
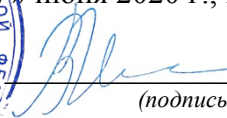


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета Института медицины,  
экологии и физической культуры  
от «22» июня 2020 г., протокол № 10/220

Председатель



/ В.И. Мидленко /

(подпись, расшифровка подписи)

от 22 июня 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Лесная метеорология</b>
Факультет	<b>Экологический</b>
Кафедра	<b>Кафедра биологии, экологии и природопользования</b>
Курс	<b>2</b>

Направление подготовки: **35.03.01 «Лесное дело» (бакалавриат)**  
(код направления (специальности), полное наименование)

Профиль: **Лесное хозяйство** (полное наименование)

Форма обучения: **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2020 г.**


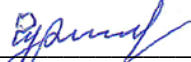
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
<b>Салахова Р.Х</b>	<b>Кафедра биологии, экологии и природопользования</b>	<b>к.г.н., доцент</b>

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой биологии, экологии и природопользования	Заведующий кафедрой лесного хозяйства
 / <u>С.М. Слесарев</u> / Подпись                      Расшифровка подписи « 15 » июня 2020 г.	 / <u>Б.П. Чураков</u> ____ / Подпись                      Расшифровка подписи «17» июня 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

- дать студентам общие сведения о закономерностях атмосферных процессов и явлений и показать их связь с жизнедеятельностью лесных экосистем;
- сформировать у студентов систему знаний в области лесной метеорологии и климатологии;

### Задачи освоения дисциплины:

- изучить строение и свойства атмосферы: физические процессы в атмосфере, теплооборот и влагооборот, радиационный режим, движение в атмосфере;
- изучить влияние атмосферных процессов и явлений на лес; иметь понятие о микроклимате леса;
- ознакомиться с основными метеорологическими приборами, методами измерений, провести метеорологические наблюдения;
- научить устанавливать связи между метеорологическими элементами и лесной растительностью


## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Лесная метеорология» относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.04.01. Изучается в третьем семестре второго курса.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-6: способностью применять новые знания по биологии и экологии леса при проведении полевых и лабораторных научных исследований в различных климатических, географических и лесорастительных условиях при различной интенсивности их использования	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав и строение и основные свойства как среды обитания растений; закономерности формирования радиационного, теплового и водного режима атмосферы и земной поверхности; основные погодобразующие факторы, сущность атмосферных процессов, причины их возникновения и меры борьбы с неблагоприятными метеорологическими явлениями.</li> <li>- основные климатообразующие факторы, понятия климата, микроклимата и фитоклимата, методы оценки климата для лесного хозяйства; устройство и правила наблюдений по стандартным и полевым метеорологическим приборам за температурой и влажностью воздуха, солнечной радиацией, скоростью и направлением ветра, количеством и интенсивностью осадков</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать складывающиеся погодные условия и их влияние на окружающую среду; организовать в случае необходимости, микроклиматические наблюдения за параметрами окружающей среды</li> <li>- правильно оценивать особенности тепло и влагообеспеченности различных периодов вегетации растений путем расчета комплексных агроклиматических показателей; правильно составлять агроклиматическую характеристику района деятельности инженера лесного хозяйства</li> </ul>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знаниями по эффективному использованию биоклиматического потенциала региона</li> <li>- методикой расчета комплексных показателей засушливости (ГТК Селянинова, КУ Шашко); методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях.</li> </ul>
--	---


#### 4.ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 3 ЗЕТ

4.2. по видам учебной работы (в часах): 108

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)				
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам			
		1	2	3	4
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54	-	-	54	-
Аудиторные занятия:					
• Лекции	18	-	-	18	-
• семинары и практические занятия	-	-	-	-	-
• лабораторные работы, практикумы	36	-	-	36	-
Самостоятельная работа	54	-	-	54	-
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, устный опрос	-	-	тестирование, устный опрос	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	-	-	зачет	-
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>	-	-	<b>108</b>	-


*\*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения*

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### 4.3 . Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Введение.	12	2	-	4	3	6	тестирование, устный опрос
2. Атмосфера и лес	12	2	-	4	3	6	тестирование, устный опрос,
3. Радиационный режим атмосферы и земной поверхности	12	2	-	4	3	6	тестирование, устный опрос,
4. Воздушные течения в атмосфере	14	2	-	6	3	6	тестирование, устный опрос,
5. Тепловой режим земной поверхности и атмосферы	12	2	-	4	3	6	тестирование, устный опрос
6. Водяной пар и вода в атмосфере	16	2	-	8	3	6	тестирование устный опрос
7. Климат и климатообразующие процессы	10	2	-	2	3	6	тестирование, устный опрос,
8. Географическое распределение климатических зон по земному шару	10	2	-	2	3	6	тестирование, устный опрос
9. Динамика климата	10	2	-	2	3	6	тестирование, устный опрос
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>54</b>	<b>-</b>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Тема 1. Введение.

Лекция -визуализация

Предмет метеорологии. Предмет лесной метеорологии. Задачи курса. Основные понятия метеорологии. Метеорологические величины. Взаимодействие леса с окружающей средой. Методы исследований и организация метеорологических наблюдений в России. Метеорологические наблюдения в лесу. Основные этапы развития метеорологии. Краткая история развития лесной метеорологии. Международное сотрудничество в области метеорологии. Понятия «атмосфера», «погода», «климат». Применение карт. Метеорологическая сеть. ВМО. Всемирная климатическая программа (ВКП).

### Тема 2. Атмосфера и лес.

Лекция -визуализация

Атмосфера как среда обитания. Влияние метеорологических факторов на лес. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы. Состав воздуха в высоких слоях атмосферы. Высота и масса атмосферы. Состав воздуха в лесу. Строение атмосферы.

### Тема 3. Радиационный режим атмосферы и земной поверхности.

Лекция- консультация

Электромагнитная радиация. Солнце как источник радиации. Солнечная радиация и ее спектральный состав. Изменение солнечной радиации при прохождении атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности. Тепловой баланс земной поверхности. Фотосинтетически активная радиация. Солнечная радиация в лесу.

### Тема 4. Воздушные течения в атмосфере.

Лекция- визуализация

Ветер. Силы, определяющие движение воздуха в атмосфере. Суточный и годовой ход ветра у земной поверхности. Общая циркуляция атмосферы. Местные ветры. Суховеи. Влияние леса на ветер. Барическое поле, барические системы. Суточный и годовой ход атмосферного давления.

### Тема 5. Тепловой режим земной поверхности и атмосферы

Лекция визуализация.

Тепловой режим почв и водоемов. Нагревание и охлаждение почв. Суточный и годовой ход температуры почвы. Особенности нагревания и охлаждения водоемов. Промерзание почвы. Тепловой режим атмосферы. Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Влияние суши и водоемов на температуру воздуха. Инверсии температуры. Суточный и годовой ход температуры воздуха. Заморозки. Непериодические изменения температуры воздуха. Междусуточная изменчивость температуры воздуха. Законы Фурье.

### Тема 6. Водяной пар и вода в атмосфере


Лекция - визуализация

Характеристики влажности воздуха. Конденсация и сублимация в атмосфере. Поступление водяного пара в атмосферу. Испарение с поверхности воды. Испарение с поверхности почв и растительности. Туманы и дымка. Облака. Международная классификация облаков. Образование облаков. Осадки. Образование осадков и их виды. Суточный и годовой ход осадков. Атмосферные осадки и снежный покров. Влияние леса на осадки. Засуха. Гроза.

### Тема 7. Климат и климатообразующие процессы.

Лекция -консультация

Понятие о климате. Климатообразующие процессы. Географические факторы климата. Теории климата. Влияние растительного покрова на климат. Влияние лесной растительности на климат. Климат леса (фитоклимат). Понятие микроклимата. Методы исследования микро-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

климата. Микроклимат леса.

### **Тема 8. Географическое распределение климатических зон по земному шару.**

Лекция - визуализация

Географическая зональность, индексы сухости и коэффициенты увлажнения. Классификация климатов. Принципы классификации климатов. Классификация климатов земного шара по В. Кеппену, Л.С. Бергу, Б.П. Алисову. Классификация климатов по М.И. Будыко и А.А. Григорьеву. Климатические зоны и области на территории СНГ

### **Тема 9. Динамика климата.**

Лекция - консультация

Изменения и колебания климата. Естественные факторы изменения климата. Антропогенные факторы изменения климата. Методы реконструкции и изучения климатов. Дендроклиматология. Изменение климата в период инструментальных наблюдений. Современные тенденции изменения климата на территории Ульяновской области.

## **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Данный вид работы не предусмотрен УП

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

### **Тема.1. Введение.**

#### **Лабораторная работа 1.**

Организация метеорологических наблюдений.

Цель- познакомиться с основными метеорологическими приборами, методами измерений, провести метеорологические наблюдения.


В результате выполнения лабораторных работ студенты должны знать устройство и принцип действия метеорологических приборов, о процессах, протекающих в атмосфере, о погоде и ее изменениях.

По окончании каждой лабораторной работы студент сдает отчет в письменном виде.

#### **Вопросы к теме.**

1. Каковы требования к метеорологической площадке?
2. Назовите основные метеорологические приборы?
3. Каковы требования к наземным метеорологическим наблюдениям.
4. В какие сроки проводятся метеорологические наблюдения?

Метеорологические наблюдения - это измерения и качественные оценки метеорологических элементов и явлений. К ним относятся : температура, влажность, давление, ветер, облачность, осадки, туман, метель, гроза, видимость. Сюда же присоединяются и некоторые величины, непосредственно не отражающие свойства атмосферы или атмосферных процессов, но тесно с ними связанные. Это температура почвы или поверхность воды, испарение, высота и состояние снежного покрова, продолжительность солнечного сияния, солнечное и земное излучение, атмосферное электричество. Экспериментальные исследования проводятся как в лабораторных, так и в природных условиях. Опыты в лабораторных условиях позволяют детально изучить взаимосвязи между отдельными факторами, наблюдаемыми в каком-либо метеорологическом процессе. Экспериментальные исследования в натуральных условиях по активному воздействию на метеорологические процессы выполняются с целью разработки практических методов создания и рассеяния облаков, туманов и др. Теоретические методы базируются на использовании математических моделей различных атмосферных процессов. Важнейшим направлением этого метода является совершенствование техники прогнозов погоды. Имея дело с атмосферными явлениями большого масштаба, необходима такая организация наблюдений, которая позволила бы непрерывно следить за состоянием атмосферы на всем земном шаре и на разных высотах. Поэтому в каждой стране существует сеть метеоро-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

логических станций, на них проводятся регулярные наблюдения за всеми метеорологическими величинами. На некоторых станциях в дополнение проводят аэрологические наблюдения (температура, влажность, давление и ветер на различных высотах в свободной атмосфере); актинометрические (приход-расход солнечной радиации на поверхности земли и баланс ее длинноволнового излучения); градиентные наблюдения (ветер, температура и влажность воздуха на уровнях 0,5 и 2 м от поверхности, а также температура почвы на поверхности и глубинах от 5 до 20 см). Основным звеном Росгидромета является Государственная система наблюдений и контроля над состоянием природной среды, задача которой - осуществление всего комплекса работ по производству наблюдений, обработке информации о текущем состоянии природной среды. Система получения данных (система наблюдений) о состоянии природной среды состоит из двух подсистем: наземной и космической (спутниковой). В наземную подсистему входят: сеть наземных метеорологических станций и постов, аэрологических станций, станций ракетного зондирования, пунктов самолетного зондирования, морских и океанических станций, ионосферных, геомагнитных, гелиофизических станций, пунктов контроля загрязнения окружающей среды и др.

