Всемирной Метеорологической Организации.

2. Атлас облаков. — С.Пб: Гидрометеоиздат, 2006.

3. Бедрицкий Е.П., Борисенков Е.П. Очерки по истории гидрометеорологической службы России. – С.Пб.: Гидрометеоиздат, 1997.

4. Ежемесячный журнал «Метеорология и гидрология» - М.: Изд-во «Метеорология и гидрология».

5. И.И. Русин, П.П. Арапов «Основы метеорологии и климатологии». - СПб : Изд-во РГГМУ, 2008г.

6. И.Л. Кароль, В.М. Катцов, А.А. Киселев, Н.В. Кобышева «О климате по существу и всерьёз» - ГГО им. А.И. Воейкова, 2008г.

Электронные ресурсы:

1. Всемирная Метеорологическая Организация Официальный сайт [Электронный ресурс]http://www.wmo.int/pages/index_ru.html (Дата обращения 1.09.2015) - ;

2. - Гидрометцентр России Организация Официальный сайт [Электронный ресурс] http://meteoinfo.ru(Дата обращения 1.09.2015) - ;

3. - ГУ «Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» Официальный сайт [Электронный ресурс] http://www.meteo.ru/ (Дата обращения 1.09.2015);

4. - Центральная аэрологическая обсерватория Официальный сайт [Электронный ресурс] http://www.cao-rhms.ru (Дата обращения 1.09.2013);/;

5. - Интернет-журнал Официальный сайт [Электронный ресурс] http://meteoweb.ru/ (Дата обращения 1.09.2015);;

6. - прогноз погоды от Гидрометцентра Официальный сайт [Электронный ресурс] http://gismeteo.ru/(Дата обращения 1.09.2015) ;

7. - ГУ «Научно-исследовательский Центр космической гидрометеорологии «Планета» Официальный сайт [Электронный ресурс] http://planet.iitp.ru/planeta.html (Дата обращения 1.09.2015) ;

8. - форум о погоде и природе Официальный сайт [Электронный ресурс] http://meteoclub.ru/ (Дата обращения 1.09.2015) ;

9. - сайт «Метеорология Официальный сайт [Электронный ресурс]» ;

10. http://elibrary.ru - научная электронная библиотекаhttp://www.ometeo.ru/ (Дата обращения 1.09.2015);

11. - Российский государственный гидрометеорологический университет. Официальный сайт [Электронный ресурс] http://www.rshu.ru/(Дата обращения 1.09.2015)