

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра лесоводства и лесопаркового хозяйства

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лесная метеорология

Направление подготовки (специальность) Лесное дело

Профиль подготовки (специализация) Лесное хозяйство

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1. Лекция № 1 Введение в Лесную метеорологию. Воздух и атмосфера.....	3
1.2. Лекция № 2 Радиация в атмосфере. Тепловой режим атмосферы.....	10
1.3. Лекция № 3 Вода в атмосфере. Осадки. Снежный покров. Почвенная влага.....	16
 2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	24
2.1. Лабораторная работа № 1 (ЛР-1) Земная атмосфера, её радиационный и тепловой баланс	24
2.2. Лабораторная работа №-2 (ЛР-2) Методы измерения влажности воздуха. Наблюдения за облачностью, осадками, снежным покровом.	24
2.3. Лабораторная работа № 3 (ЛР-3) Прогноз пожарной опасности в лесу по условиям погоды. Агроклиматическая характеристика территории.....	25

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. Лекция №1 (2 часа)

Тема: «Введение в Лесную метеорологию. Воздух и атмосфера.»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия, история становления науки.
2. Специфика лесной метеорологии
3. Атмосфера
4. Слои атмосферы
5. Значение атмосферы
6. Распределение озона в атмосфере
7. Дымка, облака, туманы
8. Ионы в атмосфере

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия, история общей науки.

Метеорологией (от греческого слова «метеора», означающего «нечто в небе») называется наука об атмосфере –воздушной оболочке Земли, в которой происходят многообразные физические процессы, непрерывно изменяющие её состояние. Состояние приземного слоя атмосферы в данное время в данном месте называется погодой. Многолетний режим погод –это климат данной местности. Климатология–это наука о климате, т.е. о многолетнем режиме погод определенной местности, сформировавшемся в зависимости от географических факторов. История метеорологии уходит своими корнями в далекое прошлое. Еще в древнем Китае, Индии и странах Средиземноморья осуществлялись попытки регулярных метеорологических наблюдений, которые продолжились в средние века регистрацией и описанием наиболее выдающихся атмосферных явлений. Научные метеорологические ведут свое начало с 17 века, когда были заложены основы физики, к которой в первое время относили метеорологию. Тогда же и были изобретены первые метеоприборы, появилась возможность инструментальных наблюдений (конец 17 –начало 18 в.в.), особенно во время морских плаваний. К середине 18 в. М.В.Ломоносов уже называл метеорологию самостоятельной наукой, внося значительный вклад в ее развитие (теория атмосферного электричества, многие метеоприборы и идеи о климате и возможности предсказания погоды). Во второй половине 18 в. в Европе по частной инициативе создана первая метеосеть из более 30 станций, функционировавшая 12 лет. С начала 19 века возникают первые

государственные сети метеостанций и закладываются основы климатологии, а в 1820г. в Германии составлены первые синоптические карты, давшие толчок развитию синоптической метеорологии. Метеорологические наблюдения ведутся почти во всех странах мира. Для согласования методик и системы работы метеослужб разных стран в 1873 г. в

В Нидерландах была создана первая Международная метеорологическая организация (ММО). В дальнейшем собирались международные метеорологические конгрессы, работали комиссии, проводились конференции по разным проблемам деятельности метеослужб. В 1947 г. на Вашингтонской конференции директоров метеорологических служб стран-членов ООН, вместо распавшейся к тому времени ММО была учреждена Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) при Организации Объединенных Наций. Основной целью ВМО определялось содействие международному сотрудничеству в развитии сети метеостанций и центров, создании систем быстрого обмена метеорологической информацией, стандартизации метеонаблюдений, установлении единообразия их обработки и публикации результатов, расширении сфер использования метеорологических данных и в подготовке метеорологических кадров. Высшим органом ВМО является Всемирный метеорологический конгресс, который созывается один раз в четыре года. Под руководством ВМО учеными ряда стран проведены: -01.07.1957г. -31.12.1958г. Международный геофизический год; -01.01.1959г. –31.12.1959 г. Год Международного геофизического сотрудничества; -1965 г. Международный год спокойного Солнца и многие другие мероприятия, посвященные совместным исследованиям атмосферных процессов глобального характера. Сейчас с развитием спутниковых и других автоматических средств наблюдений и обработки данных появилась возможность быстрого обмена метеоинформацией в глобальном масштабе, расширяется сеть станций в полярных областях, на судах погоды в океане, но не менее важными остаются региональные исследования, особенно, в глубинных частях Африки, Азии и Антарктиды. Очень важными являются работы, касающиеся как глобальных, так и региональных экологических проблем, поэтому растет международное сотрудничество в области мониторинга окружающей среды.

2.Специфика лесной метеорологии.

Лесная метеорология изучает земную атмосферу, в которой сконцентрирована жизнь, взаимосвязи среды и лесной растительности. Она является наукой обмена энергии почва – растения – атмосфера, где физические факторы изменяются в значительной степени физиологическими факторами. Взаимосвязь внешней среды с важнейшими

физиологическими процессами, происходящими в растениях под влиянием солнечной радиации, оказывает существенное влияние на микроклиматические условия произрастания лесов, их многообразие и производительность. Метеорологические факторы влияют на все компоненты леса (древостой, почвенную микрофлору, фауну, живой напочвенный покров ит.д.), при этом формируется свой микроклимат в лесу. Новые микроклиматические условия, созданные лесом, помогают в свою очередь бороться со многими неблагоприятными опасными метеорологическими факторами, такими, например, как сильный ветер, засуха, заморозки, очень высокие и низкие температуры воздуха и почвы и др. Специалисты лесного хозяйства должны четко представлять, какие метеорологические факторы формируют тот или иной тип погоды; выяснить и знать погодные условия, определяющие климатическое многообразие нашей страны, научиться разным способам наблюдения за погодой и сбором оперативной гидрометеорологической информации, необходимой для составления точных метеорологических прогнозов; подвергать анализу текущие экологические проблемы, их воздействие на атмосферу, погоду и климат сегодня и в будущем.

Специалисты лесоводы в процессе изучения метеорологии должны уяснить для себя принципы действия и устройства наиболее распространенных метеорологических приборов и основные сведения о методиках гидрометеорологических измерений применительно к условиям произрастания леса; в условиях леса научиться умело и кратко анализировать значение наиболее важных для леса метеорологических элементов. Особенно для оценки вероятности возникновения пожара в лесу при соответствующих метеорологических условиях, необходимо правильно определить комплексный гидротермический показатель, предложенный В.Г. Нестеровым (1939, 1945, 1949, 1968), который характеризует класс пожарной опасности по условиям погоды. Лесная метеорология относится к прикладным дисциплинам и тесно связана с лесоведением, лесоводством, физиологией растений, почвоведением, лесными культурами, лесной пирологией.