Система наблюдательных пунктов образует Государственную сеть, основную долю которых составляет сеть наземных метеорологических станций и постов I, II, III разрядов, отличающихся составом оборудования и программами наблюдений. В труднодоступных местах для получения метеорологической информации используются автоматические метеорологические станции.

Метеорологические станции и посты подразделяются на основные (опорные) и специальные. Первые служат для систематического получения с необходимой полнотой и точностью информации о состоянии природной среды. Из числа основных станций и постов выделяется особая группа - реперные и вековые станции и посты, которые предназначены для изучения вековых изменений климата и должны функционировать неограниченное время в не изменяющихся условиях окружения.

Специальные станции и посты служат для изучения местных особенностей метеорологического режима территории.

Основные станции размещаются на территории так, чтобы обеспечивалась необходимая точность интерполяции значений метеорологических величин любого пункта территории между станциями. Этому условию соответствует для равнинной местности расстояние между станциями 60-70 км.


На сети аэрологических станций производится регулярное зондирование атмосферы до высоты 30-40 км (определяются давление, температура, и влажность воздуха, скорость и направление ветра).

На сети наземных метеорологических радиолокационных станций производятся наблюдения за развитием и движением облаков, грозами, образованием града, количеством выпавших осадков в радиусе до 150 км.

На ионосферных, геомагнитных, гелиофизических станциях проводят наблюдения за состоянием ионосферы, магнитного поля Земли, активностью Солнца.

Космическая подсистема получения информации состоит из нескольких метеорологических спутников и наземного комплекса приема, обработки и распространения метеорологической информации, включающего пункты приема в Москве, Новосибирске, Хабаровске. Спутники дают регулярную информацию о распределении облачности, состоянии снежного покрова, о тепловой энергии, отражаемой и излучаемой земной поверхностью и атмосферой.

Одним из важнейших требований, которым должны удовлетворять результаты наблюдений, является репрезентативность. Репрезентативными признаются наблюдения, в максимальной степени свободные от местных влияний, характеризующие общее состояние атмосферы в большом районе.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Удовлетворение требованию репрезентативности наблюдений достигается выбором местоположения станции (поста), соответствующего физико-географическим условиям окружающей местности.

Ряд наблюдений должен быть однородным. Однородный ряд – это ряд последовательных значений метеорологического элемента, полученных за достаточно длительное время, выполненных в данном пункте приборами одинаковой конструкции и точности, в одной и той же установке, и наблюдателями одинаковой квалификации; при этом обстановка, окружающая станцию, изменялась с течением времени не настолько существенно, чтобы это могло заметно повлиять на результаты наблюдений.

Следующее требование – сравнимость наблюдений. Это такое качество наблюдений, которое дает возможность сопоставлять результаты наблюдений на разных станциях с уверенностью, что обнаруживаемые различия в значениях метеорологических элементов действительно отражают различия в состоянии атмосферы и происходят не от неточности приборов и случайных влияний. Сравнимость наблюдений обеспечивается репрезентативным положением станции, единством методов и средств наблюдений, которые регламентируются «Наставлениями гидрометеорологическим станциям и постам по производству метеорологических наблюдений и первичной обработки данных».


На всех основных станциях приземной сети обязательными являются наблюдения за такими метеорологическими элементами, как атмосферное давление, скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, температура поверхности почвы, состояние почвы, количество атмосферных осадков, высота снежного покрова, облачность, атмосферные явления, метеорологическая дальность видимости, опасные и особо опасные явления. Некоторые станции дополнительно наблюдают за температурой почвы на различных глубинах, продолжительностью солнечного сияния, гололедно-изморозевыми явлениями на проводах и др.

На всех основных метеорологических станциях стандартные наблюдения производятся в единые синхронные сроки – через 3 ч, начиная с 0 ч по среднему гринвичскому времени.

Последовательность производства наблюдений регламентируется «Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам». Так, температура воздуха измеряется за 6-10 мин до срока. Давление по барометру должно отсчитываться как можно ближе к 00 мин срока.

Требования к метеорологическим приборам и метеорологической площадке. Средства измерений, применяемые для определения значений метеорологических величин, называются метеорологическими. Каждый измерительный прибор состоит из нескольких элементов, последовательно преобразующих измеряемую величину в сигнал, воспринимаемый зрительно или регистрирующим устройством. Метеорологические приборы используются на всей территории России. Ко всем метеорологическим приборам, предназначенным для работы в естественных условиях (за небольшим исключением), предъявляются требования безотказной работы во всех климатических зонах (температура от -60 до +50 °С, высокая влажность воздуха, выпадение жидких и твердых осадков, наличие тумана, запыленность воздуха, большие ветровые нагрузки). Кроме того, требуется высокая надежность приборов при длительной эксплуатации возможность их перевозки всеми видами транспорта. Приборы должны сохранять в течение длительного времени (не менее года) свои характеристики, потреблять, возможно, меньше энергии, а в ряде случаев – иметь автономные источники питания. Для обеспечения единства и достоверности измерений все метеорологические приборы с определенной периодичностью поверяются. Поверка состоит в определении поправок к отсчетам по шкале прибора или переводного коэффициента прибора путем сравнения его показаний с показаниями образцового измерительного средства. По результатам поверки оформляется



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

поверочное свидетельство, в котором даются заключение о пригодности прибора для использования, поправки и переводные коэффициенты. Поверка приборов входит в обязанности метрологических служб подразделений (служб средств измерений - ССИ) Гидрометслужбы. Каждая метеорологическая станция имеет метеорологическую площадку (рис. 1) для размещения приборов и служебное помещение, расположенное не далее 300 м от площадки. Площадка прямоугольная, размером 26x26 м, с ориентацией сторон север-юг, восток-запад. Место для площадки по физико-географическим характеристикам должно быть типичным для окружающей местности радиусом 20-30 км с тем, чтобы наблюдения были репрезентативными. Расстояние от площадки до невысоких строений, групп деревьев должно быть не менее 10-кратной из высоты, а от сплошного леса и сплошной городской застройки – не менее 20-кратной. Площадка должна находиться от оврагов, обрывов на расстоянии десятков метров, а от уреза воды – не менее 100 м. Во избежание нарушения естественного покрова на метеоплощадке разрешается ходить к приборам только по дорожкам. Для определения высотного положения приборов, в частности барометра, в районе площадки имеется репер.



Рис 1. Метеорологическая площадка (общий вид)

Для обеспечения единства измерений приборы на площадке размещаются строго по схеме согласно «Наставлению...». Приборы устанавливаются в определенном порядке и ориентации по отношению к странам света и на определенной высоте над поверхностью земли. Ограда площадки и все вспомогательное оборудование (подставки, будки, лестницы, столбы, мачты и т.п.) окрашиваются в белый цвет для предотвращения их чрезмерного нагревания солнечными лучами, что может повлиять на точность измерений.

#### **Вопросы к теме.**

1. Каковы требования к метеорологической площадке?
2. Назовите основные метеорологические приборы?
3. Каковы требования к наземным метеорологическим наблюдениям.
4. В какие сроки проводятся метеорологические наблюдения?


#### **Тема 2. Атмосфера и лес.**

##### **Лабораторная работа 2.**

Температурный режим воздуха

Цель работы – получить представление о метеорологических термометрах и методике измерения температуры воздуха

Задачи работы:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1. ознакомиться с термометрами: психрометрическими, максимальными, минимальными
  2. Изучить конструктивные особенности метеорологических термометров
  3. Изучить конструктивные особенности аспирационного психрометра
- Средства: термометры для измерения температуры , аспирационный психрометр

Задание:

1. Изучить устройство и принцип действия термометров, их установку и методику измерений
2. провести наблюдения за температурой воздуха по психрометрическому , максимальному и минимальному термометрам.
3. Построить график суточного хода и годового хода температуры воздуха

Результаты: изучение устройства термометров и методики измерения температуры воздуха  
Построить графики и результаты измерений представить в виде таблицы.

Для измерения температуры в метеорологии используют следующие типы термометров: жидкостные, деформационные и электрические.

**Жидкостные термометры.** Это наиболее распространенный тип термометров, применяемых в метеорологии. Жидкостные термометры основаны на принципе изменения объема жидкости при повышении или понижении температуры . В качестве жидкости обычно применяют ртуть или спирт, обладающие следующими физическими свойствами.

Ртуть ( Hg) температура замерзания  $-38,9^{\circ}$ ; температура кипения  $356,9^{\circ}$ , коэффициент расширения ( при  $18^{\circ}$ )  $-0,000181$ ; теплоемкость  $-0,03$  кал/г град.

Спирт этиловый ( $C_2H_5OH$ ) –температура замерзания  $-117,3^{\circ}$ ; температура кипения  $78,5^{\circ}$ ; коэффициент расширения (при  $18^{\circ}$ ) –  $0,0011$ ; теплоемкость  $-0,58$  кал/г град.

Из приведенных характеристик видно, почему для измерения более низких температур применяется спирт.

Все жидкостные термометры состоят из трех основных частей: стеклянного резервуара, наполненного термометрической жидкостью и переходящего в верхней части в капилляр; стеклянной шкалы с делениями; защитной стеклянной трубки.

В зависимости от устройства шкалы термометры делятся на два вида: со вставной шкалой и палочные.

Вставная шкала изготавливается из молочного стекла и неподвижно укрепляется в корпусе термометра, упираясь одним концом в специальное седло, а другим в пружину, помещенную в пробке. К шкале плотно прикрепляется тонкий стеклянный капилляр. В палочных термометрах шкала наносится на внешней стороне толстостенного капилляра.

Термометры для измерения температуры воздуха

Наибольшее распространение и применение для измерения температуры воздуха получили жидкостные термометры. На метеорологических станциях температуру воздуха измеряют по сухому термометру стационарного психрометра, который предназначен также для определения характеристик влажности. Психрометрические термометры имеют вставную шкалу из молочного стекла с ценой деления  $0,2^{\circ}$ . Отсчеты производятся с точностью до  $0,1^{\circ}C$ . Эти термометры очень чувствительные и малоинерционные. Резервуар имеет форму шара. На верхнем конце защитной трубки имеется металлический колпачок с закраиной, который служит для установки термометра

Психрометрические термометры изготавливаются с различными пределами шкалы: ртутные (от  $-41$  до  $35^{\circ}$ ) и ртутно-талиевые (от  $-35$  до  $55^{\circ}C$ ).

Для измерения температуры воздуха в полевых условиях применяют сухой термометр аспирационного психрометра и термометр пращ.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



Рис. 2. Психрометрический термометр

Термометр аспирационного психрометра – ртутный, имеет вставную шкалу из молочного стекла с ценой деления  $0,2^\circ$ . От стационарного термометра он отличается меньшими размерами и формой резервуара.

Термометр-пращ – ртутный палочный термометр- представляет собой толстостенную трубку с узким капилляром и с резервуаром, выдутым в конце этой же трубки. Шкала нанесена на передней внешней стороне. Для удобства и быстроты отсчета противоположная стенка термометра покрыта молочным стеклом; цена деления  $0,5^\circ$ . На верхнем конце термометра имеется шарик, к которому привязывается шнур. При измерениях термометр вращают за шнур в горизонтальной плоскости в течение 2-3 мин. Затем быстро делают отсчет.

Устанавливают их в психрометрической будке.

**Психрометрическая будка**

Психрометрическая будка представляет собой небольшой деревянный шкаф размером 29 x 46 x 59 см. Боковые ее стенки сделаны из двойного ряда наклонных планок в виде жалюзи. Одна из стенок служит дверцей. Сверху будка имеет горизонтальный потолок, над которым располагается крыша. Размеры крыши больше размеров потолка, ее скат сделан на юг. Дно будки состоит из трех отдельных планок, причем средняя расположена немного выше крайних. Между планками образуются широкие просветы. Жалюзные стенки и пол обеспечивают свободный доступ воздуха к приборам. Но нормальная вентиляция будки обеспечивается только при ветреной погоде, в тихую погоду в будке может оказаться застой воздуха.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



Рис. 3. Психрометрическая будка (общий вид)

Психрометрическая будка предназначена для защиты термометров от радиационных воздействий. Устанавливают ее на деревянной подставке так, чтобы резервуары термометров были на высоте 2 м от почвы. Будку ориентируют дверцей на север. Будка внутри и снаружи, подставка и лесенка окрашены белой краской.

#### Деформационные термометры. Термографы


Кроме жидкостных термометров на метеорологических станциях используют термографы, основанные на принципе изменения линейных размеров твердых тел с изменением температуры воздуха во времени.



Рис. 4. Термограф (общий вид)

Приемной частью термографа, реагирующей на изменение температуры воздуха, служит изогнутая биметаллическая пластинка. Она состоит из двух пластинок, имеющих различные коэффициенты расширения.

Обычно это инвар и немагнитная сталь. Один конец биметалла закреплен неподвижно, к другому концу с помощью системы рычагов присоединена стрелка, на конце которой насажено перо, наполняемое анилиновыми чернилами с глицерином, предохраняющим от

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

высыхания и замерзания. При изменении температуры биметаллическая пластика меняет изгиб, и перемещение её конца в увеличенном виде передается на стрелку с пером. Перо, прикасаясь к ленте на вращающемся барабане, вычерчивает на ней кривую, соответствующую изменениям температуры воздуха. Барабан приводится в движение часовым механизмом. У термографов бывают суточные и недельные барабаны. Ленты суточных барабанов имеют цену деления по вертикальной шкале времени 15 мин (недельные 2 часа). Цена деления горизонтальной шкалы ленты равна 1°C.

Суточные ленты, как правило, меняют в 12-часовой срок наблюдений, недельные в понедельник. Ленты обрабатываются и сохраняются.

**Электрические термометры**

В эту группу включены термометры сопротивления, термоэлектрические и термоэлектронные.

**Термометры сопротивления.** Принцип действия этого термометра основан на свойстве материалов менять электрическое сопротивление (проводимость) с изменением температуры. В качестве первичных преобразователей используют металлические проволочные и полупроводниковые терморезисторы. Для металлических терморезисторов температурная зависимость может быть выражена формулой:

$$R_t = R_0 (1 + \sigma t), \quad (1)$$

где:

$R_t$  – сопротивление проводника при температуре  $t$  °C;

$R_0$  – сопротивление при 0°C;

$\sigma$  – температурный коэффициент сопротивления металла.

Датчик термометра сопротивления представляет собой тонкую проволоку из чистого металла (медь, платина, никель), намотанную на каркас и помещенную в герметически защищенный кожух (длина 10-20 см, диаметр около 1 см).

В метеорологии термометры сопротивления находят применение при дистанционных измерениях температуры воздуха, почвы.


**Вопросы к теме:**

1. Конструктивные особенности метеорологических термометров
2. Цена деления шкалы термометра
3. Что такое реперные точки?
4. Какие жидкости используют в термометрах?
5. В чем заключается точность измерения?
6. Какие существуют температурные шкалы?
7. Какие виды термометров используются на метеорологической площадке?
8. Для чего предназначена психрометрическая будка?
9. Как и где устанавливаются метеорологические термометры для измерения температуры воздуха?
10. Как и где устанавливаются метеорологические термометры для измерения температуры почвы?
11. В чем суть принципа действия термометра?

## ЗАДАНИЕ

Обработка термограммы (суточной)

1. Разметить карандашом краткими поперечными линиями каждый час в интервалах между имеющимися на ленте засечками, сделанными в срочные часы;
2. Снять и записать в таблицу ежечасные показания термографа за каждый час;
3. Вписать в ту же таблицу истинные значения температуры (по «сухому» термометру)

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- в срочные часы, надписанные на ленте термографа;
4. Вычислить разность между истинными значениями в срочные часы и показаниями самописца. Эти разности и будут поправками к записи прибора в срочные часы;
  5. Путем равномерной интерполяции определить поправки для всех остальных часов;
  6. Алгебраически прибавив найденные для каждого часа поправки к показаниям термографа, получим истинные значения температуры для каждого часа;
  7. Найти на ленте максимум и минимум температуры и с соответствующими поправками записать в таблицу, отметив их время;
  8. Вычислить и записать в таблицу полную амплитуду суточных изменений за данный день, т.е. разность между  $\max$  и  $\min$  температуры за сутки.

Часы	0,1,2,3...24	За 24 часа		за 8 срочков		max		min		амплитуда
		S	Средн	S	средн	t°	время	t°	время	
Отсчеты по ленте										
Поправка										
Испр. велич.										

### Тема 3 . Радиационный режим атмосферы и земной поверхности

#### Лабораторная работа 3.

Актинометрические наблюдения.

Актинометрия - один из разделов метеорологии: учение о солнечном, земном и атмосферном излучении (радиации) в условиях атмосферы.

Цель работы – получить представление об основных актинометрических приборах, об их устройстве, установке и методике проведения наблюдений.

Задачи работы:

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия приборов для измерения радиации
2. Изучить устройство и принцип действия гелиографа, установку и методику проведения наблюдений
3. Провести наблюдения

Средства: гелиограф

Задание:


1. Изучить методику проведения наблюдений
2. Изучить конструкцию приборов
3. Изучить устройство и принцип действия гелиографа
4. Обработка ленты гелиографа

Результаты: изучить методику проведения актинометрических наблюдений. Провести наблюдения с помощью гелиографа и результаты наблюдений представить в виде

Актинометрические наблюдения – наблюдения над интенсивностью солнечной радиации прямой, рассеянной, суммарной, а также над эффективным излучением, радиационным балансом и альбедо, проводимые с помощью соответствующих приборов.

Основными актинометрическими приборами являются: актинометр (для измерения интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную к лучам поверхность), пиранометр (альбедометр) (для измерения интенсивности суммарной, рассеянной и отраженной коротковолновой радиации), балансомер (для определения радиационного баланса земной поверхности).

Все эти приборы основаны на общем принципе. Лучистая энергия, поглощенная чувствительным элементом (обычно зачерненная пластинка), преобразуется в тепловую энер-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

гию с последующим преобразованием посредством термопары в электрическую энергию (ЭДС), измеряемую гальванометром. В итоге об интенсивности лучистой энергии судят по величине отклонения стрелки гальванометра. Эти приборы являются относительными, и их тарирование производится по показаниям компенсационного пиргелиометра Онгстрема, принятого в России в качестве образцового.

Для проведения наблюдений приборы для измерения радиационных характеристик размещаются на актинометрической стойке.

Актинометрические наблюдения проводятся шесть раз в сутки: в 0 ч 30 мин, 6 ч 30 мин, 9 ч 30 мин, 12 ч 30 мин, 15 ч 30 мин, 18 ч 30 мин по среднему солнечному времени.

#### Гелиограф

Гелиограф предназначен для регистрации продолжительности солнечного сияния, т.е. количества часов, когда солнечный диск не закрыт облаками, а интенсивность солнечной радиации составляет не менее  $0,21 \text{ кВт/м}^2$ .

Принцип действия гелиографа основан на прожигании бумажной ленты солнечными лучами, сфокусированными стеклянным шаром. Лента, по которой в течение дня перемещается изображение Солнца, имеет деления в часах. По длине прожженных участков на ленте определяют время, в течение которого Солнце не было закрыто облаками.

Стеклянный шар закреплен в дугообразном держателе. Наклоняя подвижную часть прибора, по шкале углового сектора устанавливают широту места метеостанции и закрепляют стопорным винтом. При этом ось стеклянного шара принимает положение, параллельное оси вращения Земли (оси мира).