3. Атмосфера

Атмосфера — это часть газовой оболочки вокруг планеты. С внутренней стороны она покрывает водяную и земную часть планеты, а с внешней граничит с околоземным космическим пространством. Одной из основных её функций является создание климатических условий, которые изучаются такими науками, как метеорология и климатология.

Согласно официальным научным исследованиям атмосферный воздух сформировался из выделенных газов в следствие вулканических извержений. При

появлении океанов и биосферы дальнейшее её образование происходило при газообмене с водой, растительным и животным миром и продуктами их жизнедеятельности и разложения.

На сегодняшний момент в атмосфере содержатся газообразные и твёрдые вещества (пыль, морские минералы, продукты горения и другие).

Процентное содержание воды и углекислого газа практически неизменно в отличие от других веществ. Самый большой процент из химических элементов приходится на азот, его в атмосфере около 76–78%. Затем, по убыванию идут кислород (около 22%), аргон (около 1%), углерод в виде углекислого газа (менее 1%) и множество других элементов, чьё содержание в воздухе составляет также менее 1%. Благодаря этим веществам люди, животные, растения и другие организмы могут нормально существовать на планете.

Польза атмосферы неоценима, так как именно благодаря ей существует всё живое на планете. Люди и животные живут, вдыхая кислород, а растения – поглощая углекислый газ, которые содержатся в воздухе. Но чтобы понять, насколько важна атмосфера, необходимо изучить все её слои и их влияние на планету. Таких оболочек современная наука насчитывает 5: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера.

4.Слои атмосферы

Тропосферой называется самый первый слой атмосферы, над поверхностью планеты. Именно в ней и содержится необходимое соотношение веществ, позволяющих дышать существам, населяющим планету. В этой части атмосферы происходит движение циклонов и антициклонов в виде облаков и круговорот воды в природе.

Стратосфера и мезосфера содержат в себе накопление озона, которое называется озоновым слоем. Известно, что он защищает от вредного воздействия ультрафиолетовых и инфракрасных излучений, которые являются частью солнечного света. Также эти слои защищают всё живое на планете от радиации космических лучей.

Термосфера и Экзосфера являются верхними пределами атмосферы планеты Земли и состоят из ионизированного воздуха. Именно в этих слоях под действием радиоактивного солнечного и космического излучения образуется «полярное сияние».

Благодаря тому, что были изучены химический состав и физические свойства всех слоёв атмосферы, человеку открылись новые возможности, такие, как полёт в небо и космос. Люди научились прогнозировать климатические изменения и узнали о тех местностях, где воздух является полезным и даже целебным для здоровья. Но самое главное, это всё-таки то, что все живые существа могут дышать и находится под защитой от вредоносных космических излучений благодаря атмосфере. Без неё наша планета не сильно бы отличалась от безжизненной Луны, Марса и других планет солнечной системы.

5. Значение атмосферы

Значимость атмосферы воздуха неопределима, но не стоит забывать о том, что современная техника и производство наносят колоссальный вред и разрушают защитные атмосферные оболочки. Эти процессы могут привести к катастрофе планетарного масштаба. Например, химические вещества, широко применяемые в производстве аэрозолей, устройств кондиционирования и подачи тёплого воздуха, противопожарные системы и т. д. являются разрушающими озоновый слой. В результате чего появляются озоновые дыры, через которые проходят на землю ультрафиолетовые и инфракрасные солнечные лучи в небезопасном количестве, что приводит к повреждению кожных покровов и сетчатки глаза.

Также нельзя оставить без внимания и «парниковый эффект». Это процесс накопления в нижних слоях атмосферы различных газов, которые появляются в результате промышленной деятельности человека. Газовые выбросы поднимают температуру воздуха, что приводит к таянию льдов и повышению уровня мирового океана. В недалёком будущем может наступить момент, когда вся суша планеты покроется водой и наступит всемирное затопление.

Зная о пользе атмосферы воздуха и о способах её разрушения, каждый человек должен задуматься над тем, не является ли его жизнедеятельность губительной для окружающей среды. Да, возможно, ещё не одна сотня или тысяча поколений потомков сможет прожить на планете в безопасности и, одновременно, губя её техническими достижениями. Но всё-таки стоит не забывать о пользе атмосферы и её значении для всего живого и быть более гуманными по отношению к ней.

6. Распределение озона в атмосфере

Изменение с высотой содержания озона в воздухе особенно интересно. У земной поверхности озон содержится в ничтожных количествах. С высотой содержание его возрастает, причем не только в процентном отношении, но и по абсолютным значениям. Максимальное содержание озона наблюдается на высотах 25-30 км; выше оно убывает и на высотах около 60 км сходit на нет.

Процесс образования озона из кислорода происходит в слоях от 60 до 15 км при поглощении кислородом ультрафиолетовой солнечной радиации. Часть двухатомных молекул кислорода разлагается на атомы, а атомы присоединяются к сохранившимся молекулам, образуя трехатомные молекулы озона. Одновременно происходит обратный процесс превращения озона в кислород. В слое ниже 15 км озон заносится из вышележащих слоев при перемешивании воздуха.

Если бы можно было сосредоточить весь атмосферный озон под нормальным давлением, он образовал бы слой только около 3 мм толщиной (приведенная толщина слоя озона). Но и в таком ничтожном количестве озон важен потому, что, сильно поглощая солнечную радиацию, он повышает температуру тех слоев атмосферы, в которых он находится. Ультрафиолетовую радиацию Солнца с длинами волн от 0,15 до 0,29 мк (один микрон - тысячная доля миллиметра) он поглощает целиком. Эта радиация производит физиологически вредное действие, и озон, поглощая ее, предохраняет от нее живые организмы на земной поверхности.

Кроме перечисленных выше атмосферных газов, в воздух местами могут проникать другие газы, особенно соединения, возникающие при сгорании топлива (окислы серы, углерода, фосфора и др.). Наиболее заражается такими примесями воздух больших городов и промышленных районов.