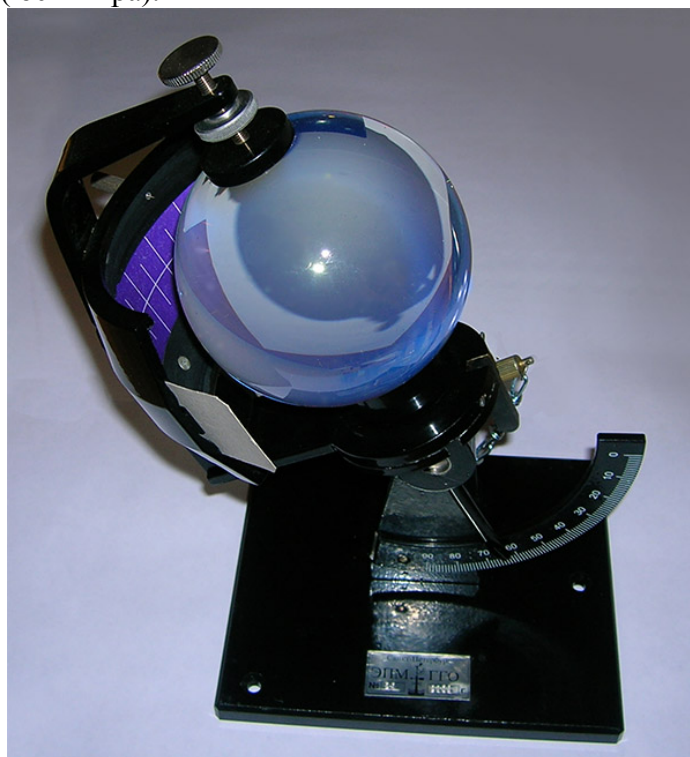



Рис. 5. Универсальный гелиограф

Сферическая чаша имеет три паза, в которые вставляются бумажные ленты. В средний паз вставляется прямая (равноденственная) лента, в верхний паз - зимняя и в нижний паз - летняя ленты. Обе последние ленты криволинейные. Положение ленты в пазах фиксируется штифтом с иглой.

Одна лента рассчитана на 10 часов. В зависимости от продолжительности дня используют 1,2 или 3 ленты. На метеорологической площадке гелиограф устанавливается на столбе

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

на высоте 2 м от поверхности земли строго горизонтально и ориентируется по географическому меридиану.

### Вопросы к теме:

1. Что называется прямой солнечной радиацией?
2. Каков спектральный состав солнечной радиации ?
3. Какие изменения происходят с солнечной радиацией при проникновении ее в атмосферу?
4. Как происходит рассеяние солнечной радиации?
5. От чего зависит суточный и годовой ход прямой радиации?
6. Где устанавливается гелиограф?
7. На сколько часов рассчитана одна лента гелиографа?
8. Что такое фотосинтетически активная радиация?
9. Назовите приборы для измерения радиации
10. Какие явления связаны с рассеянием радиации?

### ЗАДАНИЕ

#### Обработка ленты гелиографа

Обработку вести в следующем порядке:

1. Определить на ней продолжительность солнечного сияния за каждый час в десятых долях часа;
2. Подсчитать продолжительность солнечного сияния в течение дня и выразить ее в часах;
3. Найти время восхода и захода Солнца и продолжительность дня по специальной таблице;
4. Сравнить продолжительность солнечного сияния с продолжительностью дня и выразить фактическую продолжительность солнечного сияния в процентах от возможной.

### Тема 4. Воздушные течения в атмосфере

#### Лабораторная работа 4а Атмосферное давление.

Цель работы – получить представление об устройстве приборов для измерения атмосферного давления и методике измерения

Задачи работы:

1. Овладеть методикой измерения атмосферного давления
2. Усвоить единицы измерения давления и знать их соотношение

Средства: барометр-анероид, поверочное свидетельство барометра-анероида, стационарный барометр.

Задание:

4. Изучить устройство приборов и методику измерения атмосферного давления ртутным барометром и барометром –анероидом
5. Измерить атмосферное давление
6. Рассчитать атмосферное давление на уровне моря


Результаты: изучение устройства прибора и методики измерения атмосферного давления, результаты измерений представить в виде таблицы.

Атмосферное давление равно весу расположенного выше столба воздуха с основанием, равным единице. Величина атмосферного давления не зависит от ориентации поверхности, на которую оно действует.

Атмосферное давление, измеряемое на всех метеорологических станциях необходимо знать для составления приземных синоптических карт, отражающих состояние погоды в определенный момент времени.

Единицами давления служат миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.), гектопаскаль



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

(гПа) и миллибар (мб), мм рт. ст. – это изменение атмосферного давления, соответствующее поднятию или опусканию ртутного столба в барометре на 1 мм.

1 Паскаль (Па), единица системы СИ - давление силой в 1 Ньютон на площадь в  $1 \text{ м}^2$  ( $100 \text{ Па} = 1 \text{ гПа}$ ).

$1 \text{ гПа} = 1 \text{ мб} = 0,75 \text{ мм рт. ст.}$

Среднее давление на уровне моря составляет 760 мм рт. ст., или 1013,2 гПа.

Приборы для измерения давления подразделяются на три типа: ртутные барометры (манометры), анероиды и гипсотермометры.

Ртутные барометры являются наиболее точными и употребляются в основном для измерения атмосферного давления на метеорологических станциях. По устройству сосудов, наполняемых ртутью, барометры делятся на три вида: чашечные, сифонно-чашечные и сифонные. Наиболее часто используются два первых вида.

Жидкостный барометр изобретен Торричелли (1643г.), а название «барометр» приписывают Бойлю (1665г.), до него прибор называли «Торичеллиевой трубкой».

Принцип действия ртутного барометра основан на уравнивании атмосферного давления весом ртутного столба.

**Чашечный барометр**


Чашечный барометр имеет следующее устройство. Стекло́нная трубка, запаянная сверху и наполненная дистиллированной ртутью, погружена нижним открытым концом в пластмассовую или металлическую чашку с ртутью. Чашка сообщается с наружным воздухом через отверстие, закрываемое винтом. Воздух в верхней части трубки отсутствует, поэтому под действием внешнего давления воздуха на поверхность ртути в чашке, столбик ртути поднимается до определенной высоты. Вес столба ртути будет равен атмосферному давлению. Стекло́нная трубка с ртутью помещается в металлическую оправу. В верхней ее части сделан продольный сквозной прорез для наблюдений за положением столба ртути в трубке. На одной стороне прореза нанесена шкала в мм рт. ст. или гПа. Для отсчета десятых долей внутри оправы находится кольцо с нониусом, перемещаемым вдоль шкалы с помощью винта. В средней части оправы вмонтирован термометр, по которому измеряют температуру прибора перед отсчетом высоты ртутного столба.



Рис.6. Чашечный ртутный барометр

На метеорологической станции ртутный барометр помещается в специальный шкафчик, укрепленный на стене.

Чтобы найти высоту ртутного столба, соответствующую величине атмосферного дав-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ления в том или ином пункте, к отсчету по барометру вводится ряд поправок: инструментальная, температурная, поправки на ускорение силы тяжести в зависимости от широты места и его высоты над уровнем моря.

*Поправки ртутного барометра.*

При повышении температуры ртуть расширяется, плотность ее уменьшается, и высота ртутного столба оказывается завышенной по сравнению с наблюдениями при температуре 0°, которая и принимается за «нормальную». Таким образом, температурная поправка при температурах выше нуля будет иметь знак минус, а при температурах ниже нуля - плюс.

Ускорение силы тяжести, определяемое расстоянием от центра земли, имеет наибольшее значение на полюсах, наименьшее – у экватора. Кроме того, оно уменьшается с удалением кверху от уровня моря. Для сравнимости всех наблюдений над давлением, проведенных на различных широтах и высотах над уровнем моря, их приводят к стандартной силе тяжести. За стандартное принято ускорение силы тяжести на широте 45° и на уровне моря. В низких широтах (от 0° до 45°С) показания барометра оказываются завышенными, а в высоких (от 45° до 90°С) заниженными. С поднятием вверх от уровня моря показания также будут завышены.

Таким образом, поправка на ускорение силы тяжести в зависимости от широты места будет положительной в высоких широтах и отрицательной в низких. Поправка на ускорение силы тяжести в зависимости от высоты над уровнем моря будет отрицательная на всех высотах, имеющих абсолютную отметку выше уровня моря.


Кроме того, вводится инструментальная поправка, которой корректируются неточности в показаниях барометра, связанные с несовершенством его изготовления. Инструментальная поправка указывается в паспорте прибора; определяется с помощью эталонного прибора.

Введением указанных поправок получают давление на уровне станции, которое затем приводят к уровню моря. Для этого используют таблицы, рассчитанные по барометрической формуле.

**Барометр-анероид**

Барометр-анероид относится к деформационному виду приборов для измерения атмосферного давления. Чувствительным элементом в таких барометрах является анероидная коробка (барокоробка), преобразующая изменения атмосферного давления в линейные перемещения (деформации). Воздух из коробки выкачивается почти полностью. Для того, чтобы коробка не сплющивалась давлением окружающего воздуха, пружина оттягивает крышку коробки, приводя ее в равновесие. При увеличении внешнего давления крышка будет немного вдавливаясь внутрь коробки, при уменьшении под действием пружины будет подниматься вверх. Величина деформации коробки при изменении давления очень мала (0,3 мм на 10,5 гПа). Но при помощи системы рычагов эти незначительные колебания увеличиваются от 200 до 800 раз и передаются на стрелку, перемещающуюся вдоль шкалы с делениями. В верхней части анероида вмонтирован дугообразный термометр для измерения температуры прибора. Весь механизм анероида помещается в металлический или пластмассовый корпус со стеклянной крышкой. В отсчеты по шкале барометра-анероида вводят температур-



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ную, шкаловую, добавочную поправки, которые приводятся в поверочном свидетельстве.

Температура оказывает влияние на показания барометра. Так как с изменением температуры меняются упругие свойства коробки, происходят деформации узлов передаточного механизма. Для учета влияния температуры на показания барометра-анероида принято их приводить к температуре 0°C. Для этого определяют температурный коэффициент, равный изменению показаний барометра при изменении температуры на 1°C.

Шкаловая поправка исключает систематическую инструментальную погрешность, являющуюся следствием технологических допусков при изготовлении передаточного механизма анероидной коробки, т.е. учитывает индивидуальные особенности прибора, не соответствующие делениям шкалы, одинаковой для всех приборов данного типа. В поверочном свидетельстве шкаловые поправки даются для всей шкалы через каждые десять делений.

Барометры – анероиды имеют некоторые преимущества перед ртутными барометрами (малые габариты и масса, отсутствие ртути, удобства транспортировки), но они уступают в точности и не применяются на метеорологических станциях в качестве основного прибора для измерения атмосферного давления. Их применяют в тех случаях, когда измерение давления допустимо с погрешностью более 1 гПа (на некоторых постах и в отдельных экспедициях).

#### Барограф

Барограф предназначен для непрерывной регистрации атмосферного давления. Пределы измерения от 780 до 1060 гПа, погрешность измерения  $\pm 1-2$  гПа. Может работать при температуре воздуха от -10 до +45° С. По своему устройству он делится на три части: приемную (датчик), передающую и регистрирующую.

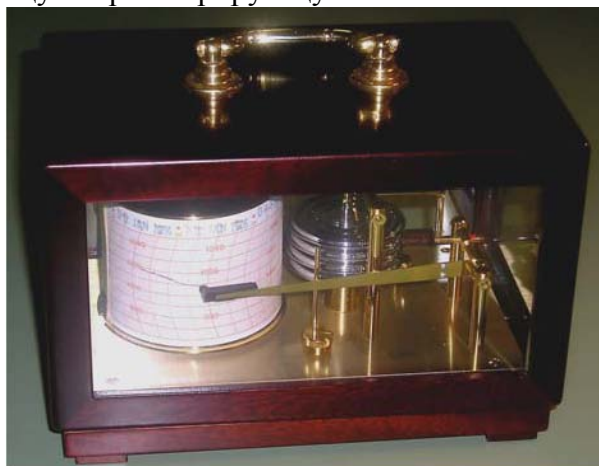



Рис.7. Барограф

Приемной частью служит система анероидных коробок. Воздух из коробок откачен и атмосферное давление, направленное на сжатие коробок, уравнивается силой упругости коробок. Верхняя коробка соединяется с рычагом передающего механизма. Величина деформации коробок очень мала, но при передаче на перо она увеличивается с помощью рычагов в 80-100 раз.

Для уменьшения влияния температуры на показания барографа в его нижней части смонтирован биметаллический компенсатор.

Регистрирующая часть представляет собой барабан с часовым механизмом внутри. На барабан надевается бумажная лента, на которой нанесены горизонтальные и дугообразные деления сверху вниз; горизонтальные линии соответствуют атмосферному давлению, дугообразные – интервалам времени. Для недельных самописцев этот интервал 2 ч, для суточных – 15 мин.

При вращении барабана перо на конце стрелки специальными чернилами оставляет след соответственно колебаниям атмосферного давления.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Показания барографа нужно систематически сравнивать с данными ртутного барометра. Для этого в срочные часы наблюдений на ленте барографа делается засечка, соответствующая истинному давлению.

В помещении метеостанции барограф находится на полочке, укрепленной на стене на высоте 110-130 см от пола. По виду кривой записи между сроками наблюдений определяется форма барической тенденции.

*Барическая тенденция* - это изменение атмосферного давления за время между сроками наблюдений (3 часа при 8 срочных наблюдениях). Барическая тенденция имеет знак «+» при росте давления и знак «-» при понижении.

#### Вопросы к теме:

1. Что такое атмосферное давление?
2. Какие единицы измерения атмосферного давления?
3. Чему равна стандартная атмосфера на уровне моря?
4. Как изменяется давление с высотой?
5. О чем свидетельствуют изменения атмосферного давления во времени?
6. Для каких целей измеряют атмосферное давление?
7. Как правильно установить барометр на метеорологической станции?
8. Что является причиной движения воздуха?
9. Какие факторы вызывают изменение атмосферного давления?
10. Для чего предназначен барограф?

#### ЗАДАНИЕ

##### Определение превышения 7-го этажа 1 корпуса УлГУ над 1-м с помощью анероида

1. Отсчитать давление по анероиду на 7-м этаже с точностью до 0,1 мм рт. ст. Снять показания термометра, вмонтированного в анероид с точностью 0,1°. Отсчеты проводить на уровне стола.
2. То же самое проделать на 1-м этаже здания (через 3-5 мин после выхода из лифта)
3. Одновременно с помощью термометра –праща измерить температуру воздуха на 7-м и 1-м этажах.
4. Ввести к показаниям анероида соответствующие поправки и вычислить превышение 7-го этажа над 1-м по барометрической формуле.

#### Лабораторная работа 4 б. Ветер. Измерение скорости ветра

Цель работы – получить представление о приборах и методиках измерения скорости и направления ветра

Задачи работы:

1. Изучить конструкцию и установку флюгеров и анемометров
2. Провести наблюдения за скоростью и направлением ветра
3. Ознакомиться с барическим законом ветра


Средства: анемометр Фусса

Задание:

1. Изучить устройство и принцип действия приборов, их установку и методику измерения скорости и направления ветра
2. Измерить скорость ветра
3. Построить розу ветров

Результаты: изучение устройства приборов для измерения направления и скорости ветра и методики измерения. Построить «розу ветров» и результаты измерений представить в виде таблицы.

Ветром называется горизонтальное перемещение воздуха относительно земной поверхности. Обычно определяют направление ветра –сторону горизонта, откуда дует ветер, и его скорость в м/с. Вследствие турбулентности скорость и направление ветра непрерывно

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

меняются.

При определении скорости ветра в приземном слое в полевых условиях используют анемометры различных типов: чашечный, контактный или индукционный.

Для получения характеристик ветра на метеорологических станциях в настоящее время применяют флюгер и дистанционные приборы – анеморумбометры. Наблюдения за ветром включают: а) измерение средней скорости ветра за промежутки времени 2 или 10 мин; б) определение максимального значения мгновенной скорости ветра; в) определение среднего направления ветра за 2 мин.

Ручной чашечный анемометр

Анемометры служат для измерения средней скорости ветра за определенный промежуток времени.

По конструкции приемной части различают два основных вида анемометров а) чашечные (с полушариями) для измерения средней скорости ветра любого направления в пределах от 1 до 20 м/с ; б) крыльчатые (с мельничкой) для измерения средней скорости направленного воздушного потока от 0,3 до 5 м/с. Крыльчатые анемометры применяют в основном в трубках и каналах вентиляционных систем.

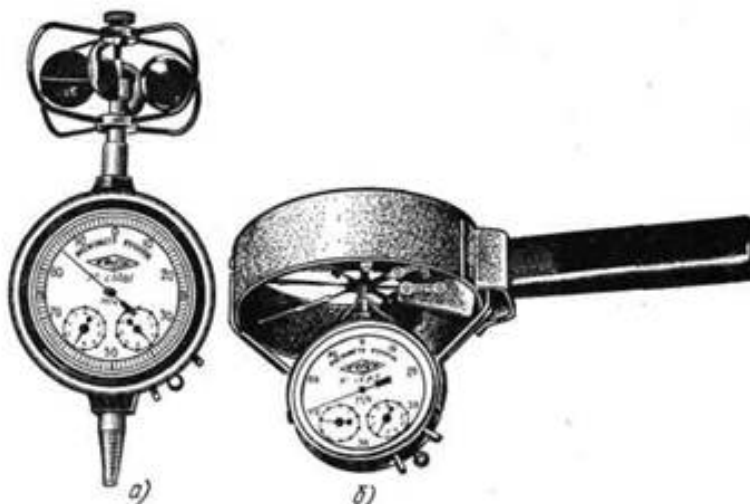



Рис. 8. Анемометры: а) чашечный; б) крыльчатый

Приемная часть ручного анемометра состоит из металлической крестовины, на концах которой укреплены четыре полых полушария, обращенных выпуклостями в одну сторону. Полушария защищены от механических повреждений специальной рамкой и насажены на ось. Ось в своей нижней части имеет червячную (винтовую) нарезку, которой она соединяется с рядом шестеренок передающего механизма, заключенного в пластмассовый или металлический корпус. Счетный механизм имеет три циферблата. На большом нанесены деления от 0 до 100, на одном маленьком – сотни, на третьем – тысячи.

В нижней части футляра сбоку имеется арретир, с помощью которого первая шестеренка передающего механизма может быть отведена или соединена с червячной нарезкой оси. В первом случае вращение полушарий под влиянием ветра происходит вхолостую, во втором оно передается на стрелки циферблатов (счетчик включен). По обе стороны арретира имеются два неподвижных кольца, которыми пользуются для включения счетчика при помощи шнурка в тех случаях, когда анемометр находится высоко. Шнурок привязывают к концу арретира серединой, а концы его продевают через неподвижные кольца. Снизу под корпусом имеется стержень с винтовой нарезкой для установки анемометра на деревянном шесте в вертикальном положении.

Наблюдения по анемометру проводятся следующим образом. Наблюдатель становится лицом к ветру и устанавливает анемометр на заданной высоте так, чтобы шкала была об-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ращена в подветренную сторону, а плоскость циферблата располагалась бы перпендикулярно к направлению ветра. Затем необходимо записать показания всех стрелок (начальный отсчет). После этого включают счетчик анемометра и одновременно пускают в ход секундомер на 10-минутный промежуток времени. По истечении срока выключают прибор и секундомер и записывают конечный отсчет.

#### Флюгер

Флюгер является наиболее распространенным прибором для наблюдений за направлением и скоростью ветра. Он имеет следующее устройство. На нижней неподвижной трубе флюгера укреплены штыри – указатели направления ветра. Штырь, обращенный на север, обозначен буквой «С» или «N». На верхней вращающейся трубе смонтированы флюгарка с противовесом и указатель скорости ветра, состоящий из железной пластины (доски) и дуги со штырями, имеющими радиальное направление. Железная доска размером 13x 30 см свободно вращается относительно горизонтальной оси, проходящей через верхнюю кромку доски, которая всегда располагается перпендикулярно направлению ветра. Для измерения скоростей до 10 м/с используется легкая доска весом 200 г, а более 10 м/с – тяжелая доска весом 800 г.

Скорость ветра определяют по отклонению доски относительно штырей указателя скорости, а направление ветра – по положению противовеса флюгарки относительно штырей указателя направления.

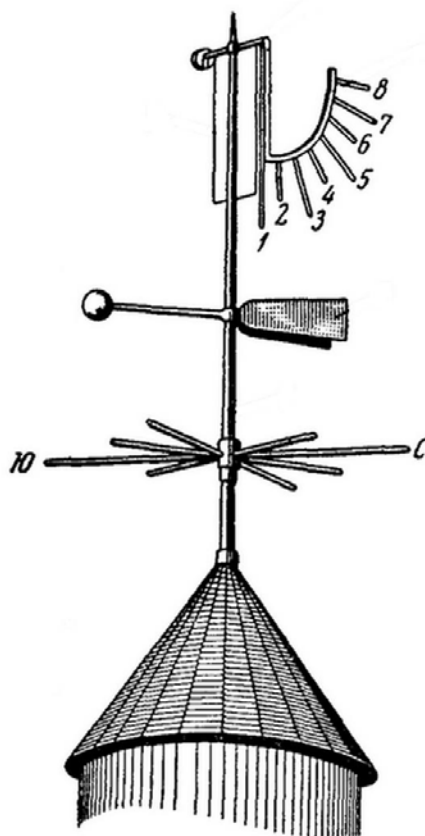


Рис. 9. Флюгер

Флюгеры с легкой доской устанавливаются на отдельных мачтах на высоте 10-12 м. В темное время суток флюгеры освещаются прожектором.


При отсчете скорости ветра наблюдатель отмечает среднее и наибольшее отклонение доски за 2 мин, а среднее положение флюгарки. Скорость ветра определяется по таблице, в которой для каждого номера отклонения легкой и тяжелой доски дается значение скорости ветра.

и тяжелой доской устанавливаются на отдельных мачтах на высоте 10-12 м. В темное время суток флюгеры освещаются прожектором.