В состав атмосферы входят также твердые и жидкие частички, взвешенные в атмосферном воздухе. Кроме водяных капелек и кристаллов, возникающих в атмосфере при конденсации водяного пара, это пыль почвенного и органического происхождения; твердые частички дыма, сажи, пепла и капельки кислот, попадающие в воздух при лесных пожарах, при сжигании топлива, при вулканических извержениях; частички морской соли, попадающие в воздух при разбрызгивании морской воды во время волнения; микроорганизмы (бактерии); пыльца, споры; наконец, космическая пыль, попадающая в атмосферу (около миллиона тонн в год) из межпланетного пространства, а также возникающая при сгорании метеоров в атмосфере. Особое место среди атмосферных примесей занимают продукты искусственного радиоактивного распада, заражающие воздух при испытательных взрывах атомных и термоядерных бомб.

Небольшую часть перечисленных примесей составляет крупная пыль, с частичками радиусом более 5 мк. Почти 95% частичек имеет радиусы менее 5 мк. Вследствие такой малости они могут длительное время удерживаться в атмосфере во взвешенном состоянии. Удаляются из атмосферы они главным образом при выпадении осадков, присоединяясь к капелькам и снежинкам.

Все эти так называемые, аэрозольные примеси, или аэрозоли, в наибольшем количестве содержатся в самых нижних слоях атмосферы: ведь основной их источник - земная поверхность. Особенно загрязнен ими воздух больших городов. Не говоря о вредных газовых примесях (SO_2 , CO и др.), на каждый кубический сантиметр воздуха здесь приходится десятки тысяч аэрозольных частичек, а за год на каждый квадратный километр выпадают из атмосферы сотни тонн аэрозолей. В сельских местностях

количество частичек аэрозольных примесей в приземном воздухе исчисляется только тысячами на кубический сантиметр, а над океаном - только сотнями.

С высотой число взвешенных частичек быстро убывает; на высотах 5-10 км их всего десятки на кубический сантиметр.

В общем, в атмосферном столбе над каждым квадратным сантиметром земной поверхности содержится 108-109 аэрозольных частичек. Общий их вес в атмосфере не менее 108 т. Это огромное число; но оно мало по сравнению со всей массой атмосферы, которая, как мы увидим дальше, определяется в $5 \cdot 10^{15}$ т.

Бактерии в центральных частях океанов встречаются в количестве нескольких единиц на кубический метр воздуха; в больших городах их уже тысячи и десятки тысяч в том же объеме.

От количества и рода аэрозольных примесей зависят явления поглощения и рассеяния радиации в атмосфере, т. е. ее большая или меньшая прозрачность для радиации. Наличие взвешенных частичек создает в атмосфере также ряд оптических явлений, свойственных коллоидным растворам.

Наиболее крупные аэрозольные частички, обладающие гигроскопическими свойствами, играют в атмосфере роль ядер конденсации, т. е. центров, к которым присоединяются молекулы водяного пара, образуя водяные капельки.

Аэрозольные примеси к воздуху могут легко переноситься воздушными течениями на большие расстояния. Песчаная пыль, попадающая в воздух над пустынями Африки и Передней Азии, неоднократно выпадала в больших количествах на территории Южной и Средней Европы. Дым и пепел больших вулканических извержений неоднократно распространялись в высоких слоях атмосферы на огромные расстояния, окутывая весь Земной шар. Помутнение воздуха и аномально красная окраска зорь наблюдались в течение многих месяцев после извержений.

7. Дымка, облака, туманы

Капельки и кристаллы, в отличие от пылинок, возникают в самой атмосфере при конденсации водяного пара и могут исчезать, не выпадая, вследствие испарения. Если они очень разрежены и мелки, то обнаруживаются по некоторому помутнению воздуха синеватого или сероватого цвета - дымке. Более плотные их скопления - облака и туманы.

Капельки облаков обычно очень мелки - от единиц до десятков микронов в диаметре. В каждом кубическом сантиметре облачного воздуха содержится несколько десятков или сотен капелек. Это значит, что на один кубический метр облачного воздуха приходится всего несколько граммов или даже долей грамма жидкой воды. Кристаллики в облаках также в большинстве очень мелки. Поэтому облака могут длительно

удерживаться в атмосфере во взвешенном состоянии вследствие сопротивления воздуха и его восходящих движений. Но в облаках может происходить и укрупнение облачных элементов; достигнув определенных размеров, они начинают выпадать из облаков в виде осадков - капелек дождя, кристаллов снега и пр

Нередко облакоподобные скопления капелек и кристаллов начинаются от самой земной поверхности; в этих случаях они называются туманами.

8.Ионы в атмосфере

Часть молекул атмосферных газов и частиц атмосферного аэрозоля - капелек, пылинок, кристаллов - несет электрические заряды. Эти заряженные частички называются ионами.

Молекулы воздуха заряжаются вследствие потери электрона или присоединения свободного электрона. К заряженной молекуле присоединяются другие молекулы, в которых происходит путем индукции разделение зарядов. Так возникает электрически заряженный комплекс молекул, называемый легким ионом. Заряженные молекулы могут также присоединяться к ядрам конденсации или пылинкам, взвешенным в воздухе, вследствие чего возникают более крупные тяжелые ионы с массами в тысячи раз большими, чем у легких ионов.

Капельки и кристаллы облаков и осадков, возникая на ионах как на ядрах конденсации, присоединяя их в дальнейшем, а также, получая электрические заряды другими способами, также могут стать носителями электрических зарядов. Заряды капелек и кристаллов гораздо больше, чем заряды ионов: они могут достигать многих миллионов элементарных зарядов (зарядов электрона).

С высотой содержание ионов увеличивается, особенно в слоях выше 80-100 км. Как говорилось выше, ионы являются здесь в основном заряженными атомами кислорода, гелия и водорода и окиси азота. Кроме того, значительная часть ионов в высоких слоях представляет собой свободные электроны.

Так же как и незаряженные частички, ионы в атмосфере постоянно перемещаются. Именно благодаря этому атмосфера обладает электропроводностью, в нижних слоях малой, в высших - значительной.

1.2. Лекция № 2 (2 часа)

Тема: «Радиация в атмосфере. Тепловой режим атмосферы.»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Понятие радиации в атмосфере
2. Поглощение радиации атмосферой

3. Причины изменений температуры воздуха

4. Тепловой баланс земной поверхности

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие радиации в атмосфере

Радиация в атмосфере - это электромагнитное излучение Солнца, которое распространяется со скоростью 300000 км / с. ее составляющими являются видимый свет и невидимые глазом гамма-лучи, рентгеновские, ультрафиолетовые, инфракрасные лучи, радиоволны. Солнце является для Земли основным источником тепла и света.