Скорость ветра наблюдатель отмечает большее отклонение легкой и тяжелой доски за 2 мин, а среднее положение флюгарки. Скорость ветра определяется по таблице, в которой для каждого номера отклонения легкой и тяжелой доски дается значение скорости ветра.

#### Анеморумбометры

Принцип действия анеморумбометров (их много разновидностей) основан на преобразовании характеристик в электрические величины, которые передаются в соответствующие узлы измерительного пульта по кабелю. Прибор состоит из датчиков скорости и направления ветра, измерительного пульта и блока питания. В датчике сосредоточены чувствительные элементы и первичные преобразователи скорости и направления. В качестве чувствительного элемента используется четырехполосный воздушный винт с горизонтальной

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

осью вращения. Чувствительным элементом для направления ветра является флюгарка, выполненная в виде обтекаемого корпуса прибора, на котором установлен воздушный винт.



Рис. 10. Анеморумбометр

Измерение среднего воздушным потоком, винта может быть отсчи-

градуированного в м/с . Определение мгновенной скорости основано на измерении напряжения электрического тока, который индуцируется в генераторе; вращение винта датчика передается ротору генератора так, что скорость ротора в каждый момент времени равна скорости вращения винта. Измерение направления ветра основано на дистанционной передаче положения флюгарки с помощью специального устройства (сельсинов). Ротор одного из сельсинов соединен с осью флюгарки, второй является указателем в измерительном пульте.

ней скорости ветра основана на определении числа оборотов винта, вращаемого за 10 мин. Число оборотов тано по шкале указателя,

#### Вопросы к теме:

1. Что такое ветер?
2. Что такое «роза ветров»?
3. Что является причиной возникновения ветра?
4. Почему в метеорологии измеряют среднее направление и среднюю скорость ветра?
5. Что такое местные ветры?
6. Для каких целей измеряют направление и скорость ветра?
7. Каким образом ветер связан с изменением давления?
8. Что такое шквалы?
9. Что такое смерч?
10. На какой высоте измеряют приземный ветер?
11. Какие существуют единицы измерения ветра?
12. В чем заключается барический закон ветра?

#### ЗАДАНИЕ


1. Определить скорость ветра по анемометру
2. Определить направление и скорость ветра по флюгеру

### Тема 5. Тепловой режим земной поверхности и атмосферы.

#### Лабораторная работа 5.

Цель работы – получить представление о метеорологических термометрах и методике измерения температуры почвы

Задачи работы:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1. ознакомиться с термометрами: психрометрическими, максимальными, минимальными
2. Изучить конструктивные особенности метеорологических термометров

Средства: термометры для измерения температуры (срочный, минимальный, максимальный), Савинова, щуп

Задание:

1. Изучить устройство и принцип действия термометров, их установку и методику измерений
2. Провести наблюдения за температурой почвы
3. Построить график суточного хода температуры поверхности почвы и температуры почвы на разных глубинах

Результаты: изучение устройства термометров и методики измерения температуры почвы. Построить графики и результаты измерений представить в виде таблицы.

Термометры для измерения температуры почвы.

Для измерения температуры поверхности почвы на метеорологических станциях применяют срочный, максимальный и минимальный термометры. Эти термометры кладут вместе на открытой площадке размером 4 x 6 м так, чтобы их резервуары плотно прилегали к почве и наполовину были в нее погружены. Травяной покров с площадки удаляется, а почва взрыхляется.

При наличии снежного покрова все три термометра помещаются на поверхности снега.

Срочный почвенный термометр ртутный со вставной шкалой; цена деления шкалы 0,5°. *Цена деления* – это количество градусов, приходящееся на наименьшее деление шкалы термометра.

Резервуар термометра имеет обычную цилиндрическую форму. Наблюдения по нему сводятся к отсчету показаний в срочные часы.

*Максимальный термометр* служит для измерения наивысшей температуры за время между срочными наблюдениями. Он также ртутный со шкалой из молочного стекла, цена деления 0,5°. Резервуар может быть или цилиндрическим или шаровым. Пределы шкалы от -36 до +51° или от -21 до +71°. В дно резервуара впаян стеклянный конический стержень, который верхним узким концом входит в капилляр. Поэтому в начале капилляра образуется сужение, препятствующее свободному передвижению ртути из капилляра в резервуар. Когда температура повышается, ртуть под действием теплового расширения проталкивается через сужение из резервуара в капилляр. При понижении температуры ртуть из капилляра обратно не походит, так как силы сцепления между частицами ртути не в состоянии преодолеть силы трения в суженной части термометра, и в этом месте происходит разрыв ртути. Оставшийся в капилляре столбик ртути будет указывать максимальную температуру за определенный промежуток времени. Для того, чтобы ртуть ушла обратно в резервуар, термометр встряхивают несколько раз сильными, но плавными движениями руки. Максимальный термометр устанавливают в горизонтальном положении. Во время наблюдений термометр слегка поднимают за конец, удаленный от резервуара, чтобы ртуть в капилляре подошла к сужению, и делают отсчет. Сделав отсчет, термометр встряхивают, пока столбик ртути не займет положение, соответствующее температуре по срочному термометру. Этим самым подготавливают термометр к следующему наблюдению.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

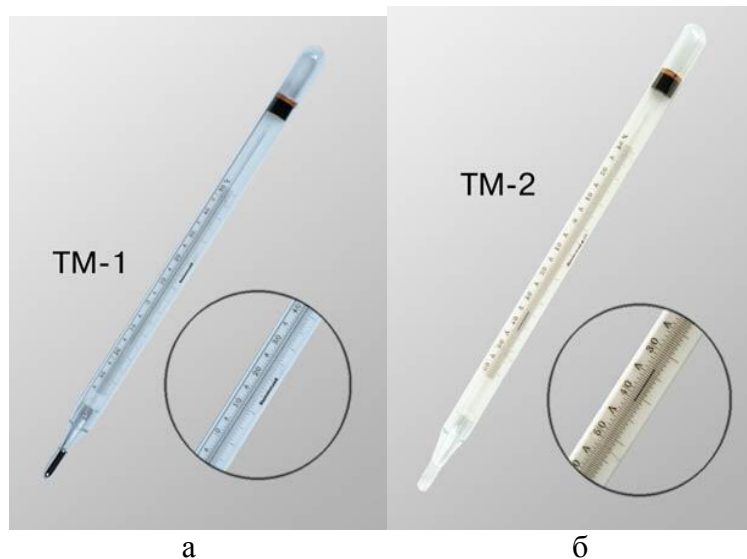


Рис.11. Термометры: а – максимальный, б - минимальный

*Минимальный термометр* служит для измерения самой низкой температуры между сроками наблюдений. Этот термометр спиртовой, имеет вставную шкалу из молочного стекла с ценой деления  $0,5^\circ$ . Резервуар цилиндрический. Капилляр на конце, противоположном резервуару, имеет расширение, в котором собирается спирт при повышении температуры выше последнего деления шкалы. Здесь же скапливаются пары спирта.

В капилляре минимального термометра внутри спирта помещен небольшой тонкий стеклянный штифтик с утолщенными тупыми концами. При вертикальном положении (резервуаром вверх) штифтик свободно перемещается внутри спирта до пленки поверхностного натяжения. В горизонтальном положении он двигается в обратную сторону, к резервуару, под давлением этой пленки. Это происходит только при понижении температуры. Если же температура начнет повышаться, то мениск отойдет от штифта в сторону более высоких температур, а штифтик останется на уровне минимальной температуры.


Устанавливают термометр всегда в горизонтальном положении. Во время наблюдений, не трогая руками термометр, отсчитывают минимальную температуру по концу штифтика, удаленного от резервуара, и срочную температуру по положению мениска спирта. После отсчета термометр переворачивают резервуаром вверх и ждут, пока штифтик дойдет до мениска спирта. Затем термометр вновь устанавливают в горизонтальном положении, после этого он вновь готов к работе.

Походный почвенный термометр-щуп Иванова служит для измерения температуры пахотного слоя почвы на глубине от 3 до 30 см. Он состоит из жидкостного толуолового термометра с ценой деления шкалы  $1^\circ$ , металлической оправы и наконечника. Для улучшения теплоотдачи между наконечником и резервуаром термометра помещены медные и латунные опилки. Для отсчета температуры в верхней части оправы сделан продольный вырез, защищенный органическим стеклом. На обратной стороне оправы нанесена шкала в см, по которой отсчитывают глубину погружения. Для измерения сначала пробуривают вертикальную скважину, затем в нее опускают термометр так, чтобы наконечник слегка вдавливался в почву. Термометр выдерживают в скважине в течение 20 мин. Наблюдения проводят только в теплое время года.

## **Тема 6. Водяной пар и вода в атмосфере**

### **Лабораторная работа 6а. Влажность воздуха.**

Цель работы – получить представление о гигрометрах и методике измерения влажности воздуха

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Задания:

1. ознакомиться с различными типами гигрометров
2. ознакомиться с гигрометрическим и психрометрическим методами измерения влажности воздуха
3. Изучить конструктивные особенности гигрометра и психрометра

Средства: психрометры, гигрометры, психрометрические таблицы

Задание:

1. Изучить устройство и принцип действия приборов, их установку и методику измерения влажности воздуха
2. Провести измерения и вычислить показатели влажности воздуха по формулам и психрометрическим таблицам
3. Построить график суточного и годового хода абсолютной и относительной влажности воздуха

Результаты: изучение устройства гигрометров и психрометра и методики измерения влажности воздуха. Построить графики и результаты измерений представить в виде таблицы.

Психрометрический метод

Этот метод является основным, применяемым на метеорологической сети. Он основан на показании психрометра- прибора, состоящего из двух термометров. Резервуар одного из них обертывается батистом, находящимся в увлажненном состоянии (смоченный термометр). С поверхности резервуара смоченного термометра происходит испарение, на которое расходуется тепло.

Другой термометр психрометра – сухой показывает температуру воздуха. Смоченный же термометр показывает собственную температуру, зависящую от интенсивности испарения воды с поверхности резервуара. Чем больше дефицит влажности, тем интенсивнее будет происходить испарение и, следовательно, тем ниже будут показания смоченного термометра.

Парциальное давление водяного пара в воздухе определяется по психрометрической формуле, на основании которой составлены психрометрические таблицы:

$$e = E' - Ap (t - t') \times (1 + 0,00115 \times t'), \text{ гПа} \quad (2)$$

где:

$E'$  - парциальное давление водяного пара, насыщающего пространство, при температуре смоченного термометра;

$A$  – психрометрический коэффициент, учитывающий скорость движения воздуха;

$p$  – атмосферное давление, гПа;


$t$  и  $t'$  - соответственно температура сухого и смоченного термометров, °С;

$(1 + 0,00115 \times t')$  – учитывает зависимость теплоты испарения от температуры.