Лучистая энергия Солнца превращается в тепло частично в самой атмосфере, но главным образом на земной поверхности. Она нагревает верхние слои почвы и воды, а от них и воздуха. Нагретая земная поверхность и нагретая атмосфера сами излучают невидимую инфракрасную радиацию в космическое пространство и охлаждаются.

Излучение Солнца, которое получает поверхность Земли, может быть разделено на прямой, рассеянный и поглощено. Это связано с его изменениями при прохождении через атмосферу.

Прямое солнечное излучение приходит к земной поверхности непосредственно от солнечного диска в виде пучка параллельных лучей. Приток прямого излучения характеризуется интенсивностью - количеством лучистой энергии, поступающей на поверхность, перпендикулярную к солнечным лучам. Интенсивность потока солнечного излучения на верхней границе атмосферы при средней расстоянии Земли от Солнца называется солнечной постоянной. По последним данным она равна 1,353 кВт / м².

В среднем на каждый квадратный километр земной поверхности приходится за год $4,27 \cdot 10^{16}$ Дж солнечного излучения.

Чтобы получить такое количество тепла искусственно, надо было бы сжечь более 400 тыс. Т каменного угля. За год земная поверхность получает от Солнца почти в 250 раз больше энергии, чем ее производят все электростанции мира. При этом солнечное излучение, достигающее Земли, составляет менее двух миллиардных процента всего излучения Солнца. Насколько значительна эта количество энергии понимаем, когда становимся свидетелями стремительного таяния снега в теплый день, быстрого испарения влаги после дождя, силы ветра во время бури или безумства морского шторма. Все эти процессы происходят под влиянием Солнца.

2.Поглощение радиации атмосферой

На пути к Земле небольшая часть солнечного излучения поглощается атмосферой. Поглощение это носит выборочный характер, потому что разные газы поглощают

излучение неодинаково. Азот и кислород поглощают только ультрафиолетовые волны. Более сильным поглотителем является озон. Интенсивно поглощает излучение в инфракрасной области углекислый газ. Основным же поглотителем в атмосфере является водяной пар, сосредоточена главным образом в нижней части тропосферы. Солнечное излучение поглощают также облака и атмосферные примеси. Благодаря явлениям поглощения средняя температура воздуха составляет 14°C , тогда как при отсутствии атмосферы она равнялась $6-22^{\circ}\text{C}$. А это значит, что Земля превратилась бы в мертвую ледово-каменной пустыне.

В целом в атмосфере поглощается 15-20% солнечного излучения. Поглощение меняется во времени в зависимости от содержания в воздухе поглощенных субстанций (прежде всего водяного пара и пыли), а также от высоты Солнца над горизонтом, так как при этом меняется толщина воздуха, через которую проходят лучи.

Около 25% общего потока солнечного излучения при прохождении через атмосферу превращаются в рассеянный в результате его рассеивания молекулами газов и частицами аэрозольных примесей. Часть рассеянного излучения поглощается и поэтому идет на нагрев атмосферы, часть - достигает земной поверхности, часть - возвращается к межпланетного пространства.

С рассеянным излучением связаны некоторые характерные особенности атмосферы: голубой цвет неба, рассеянный свет днем, утренние и вечерние сумерки. Относительное значение рассеянного излучения растет с уменьшением роли прямого. В умеренных широтах летом рассеянное излучение составляет 41%, зимой достигает 73%. В полярных широтах основное значение имеет рассеянное излучение, а в тропических - прямое.

Сложный путь поступления и расходов радиационного тепла земной поверхностью выражается радиационным балансом - разницей между поглощенным и эффективным излучением. Под последним понимают разницу между собственным излучением земной поверхности и встречным излучением атмосферы.

Радиационный баланс земной поверхности является отрицательным ночью и позитивным днем. Годовой радиационный баланс положительный для большинства местностей планеты, за исключением ледовых поверхностей Гренландии и Антарктиды.

Больше всего тепла получают моря и океаны в тропических широтах - от 100 до 140 ккал / см^2 / год. В тех же широтах на суше радиационный баланс составляет 60 ккал / см^2 / год. Причина этой разницы заключается в разной величине альбедо: пески пустынь отражают около 35%, а вода в середине дня только 2% тепла. При этом значительно

сильнее нагревается поверхность суши, потому что тепло, которое поглощается океанами и морями, расходуется преимущественно на испарение воды.

Выходы горных пород поглощают и излучают тепло быстрее, чем площади, занятые почвами и растительностью или снегом и льдом. Горные вершины, над которыми воздуха более разреженный, быстро нагреваются днем и так же быстро охлаждаются ночью. Облачный покров не пропускает излучение сверху и одновременно удерживает тепло, которое идет снизу. Поэтому сильные морозы бывают в основном в ясные тихие ночи.

3. Причины изменений температуры воздуха

Распределение температуры воздуха в атмосфере и его непрерывные изменения называют тепловым режимом атмосферы. Этот тепловой режим атмосферы, являющийся важнейшей стороной климата, определяется, прежде всего, теплообменом между атмосферным воздухом и окружающей средой. Под окружающей средой при этом понимают космическое пространство и особенно земную поверхность.

Мы уже знаем, что теплообмен осуществляется, во-первых, радиационным путем, т. е. при собственном излучении из воздуха и при поглощении воздухом радиации.

Во-вторых, он осуществляется путем теплопроводности - молекулярной между воздухом и земной поверхностью и турбулентной внутри атмосферы.

В-третьих, передача тепла между земной поверхностью и воздухом может происходить в результате испарения и последующей конденсации или кристаллизации водяного пара.

Кроме того, изменения температуры воздуха могут происходить независимо от теплообмена, адиабатически.

Непосредственное поглощение солнечной радиации в тропосфере мало; оно может вызвать повышение температуры воздуха всего на величину порядка $0,5^{\circ}$ в день. Решающее значение для теплового режима атмосферы имеет теплообмен с земной поверхностью путем теплопроводности.

Воздух, непосредственно соприкасающийся с земной поверхностью, обменивается с нею теплом вследствие молекулярной теплопроводности. Но внутри атмосферы действует другая, более эффективная передача тепла - путем турбулентной теплопроводности. Перемешивание воздуха в процессе турбулентности способствует очень быстрой передаче тепла из одних слоев атмосферы в другие. В результате потеря тепла земной поверхностью окажется больше, чем она была бы в отсутствии турбулентности.

Для высоких слоев атмосферы теплообмен с земной поверхностью имеет меньшее значение. Решающая роль в тепловом режиме переходит там к излучению из воздуха и к поглощению радиации Солнца. В высоких слоях атмосферы возрастает и значение адиабатических изменений температуры при восходящих и нисходящих движениях воздуха.

Изменения температуры, происходящие в определенном количестве воздуха вследствие указанных выше процессов, можно назвать индивидуальными. Они характеризуют изменения теплового состояния данного определенного количества воздуха.

Но можно говорить не об индивидуальном количестве воздуха, а о некоторой точке внутри атмосферы с зафиксированными географическими координатами и с неизменной высотой над уровнем моря. Любую метеорологическую станцию, не меняющую своего положения на земной поверхности, можно рассматривать как такую точку. Температура в этой точке будет меняться не только в силу указанных индивидуальных изменений теплового состояния воздуха. Она будет меняться также и вследствие непрерывной смены воздуха в данном месте, т. е. вследствие прихода воздуха из других мест атмосферы, где он имеет другую температуру.

Эти изменения температуры, связанные с адвекцией - с притоком в данное место новых воздушных масс из других частей Земного шара, называют адвективными. Если в данное место притекает воздух с более высокой температурой, говорят об адвекции тепла; если с более низкой, - об адвекции холода.

Общее изменение температуры в зафиксированной географической точке, зависящее и от индивидуальных изменений состояния воздуха, и от адвекции, называют локальным (местным) изменением. Метеорологические приборы - термометры и термографы, неподвижно помещенные в том или ином месте, регистрируют именно локальные изменения температуры воздуха. Термометр на воздушном шаре, летящем по ветру и, следовательно, остающемся в одной и той же массе воздуха, показывает индивидуальное изменение температуры в этой массе.

4. Тепловой баланс земной поверхности

Остановимся сначала на тепловых условиях земной поверхности и самых верхних слоев почвы и водоемов.

Земная поверхность, т. е. поверхность почвы или воды (а также и растительного, снежного, ледяного покрова), непрерывно разными способами получает и теряет тепло. Через земную поверхность тепло передается вверх - в атмосферу и вниз - в почву или в воду.

Во-первых, на земную поверхность поступают суммарная радиация и встречное излучение атмосферы. Они в большей или меньшей степени поглощаются поверхностью, т. е. идут на нагревание верхних слоев почвы и воды. В то же время земная поверхность излучает сама и при этом теряет тепло.

Во-вторых, к земной поверхности приходит тепло сверху, из атмосферы, путем теплопроводности. Тем же способом тепло уходит от земной поверхности в атмосферу. Путем теплопроводности тепло также уходит от земной поверхности вниз, в почву и воду, либо приходит к земной поверхности из глубины почвы и воды.

В-третьих, земная поверхность получает тепло при конденсации на ней водяного пара из воздуха или, напротив, теряет тепло при испарении с нее воды. В первом случае выделяется скрытое тепло, во втором тепло переходит в скрытое состояние.

Не будем касаться некоторых менее важных процессов, например затраты тепла на таяние снега, лежащего на поверхности, или распространения тепла в глубь почвы вместе с водой осадков.

В любой промежуток времени от земной поверхности уходит вверх и вниз в совокупности такое же количество тепла, какое она за это время получает сверху и снизу.

Итак, алгебраическая сумма всех приходов и расходов тепла на земной поверхности должна быть равной нулю. Это и выражается уравнением теплового баланса земной поверхности.

Приход тепла из воздуха или отдачу его в воздух путем теплопроводности назовем P . Такой же приход или расход путем теплообмена с более глубокими слоями почвы или воды назовем A . Потерю тепла при испарении или приход его при конденсации на земной поверхности обозначим LE , где L - удельная теплота испарения и E - масса испарившейся или сконденсировавшейся воды. R - радиационный баланс.

Уравнение теплового баланса земной поверхности напишется так:

$$R + P + A + LE = 0$$

Можно еще сказать, что смысл уравнения состоит в том, что радиационный баланс на земной поверхности уравновешивается нерадиационной передачей тепла.

Из того, что тепловой баланс земной поверхности равен нулю, не следует, что температура поверхности не меняется. Когда передача тепла направлена вниз, то тепло, приходящее к поверхности сверху и уходящее от нее вглубь, в значительной части остается в самом верхнем слое почвы или воды (в так называемом деятельном слое). Температура этого слоя, а стало быть, и температура земной поверхности при этом возрастают. Напротив, при передаче тепла через земную поверхность снизу вверх, в

атмосферу, тепло уходит прежде всего из деятельного слоя, вследствие чего температура поверхности падает.

От суток к суткам и от года к году средняя температура деятельного слоя и земной поверхности в любом месте меняется мало. Это значит, что за сутки в глубь почвы или воды попадает днем почти столько же тепла, сколько уходит из нее ночью. Но все же за летние сутки тепла уходит вниз несколько больше, чем приходит снизу. Поэтому слои почвы и воды, а стало быть, и их поверхность день ото дня нагреваются. Зимой происходит обратный процесс. Эти сезонные изменения прихода-расхода тепла в почве и воде за год почти уравниваются, и средняя годовая температура земной поверхности и деятельного слоя год от года меняется мало.

1.3. Лекция №5 (2 часа)

Тема: «Вода в атмосфере. Осадки. Снежный покров. Почвенная влага.»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Тропосфера
2. Географическое распределение испаряемости и испарения
3. Суточный и годовой ход относительной влажности
4. Географическое распределение влажности воздуха
5. Осадки
6. Снежный покров

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Тропосфера

Влагооборот состоит из испарения воды с земной поверхности, ее конденсации в атмосфере, выпадения осадков и стока. Сток, как процесс чисто гидрологический, мы оставим вне рассмотрения. Остальные же составляющие влагооборота — испарение, конденсация и осадкообразование — и их климатические следствия составляют основное содержание этого раздела.

Водяной пар непрерывно поступает в атмосферу вследствие испарения с поверхностей водоемов и почвы и вследствие транспирации растений. Испарение, в отличие от транспирации, называют еще физическим испарением, а испарение и транспирацию вместе — суммарным испарением.