Для измерения влажности используют два типа психрометров: стационарный и аспирационный.

Стационарный психрометр

Стационарный психрометр состоит из двух одинаковых термометров с делениями через 0,2°С, установленных вертикально на штативе в психрометрической будке. Резервуар правого термометра плотно обертывается в один слой кусочком батиста, конец которого опускается в стаканчик с дистиллированной водой. Применяется специальный сорт батиста, обладающий необходимыми гигроскопическими свойствами. Стаканчик закрывается крышкой с прорезью для батиста.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

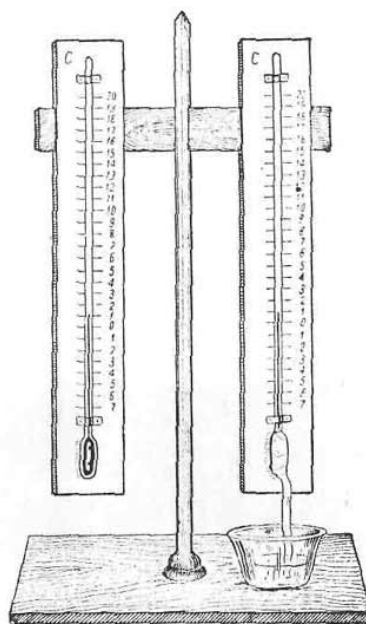


Рис. 12. Стационарный психрометр

Снятие отсчетов по термометрам должно производиться как можно быстрее, т.к. присутствие наблюдателя вблизи термометров может исказить их показания. Сначала отсчитываются и записываются десятые доли, а затем целые градусы.

Наблюдения по психрометру проводятся при любой положительной температуре воздуха, а при отрицательной только до  $-10^{\circ}\text{C}$ , т.к. при более низкой температуре результаты наблюдений становятся ненадежными.

При температуре воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  кончик батиста на смоченном термометре обрезается. Батист смачивают за 30 мин до начала наблюдений, погружая резервуар в стаканчик с водой.

При отрицательной температуре вода на батисте может быть не только в твердом состоянии (лед), но и в жидком (переохлажденная вода). По наружному виду установить это весьма трудно. Для этого необходимо прикоснуться к батисту карандашом, на конце которого имеется кусочек льда или снега, и следить за показанием термометра. Если в момент прикосновения столбик ртути повысится, то на батисте была вода, которая перешла в лед; при этом выделилась скрытая теплота, за счет чего и увеличилось показание термометра. Если же от прикосновения к батисту показание термометра не меняется, значит на батисте лед, и изменения агрегатного состояния не происходит. Учет агрегатного состояния весьма важен, т.к. максимальная упругость водяного пара, входящая в психрометрическую формулу, над водой и льдом различна.

Вычисляют характеристики влажности по результатам измерений по психрометру с помощью специальных психрометрических таблиц.

Аспирационный психрометр ( психрометр Ассмана)

Аспирационный психрометр предназначен для измерения температуры и влажности воздуха в стационарных, экспедиционных условиях, а также в промышленных и бытовых помещениях. Никелированная и полированная поверхность психрометра хорошо отражает солнечные лучи.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



Рис. 13. Аспирационный психрометр

Физический принцип действия аспирационного психрометра такой же, как и стационарного, но он содержит аспирационное устройство (вентилятор), создающее протяжку воздуха у резервуаров термометров с постоянной скоростью 2 м/с.

Аспирационный психрометр также имеет два термометра меньшего размера, но с той же ценой деления (0,2°C). Пределы шкал термометров от -31° до +51°C. Они помещаются в металлическую оправу. Оправа состоит из трубки, раздваивающейся книзу, и боковых защит. Верхний конец трубки соединен с аспиратором, просасывающим наружный воздух через трубки, в которых находятся резервуары термометров. Аспиратор имеет пружинный механизм. Пружина заводится ключом. Трубки сделаны двойными. Резервуар правого термометра обвернут коротко обрезанным батистом.

Перед наблюдением психрометр выносят из помещения зимой за 30 мин, а летом за 15 мин. Батист смачивают с помощью резиновой груши с пипеткой летом за 4 мин, а зимой за 30 мин до срока наблюдения. После смачивания заводят аспиратор, который в момент отсчета должен работать полным ходом. Поэтому зимой за 4 мин до отсчета нужно его вторично завести.

Во время отсчета следует стоять так, чтобы ветер был направлен от прибора к наблюдателю. При сильном ветре скорость аспирации нарушается. Чтобы исключить это, на аспиратор с наветренной стороны надевают ветровую защиту. Она одевается при скоростях ветра более 4 м/с.


Характеристики влажности воздуха вычисляют по психрометрическим таблицам.

#### Гигрометрический метод

Гигрометрический метод измерения влажности воздуха основан на способности тел адсорбировать (поглощать) водяной пар из воздуха и в результате этого деформироваться или менять физические свойства.

#### Гигрометры

В настоящее время на сети применяются два типа гигрометров: волосной и пленочный. Они отличаются только приемной частью: у первого это обезжиренный (обработанный в эфире и спирте) человеческий волос, обладающий свойством изменять свою длину под влиянием изменения относительной влажности, у второго – гигроскопическая органическая пленка, способная изменять свои линейные размеры при изменении относительной влажно-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

сти.

*Волосной гигрометр* Он предназначен для измерения относительной влажности воздуха и наиболее распространен на сети метеорологических станций. Еще в 1783г. Соссюр впервые изготовил гигрометр, применив обезжиренный волос.

При изменении относительной влажности воздуха и соответствующего изменения длины волоса стрелка под действием грузика перемещается относительно шкалы. Так как связь между удлинением волоса и относительной влажностью воздуха не линейная, то шкала гигрометра неравномерная. Гигрометр рассчитан на работу при температуре от  $-50$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ . Пределы измерения влажности от 30 до 100%, погрешность измерения  $\pm 10\%$ . Цена деления шкалы 1%. Отсчеты делаются до целого деления шкалы.

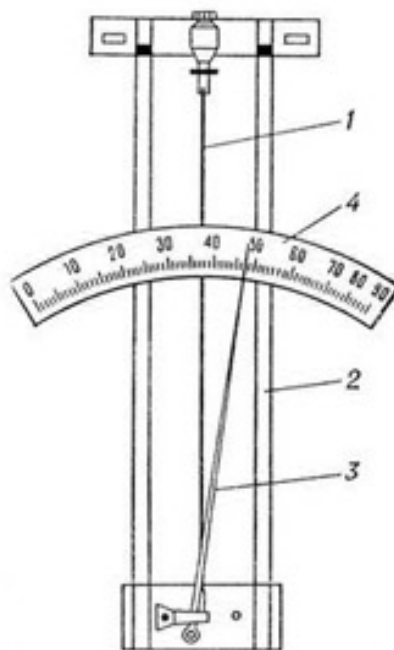



Рис. 13. Волосной гигрометр: 1 – волос, 2 – рамка, 3 – стрелка, 4 - шкала

При температуре воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  гигрометр служит основным прибором для измерения влажности воздуха. Прибор является относительным, и поэтому для получения действительных значений относительной влажности воздуха в зимнее время (при температурах ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ) в показания гигрометра вводят поправки, которые определяются на основании параллельных и одновременных измерений по стационарному психрометру и гигрометру в течение 1-1,5 месяца до наступления устойчивых температур ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . По этим измерениям строится график связи между показаниями психрометра и гигрометра, по которому и определяется поправка.

Гигрометр устанавливается в психрометрической будке и крепится на штативе между сухим и смоченным термометрами.

*Пленочный гигрометр* . Прибор состоит из чувствительного элемента в виде круглой диафрагмы, из органической пленки, передаточного устройства, стрелки и металлической рамки, на которой крепятся детали. Постоянное натяжение пленки обеспечивается грузиком. Гигрометр рассчитан на работу в диапазоне температур от  $-60$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ . Пределы измерения влажности от 30 до 100%, погрешность измерения  $\pm 10\%$ , цена деления шкалы 1%. Шкала, в отличие от волосного гигрометра, равномерная. Он хорошо работает в климатических условиях с низкой температурой и высокой относительной влажностью.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

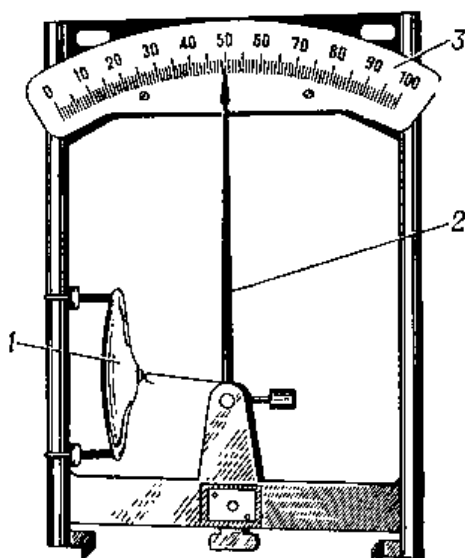


Рисунок 14. Пленочный гигрометр: 1 – пленка, 2 – стрелка, 3 - шкала

*Гигрографы.* Для непрерывной регистрации изменений относительной влажности используют самописцы – гигрографы



Рис.15. Гигрограф


Приемной частью волосного гигрографа является пучок обезжиренных человеческих волос, прикрепленный к раме, изменение длины которого с помощью системы рычагов передается на стрелку и на перо. Середина пучка волос надета на крючок, который с помощью специального устройства связан со стрелкой. Натяжение пучка волос создается грузиком. Изменение длины волос при изменении относительной влажности воздуха передается на стрелку с закрепленным на ее конце пером, заполняемым чернилами. Часовой механизм у гигрографа такой же, как и у термографа.

Гигрограф не является абсолютным прибором, и для определения по нему относительной влажности воздуха вводят поправки, которые определяют по графику, составленному на основании сравнения значений относительной влажности воздуха в срочные часы, полученные по психрометру, и значений, снятых с ленты гигрографа с точностью до 1%.

Пленочный гигрограф отличается от волосного гигрографа только чувствительным элементом.