Процесс испарения состоит в том, что отдельные молекулы воды переходят в воздух как молекулы водяного пара. В воздухе они быстро распространяются вверх и в стороны от источника испарения. Это происходит отчасти вследствие собственного

движения молекул; в этом случае процесс распространения молекул газа называется молекулярной диффузией. К молекулярной диффузии в атмосфере присоединяется еще и распространение водяного пара вместе с воздухом: в горизонтальном направлении с ветром, т. е. с общим переносом воздуха, а в вертикальном направлении путем турбулентной диффузии, т. е. вместе с турбулентными вихрями, всегда возникающими в движущемся воздухе. Но одновременно с отрывом молекул от поверхности воды или почвы происходит и обратный процесс их перехода из воздуха в воду или в почву. Если достигается состояние подвижного равновесия, когда возвращение молекул становится равным их отдаче с поверхности, то испарение прекращается: отрыв молекул с поверхности продолжается, но он покрывается возвращением молекул. Такое состояние называют насыщением. Упругость водяного пара в состоянии насыщения называют упругостью насыщения.

Капельки жидкой воды (облаков и туманов) часто находятся в атмосфере в переохлажденном состоянии. При температурах до -10° состояние переохлаждения в атмосфере обычно, и лишь при более низких температурах часть капелек замерзает. Поэтому в атмосфере жидкая вода и лед часто находятся в непосредственной близости; многие облака состоят из тех и других элементов одновременно, являются смешанными.

При отрицательных температурах упругость насыщения по отношению к ледяным кристаллам меньше, чем по отношению к переохлажденным капелькам. Если, например, при температуре -10° фактическая упругость водяного пара 2,7 мб, то для переохлажденных капелек такой воздух будет ненасыщенным, и капельки в нем должны испаряться; но для кристалликов он будет уже перенасыщенным, и кристаллики должны расти. Такие условия действительно создаются в облаках и очень важны для выпадения осадков, к чему мы еще вернемся. Различие в упругости насыщения над водой и льдом объясняется тем, что силы сцепления между молекулами льда больше, чем между молекулами воды.

Для выпуклых поверхностей, какими являются поверхности капелек, упругость насыщения больше, чем для плоской поверхности воды. Это объясняется тем, что на выпуклой поверхности силы сцепления между молекулами меньше, чем на плоской поверхности. Для крупных капелек это превышение незначительно. Но, например, для капелек радиусом 10^{-7} см для насыщения нужна втрое большая упругость водяного пара в воздухе, чем для плоской водной поверхности.

Если в воде растворены соли, то упругость насыщения для такого раствора меньше, чем для пресной воды, и тем меньше, чем больше концентрация солей. Поэтому над

морской водой насыщение устанавливается при упругости пара меньшей, чем над пресной водой, примерно на 2%.

Скорость испарения V выражается в миллиметрах слоя воды, испарившейся за единицу времени, например за сутки, с данной поверхности. Она, прежде всего, пропорциональна разности между упругостью насыщения при температуре испаряющей поверхности и фактической упругостью водяного пара в воздухе: $E_s - e$.

Чем меньше разность $(E_s - e)$, тем медленнее идет испарение, т. е. тем меньше водяного пара переходит в воздух за единицу времени. Кроме того, скорость испарения обратно пропорциональна атмосферному давлению p . Но этот фактор важен лишь при сравнении условий испарения на разных высотах в горах; на равнине колебания атмосферного давления не так велики, чтобы он имел серьезное значение.

Наконец, испарение зависит от скорости ветра v , поскольку ветер и связанная с ним турбулентность относят водяной пар от испаряющей поверхности и поддерживают необходимый дефицит влажности в непосредственной близости от нее. Итак,

$$V = k \cdot (E_s - e) / p \cdot f(v)$$

где k - коэффициент пропорциональности.

Измерение испарения является трудной задачей. Легко измерить испарение с поверхности воды в чашке прибора - испарителя - или в небольшом искусственном бассейне. Однако нельзя вполне приравнять такое испарение к испарению с большого естественного водоема. В последнем случае испарение меньше, чем определенное по испарителю. Измерить испарение с поверхности почвы намного труднее; соответствующие приборы - почвенные испарители - существуют, но определяемые ими величины испарения из вырезанных монолитов почвы также могут отличаться от испарения в естественной обстановке.

Поэтому для определения испарения с больших географических площадей прибегают к расчетным методам. Испарение с поверхности суши рассчитывается, например, по осадкам, стоку и влагосодержанию почвы, т. е. по другим элементам водного баланса, с которыми связано испарение и которые легче определяются путем измерений.

2. Географическое распределение испаряемости и испарения

Говоря о количестве воды, испаряющемся в той или иной местности, нужно различать фактическое испарение и возможное испарение, или испаряемость.

Испаряемостью называют максимально возможное испарение, не ограниченное запасами влаги. Величина испаряемости характеризует, насколько погода и климат в данной местности благоприятствуют процессу испарения.

Однако испаряемость не всегда совпадает с фактическим испарением с поверхности почвы. Для почвы с недостаточным увлажнением величина фактического испарения меньше, чем для водной поверхности при тех же условиях, т. е. меньше испаряемости; просто потому, что не хватает влаги, которая могла бы испаряться.

В полярных областях, при низких температурах мала испаряемость. На Шпицбергене она только 80 мм в год, в Англии около 400 мм, в Средней Европе около 450 мм. На Европейской территории России испаряемость растет с северо-запада на юго-восток вместе с ростом дефицита влажности. В Ленинграде она 320 мм в год, в Москве 420 мм. В Средней Азии с ее высокими летними температурами и большим дефицитом влажности испаряемость значительно выше: 1340 мм в Ташкенте.

В тропиках испаряемость сравнительно невелика на побережьях и резко возрастает внутри материков, особенно в пустынях. Так, на Атлантическом побережье Сахары годовая испаряемость 600-700 мм, а на расстоянии 500 км от берега - 3000 мм.

У экватора, где дефицит влажности мал, испаряемость относительно низка: 700-1000 мм.

Влажная почва, покрытая растительностью, может терять влаги больше, чем водная поверхность, так как к испарению в этом случае прибавляется транспирация.

Рассмотрим теперь географическое распределение фактического испарения.

Испарение с океанов (где оно совпадает с испаряемостью) значительно превышает испарение с суши. На большей части акватории мирового океана в средних и низких широтах оно от 600 до 2500 мм, а максимумы доходят до 3000 мм. В полярных водах при наличии льдов испарение сравнительно невелико. На суше годовые суммы испарения от 100-200 мм в полярных и пустынных районах до 800-1000 мм во влажных тропических и субтропических областях. Максимальные значения на суше - несколько больше 1000 мм.

3. Суточный и годовой ход относительной влажности

Суточный ход относительной влажности зависит от суточного хода фактической упругости пара и от суточного хода упругости насыщения. Но последний находится в прямой зависимости от суточного хода температуры. Поэтому суточный ход относительной влажности с достаточным приближением обратен суточному ходу температуры.

При падении температуры относительная влажность растет, при повышении температуры - падает. В результате суточный минимум относительной влажности совпадает с суточным максимумом температуры воздуха, т. е. приходится на

послеполуденные часы, а суточный максимум относительной влажности совпадает с суточным минимумом температуры, т. е. приходится на время около восхода солнца.

Над морем средняя суточная амплитуда относительной влажности мала, поскольку мала там и суточная амплитуда температуры.

Над сушей суточная амплитуда больше, чем над морем, особенно летом. В Дублине, в ярко выраженном морском климате, зимой она 7%, летом 20%; в Нукусе (Туркмения) зимой 25%, летом 45%. В ясные дни суточный ход относительной влажности выражен лучше, чем в облачные, как и суточный ход температуры.

В годовом ходе относительная влажность также меняется обратно температуре. Так, в Москве она в январе 85%, в июле 68%.

4. Географическое распределение влажности воздуха

Географическое распределение влагосодержания зависит: 1) от испарения в каждом данном районе; 2) от переноса влаги воздушными течениями из одних мест Земли в другие.

Влагосодержание наибольшее у экватора, где многолетняя средняя месячная упругость пара выше 20 мб, а в ряде мест доходит в экстремальные месяцы до 30 мб. Максимальным влагосодержанием на суше отличаются области экваториальных лесов.

Влагосодержание, как и температура, убывает с широтой. Кроме того, зимой оно, как и температура, понижено над материками в сравнении с океанами.

В среднем годовом для всей Земли абсолютная влажность у земной поверхности составляет 11 г/м³. Это значит, что плотность водяного пара составляет всего 1% общей плотности воздуха у земной поверхности. Относительная влажность зависит от влагосодержания и температуры воздуха. Она всегда высока в экваториальной зоне, где влагосодержание воздуха очень велико, а температура не слишком высока вследствие большой облачности. Здесь относительная влажность в среднем годовом доходит до 85% и более.

Относительная влажность всегда высока и в Северном Ледовитом океане. Она достигает здесь таких же или почти таких же высоких значений, как и в экваториальной зоне.

Очень низкая относительная влажность (до 50% и ниже) наблюдается круглый год в субтропических и тропических пустынях.

С высотой упругость водяного пара убывает; убывает и абсолютная, и удельная влажность. Это вполне понятно: ведь давление и плотность воздуха в целом также убывают с высотой.

Зная распределение абсолютной влажности по высоте, можно подсчитать, сколько водяного пара содержится во всем столбе воздуха над единицей площади земной поверхности. Эту величину называют осажденной водой. В среднем над каждым квадратным метром земной поверхности в воздухе содержится около 28,5 кг водяного пара. Напомним, что общий вес воздуха над каждым квадратным метром земной поверхности при среднем атмосферном давлении свыше 10 т, т. е. больше в 300 раз.

Конденсация - переход воды из газообразного в жидкое состояние - происходит в атмосфере в виде образования мельчайших капелек, диаметром порядка нескольких микронов. Более крупные капли образуются путем слияния мелких капелек или путем таяния ледяных кристаллов.

Конденсация начинается тогда, когда воздух достигает насыщения, а это чаще всего происходит в атмосфере при понижении температуры. При дальнейшем понижении температуры избыток водяного пара сверх того, что нужно для насыщения, переходит в жидкое состояние. Возникают зародыши облачных капелек, т. е. начальные комплексы молекул воды, которые в дальнейшем растут до величины облачных капелек.

Для воздуха, не очень далекого от насыщения, вполне достаточно подняться вверх на несколько сотен метров, в крайнем случае на одну-две тысячи метров, чтобы в нем началась конденсация. Механизмы такого подъема воздуха различны. Воздух может подниматься в процессе турбулентности в виде неупорядоченных вихрей. Он может подниматься в более или менее сильных восходящих токах конвекции. В атмосферных условиях происходит не только образование капелек, но и сублимация - образование кристаллов, переход водяного пара в твердое состояние. Твердые осадки, выпадающие из облаков, обычно имеют хорошо выраженное кристаллическое строение; всем известны сложные формы снежинок - шестилучевых звездочек с многочисленными разветвлениями.

5. Осадки

Осадки, выпадающие на земную поверхность, пополняют ресурсы почвенной влаги. В холодный период они образуют снежный покров. Эти факторы имеют важнейшее значение для сельскохозяйственного производства.

Выпадение осадков из облаков происходит вследствие укрупнения облачных элементов (капелек воды, кристаллов льда) до размеров 0,1—0,2 мм и более, при которых они уже не могут оставаться во взвешенном состоянии и начинают падать. Рост капель происходит преимущественно вследствие их слияния. В смешанных облаках, состоящих из капель и кристаллов, укрупнение облачных элементов в основном происходит путем

сублимацион-ного роста кристаллов льда за счет испарения переохлажденных капель воды.

Атмосферные осадки по фазовому состоянию делят на три вида: твердые^ жидкие и смешанные. По характеру выпадения их подразделяют на три типа: обложные, ливневые и морсящие.

К жидким осадкам относят обложной дождь, ливневый дождь и морось. Обложной дождь выпадает преимущественно из слоисто-дождевых облаков в течение длительного времени непре-рывно или с небольшими перерывами и охватывает обширную территорию.

Ливневый дождь выпадает из кучево-дождевых облаков срав-нительно непродолжительное время. Интенсивность его редко ко-леблется. Количество выпавших при этом осадков может быть не-значительным, но может быть и очень большим. Диаметр капель может достигать 5—7 мм. Ливневый дождь охватывает, как пра-вило, сравнительно небольшую территорию, нередко проходит «полосой» и сопровождается сильным ветром.

Морось — осадки, состоящие из капелек диаметром мень?" |,5 мм. Они не образуют кругов при падении на водную поверх-ность. Морось обычно выпадает из плотных слоистых облаков.

6.Снежный покров

Твердые осадки имеют разнообразные формы: снег, снеж-ная крупа, ледяная крупа, снежные зерна, ледяной дождь, град. Обложной снег выпадает из слоисто-дождевых, слоисто-кучевых и высоко-слоистых облаков. Снежные зерна выпадают из слоистых облаков* Из кучево-дождевых облаков выпадает крупа (снеж-ная и ледяная), ливневый снег, град.

Для сельского хозяйства опасным видом осадков является град. Обычно градина состоит из непрозрачного ледяного ядра, окруженного чередующимися слоями прозрачного и белого льда. Диаметр градины чаще всего составляет 4—5 мм, но в отдельных случаях может достигать 10 см и более. Град повреждает посевы, сады, виноградники, причиняя большой ущерб.

Химический состав осадков начали изучать лишь в последние 20—25 лет. Для агрохимиков, гидрохимиков, геохи-миков, специалистов по охране окружающей среды и многих дру-гих нужны сведения о химическом составе осадков в целях изу-чения минерального баланса почвы, состава природных вод и воздушной среды.

Атмосферные осадки представляют собой слабые растворы со-лей. Общая минерализация осадков находится в пределах от 3— 4 до 50—60 мг/л. В условиях

умеренного климата осадки в течение года приносят в почву от 50 до 150 кг/га различных веществ. Одной из основных примесей в осадках континентального происхождения являются сульфиды, а в осадках морского происхождения — хлориды. Кроме того, с осадками в почву вносятся соединения азота (3—4 кг/га в год) — одного из основных элементов минерального питания растений.

Наименьшая концентрация химических примесей в осадках имеет место в тундре и тайге, наибольшая — в степях и пустынях, что обусловлено влиянием ветровой эрозии — одного из источников природного загрязнения атмосферы. В промышленных центрах и больших городах минерализация осадков увеличивается во много раз за счет загрязнения воздуха промышленными выбросами, вследствие чего могут выпадать «кислые дожди».

Радиоактивность осадков систематически измеряют сравнительно недавно. Эти измерения показывают, что твердые осадки более радиоактивны, чем жидкие. Во время выпадения осадки выносят радиоактивные аэрозоли из воздуха. Естественная радиоактивность осадков ничтожна, но она резко возрастает при ядерных взрывах.

Количество выпавших осадков выражают высотой слоя воды в миллиметрах, который образовался бы на поверхности, если бы осадки не стекали, не испарялись и не просачивались вглубь. Глава 6

Слой осадков высотой 1 мм на площади 1 га соответствует объему воды в 0,001 м³ или в массе ее в 1 т. Следовательно, коэффициент для пересчета количества выпавших осадков из миллиметров в тонны воды на 1 га равен 10. Количество выпавших осадков на станциях измеряют осадкомером Третьякова и плювиографом.

Для измерения осадков в полевых условиях применяют полевой дождемер конструкции Ф. Ф. Давитая. Это стеклянный сосуд с площадью приемной поверхности 30 см². Нижняя часть сосуда, закрытая стеклянной воронкой, имеет на стенке деления, каждое из которых соответствует слою выпавших осадков в 1 мм!

Плювиограф служит для непрерывной записи выпадающих жидких осадков. В настоящее время в труднодоступных местах устанавливают автоматические радиоосадкомеры, регулярно измеряющие жидкие осадки и передающие радиосигналы, обозначающие их количество.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1. Лабораторная работа № 1 (ЛР-1) (2 часа)

Тема: «Земная атмосфера, её радиационный и тепловой баланс»

2.2.1. Цель работы: изучить методы измерения атмосферного давления, температурой, наблюдения за ветром и солнечной радиацией

2.2.2. Задачи работы:

- изучить устройство барометров и барографов;
- изучить устройство анемометров.
- изучить устройство актинометра, пиранометра, альбедометра, гелиографа.

2.2.3. Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий

2.2.4. Описание (ход) работы:

- ознакомиться с пояснительной запиской;
- составить конспект «Методы измерения атмосферного давления и наблюдения за ветром»;
- изучить устройство барометров, барографов и анемометров;
- изучить устройство термометров, используемых для наблюдением за температурой воздуха (минимальный, максимальный) и термографа;
- изучить устройство термометров используемых при наблюдении за температурой почвы (коленчатый, термометр-щуп).
- ответить на контрольные вопросы.

2.2. Лабораторная работа № 2 (ЛР-2) (2 часа)

Тема: «Методы измерения влажности воздуха. Наблюдения за облачностью, осадками, снежным покровом»

2.2.1. Цель работы: изучить методику измерения влажности воздуха, наблюдения за облачностью, осадками, снежным покровом.

2.2.2. Задачи работы:

- изучить методы измерения влажности воздуха;
- изучить устройство психрометров и гигрометров;
- изучить правила работы с психрометрическими таблицами;
- изучить методы наблюдения за облачностью, осадками, снежным покровом;
- изучить устройство осадкомеров, снегомерных реек, весовых снегомеров.

2.2.3. Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

2.2.4. Описание (ход) работы:

- ознакомиться с пояснительной запиской;
- составить конспект «Методы измерения влажности воздуха»;
- изучить устройство психрометров и гигрометров;
- изучить правила работы с психрометрическими таблицами;
- изучить устройство осадкомеров, снегомерных реек, весовых снегомеров, плювиографов;
- ответить на контрольные вопросы.

2.3. Лабораторная работа № 3 (ЛР-3) (2 часа)

Тема: «Прогноз пожарной опасности в лесу по условиям погоды. Агроклиматическая характеристика территории.»

2.3.1. Цель работы: изучить правила составления прогнозов пожарной опасности в лесу по условиям погоды и агроклиматической характеристики территории.

2.3.2. Задачи работы:

- изучить правила составления прогнозов пожарной опасности в лесу по условиям погоды;
- изучить методику составления агроклиматической характеристики территории;
- составить прогноз пожарной опасности в лесу по условиям погоды для одного из лесничеств Оренбургской области.
- по данным метеорологических наблюдений составить агроклиматическую характеристику одного из районов Оренбургской области.

2.3.3. Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

2.3.4. Описание (ход) работы:

- ознакомиться с пояснительной запиской;
- составить конспект «Прогноз пожарной опасности в лесу по условиям погоды. Агроклиматическая характеристика территории»;
- составить прогноз пожарной опасности в лесу по условиям погоды для одного из лесничеств Оренбургской области;
- по данным метеорологических наблюдений составить агроклиматическую характеристику одного из районов Оренбургской области;
- ответить на контрольные вопросы.