## ЗАДАНИЕ

### 1. Наблюдения по стационарному психрометру

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1. Отсчитать десятые доли градусов на обоих термометрах, после чего отсчитать и записать целые градусы.
  2. Снять отсчет по ртутному барометру.
  3. Ввести необходимые поправки в показания термометров и барометра
  4. По психрометрическим таблицам определить характеристики влажности
2. Наблюдения по аспирационному психрометру
1. Укрепить психрометр в штативе и провести наблюдения. Для этого набрать в резиновую грушу воды, надеть на нее зажим, подогнать воду в пипетке до указанной метки на стекле. Затем ввести пипетку в трубочку, где находится термометр с батистом. Выждав 3-5 сек( для того, чтобы батист пропитался водой) открыть зажим и тем самым опустить воду в грушу. Нужно остерегаться, чтобы в момент смачивания не нажать на грушу, так как при этом вода может попасть по соединительной трубке на сухой термометр, а также смочить стенки защитной трубки у смоченного термометра, отчего наблюдения будут ненадежные. После смачивания завести ключом вентилятор и заметить время. Через 4 мин после завода сделать отсчеты, так же как и на стационарном психрометре.
  2. Снять отсчет по ртутному барометру
  3. Ввести необходимые поправки в показания термометров и барометра
  4. По психрометрическим таблицам определить характеристики влажности

#### Вопросы к теме:

1. Что такое влажность воздуха?
2. Что такое влагооборот?
3. Каково содержание водяного пара в атмосфере?
4. Что такое конденсация?
5. В чем суть гигрометрического способа измерения влажности воздуха?
6. В чем суть психрометрического способа измерения влажности воздуха?
7. Что такое точка росы?
8. Что такое относительная влажность воздуха?
9. Что такое абсолютная влажность воздуха?
10. Где устанавливаются приборы для измерения влажности воздуха?
11. Какой метод используется при измерении влажности в условиях низких температур?
12. Конструктивные особенности гигрометров
13. Конструктивные особенности психрометра
14. метеорологических термометров
15. Цена деления шкалы термометра
16. Какие жидкости используют в термометрах?
17. В чем заключается точность измерения?
18. Какие существуют температурные шкалы?

#### Лабораторная работа 6б. Измерение атмосферных осадков.

Цель работы – получить представление об устройстве приборов для измерения осадков, их установке и методике проведения наблюдений


Задачи работы:

1. Изучить методику измерения атмосферных осадков
2. Ознакомиться с особенностями наблюдений за осадками в лесу
3. Изучить конструкцию прибора

Средства: осадкомер Третьякова, снегомерная рейка, измерительный стакан

Задание:

1. Изучить устройство и принцип действия прибора, установку и методику измерения

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

атмосферных осадков

2. Провести наблюдения за снежным покровом
3. Провести измерение количества выпавших осадков

Результаты: изучение устройства прибора для измерения атмосферных осадков и методика измерения. Измерить количество выпавших осадков и провести наблюдения за снежным покровом и результаты измерений представить в виде таблицы.

Атмосферные осадки разделяются на две основные группы: осадки, выпадающие из облаков, - дождь, снег, град, крупа, морось и др.; осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах в результате непосредственной конденсации или сублимации водяного пара из воздуха, - роса, иней, изморозь, гололед.

На метеорологических станциях измеряют количество выпавших осадков первой группы и регистрируют начало, конец и интенсивность всех видов осадков.

#### **Измерение осадков, выпавших из облаков**

Количество осадков выражают толщиной слоя воды в миллиметрах, который образовался бы на горизонтальной поверхности при отсутствии стока и просачивания в почву.

Приборы, с помощью которых производится измерение осадков, называются осадкомерами (дождемерами). По конструкции они очень просты: приемным сосудом служит цилиндрическое ведро с определенной площадью поперечного сечения, устанавливаемое на столбе так, чтобы верхний его край находился на высоте 2 м от поверхности земли. Необходимой частью осадкомера является защита, служащая для уменьшения завихрений, образующихся в воздушном потоке у приемного ведра, а также для уменьшения выдувания снега из осадкомера. Планочная защита способствует раздроблению и большему ослаблению воздушного потока около приемной части, что приводит к увеличению собираемых осадков.

Осадкомер Третьякова

Осадкомер Третьякова является основным прибором для измерения осадков на метеорологических станциях.

В комплект осадкомера входят планочная защита, таган для установки ведра на столбе, два приемных ведра, одна крышка к ним, измерительный стакан. Приемная площадь ведра равна  $200 \text{ см}^2$ , его высота 40 см. Для предотвращения выдувания и испарения осадков в нижней половине ведра впаяна конусовидная диафрагма, отверстие которой в летнее время закрывается воронкой. Для слива осадков из ведра под диафрагмой служит отверстие с носком и колпачком. Ведро устанавливается в таган, прочно прикрепленный к столбу. При смене ведер в срочные часы наблюдений ведро закрывается крышкой.

Защита осадкомера состоит из 16 изогнутых трапециевидных планок, скрепленных своими верхними и нижними основаниями на специальных кольцах. Однако защита полностью не исключает влияния ветра. Поэтому для установки осадкомера выбирают наиболее защищенное от ветра место на метеорологической площадке. Но при этом он должен быть достаточно удален от предметов, с которых не попадал бы в него снег, и которые закрывали бы его от дождя.




Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



Рис. 16. Плювиограф (передний план), осадкомер Третьякова (задний план)

Количество выпавших осадков измеряют четыре раза в сутки: в 3,9,15 и 21 час. При измерении ведро закрывают крышкой, снятой с принесенного второго ведра, вынимают его из тагана и ставят второе ведро в таган. Ведро уносят в помещение станции, где скопившуюся воду через сливной носок выливают в измерительный стакан.

Измерительный стакан осадкомера имеет 100 делений. Цена каждого деления равна  $2 \text{ см}^3$ . При приемной площади ведра в  $200 \text{ см}^2$  такая величина соответствует  $0,1 \text{ мм}$  высоты слоя осадков в ведре. Если количество осадков превышает емкость стакана, их измеряют в два или несколько приемов.


Если осадки твердые или смешанные, то измерения производят после того, как осадки растают.

К измеренному количеству осадков прибавляются поправки, учитывающие смачивание осадкомерного сосуда и частичное их испарение: для осадков твердых в количестве более  $0,5 \text{ мм}$  поправка  $+0,1 \text{ мм}$ ; для жидких осадков до  $0,5 \text{ мм}$  поправка  $+0,1 \text{ мм}$ , более  $0,5 \text{ мм}$  поправка  $+0,2 \text{ мм}$ .

#### Плювиограф

Плювиограф предназначен для непрерывной регистрации количества, продолжительности и интенсивности выпадающих осадков. Он состоит из приемника и регистрирующей части, заключенной в металлический шкаф высотой  $1,3 \text{ м}$ .

В качестве приемника осадков служит открытый цилиндрический сосуд с воспринимающей площадью  $500 \text{ см}^2$ . Собирающаяся в этом сосуде вода стекает по трубке в расположенный ниже водосборный сосуд, в котором помещен поплавок с вертикальным стержнем со стрелкой и пером на верхнем конце. Поплавок поднимается по мере накопления осадков в

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

сосуде, и перо вычерчивает линию на диаграммной ленте, укрепленной на вращающемся барабане (с суточным оборотом). При наполнении водосборного сосуда вода автоматически сливается через стеклянную трубку-сифон. В момент слива перо опускается по отвесной линии на нулевую отметку графика.

По плювиограмме можно установить начало и конец, количество, продолжительность осадков, а также интенсивность, т.е. количество осадков в единицу времени (мм /мин).

Плювиограф устанавливают рядом с осадкомером на той же высоте (2м). Осенью, с прекращением жидких осадков, плювиограф убирают с площадки.

**Наблюдения за снежным покровом**

Основными характеристиками снежного покрова являются его высота и плотность. Располагая данными об этих величинах, можно вычислить запас воды в снежном покрове.

Наблюдения за снежным покровом состоят в определении наличия снежного покрова, степени покрытия им окрестностей станции, измерении его высоты и плотности. Кроме того, наблюдают за характером залегания снежного покрова и его структурой, наличием и толщиной ледяной корки и состоянием почвы под снегом.

Наличие снежного покрова, степень покрытия и характер залегания определяются ежедневно в утренний срок наблюдений путем осмотра видимой окрестности станции с одного и того же наиболее возвышенного места вблизи станции по десятибалльной шкале. При этом записывается число десятых долей поверхности, покрытой снегом. Так, если снегом покрыта вся поверхность (видимая), ставят 10, если покрыто около 0,3 видимой окрестности, то записывается 3 и т.д. Если наблюдаются небольшие пятна (менее 0,1 части поверхности), ставится 0. Характер залегания снежного покрова определяется визуально: равномерный (без сугробов), умеренно равномерный (небольшие сугробы), очень неравномерный (большие сугробы), снег лежит только местами. Высота снежного покрова измеряется ежедневно в утренний срок наблюдений по трем постоянным снегомерным рейкам, установленным с осени на метеорологической площадке. Также проводят снегомерные съемки по маршруту, измеряя высоту снежного покрова переносной снегомерной рейкой через 10 или 20 м, а плотность снега с помощью весового снегомера через 100 или 200 м.

**Снегомерная рейка**

Постоянная снегомерная рейка представляет собой деревянный брусок длиной около 2м и шириной не менее 5см, размеченный и раскрашенный на сантиметровые деления. Осенью при установке рейки вбивают в землю деревянный заостренный снизу брусок длиной 30-40 см с запиленной ступенькой, которая должна находиться на уровне земной поверхности. На эту ступеньку устанавливают рейку, плотно прикрепив ее к бруску. При наблюдениях берется отсчет с точностью до 1 см. При этом отсчитывать надо всегда с одного и того же места, подходя к рейке не ближе, чем на 2м.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



Рис. 17. Постоянная снегомерная рейка

Переносная снегомерная рейка- это деревянный прямоугольный брусок длиной 180 см, шириной 4 см и толщиной 2 см, снабженный металлическим наконечником. На одной стороне бруска нанесены сантиметровые деления. При погружении рейки в снег следует быть уверенным, что рейка дошла до поверхности почвы.


Наблюдения за гололедно - изморозевыми отложениями

На метеорологических станциях определяются следующие характеристики гололедно-изморозевых отложений: вид гололедно-изморозевого отложения; продолжительность обледенения (время начала и окончания явления); размеры отложения на проводе; масса отложения на одном метре провода; ход развития процесса гололедно-изморозевого отложения.

Наблюдения проводятся на гололедном станке, расположенном в северной части метеорологической площадки. Станок состоит из трех стоек с укрепленными на них двумя парами проводов, которые служат приемниками отложений льда. В плане стойки образуют прямой угол, одна сторона которого направлена с севера на юг (меридиональная), а другая- с запада на восток (широтная). Провода длиной 90 см, диаметром 5 мм. При высоте снежного покрова до 50 см нижние провода находятся на высоте 190 см, а верхние –на высоте 220 см над поверхностью почвы. При большей высоте снежного покрова соответственно и больше высота подвески проводов.

Нижние провода при наблюдении не снимаются, на них измеряют поперечные размеры отложения. Верхние провода снимаются для определения массы отложения. Для этой цели на верхний провод надевают специальную ванну, закрывают ее и вместе с проводом переносят в помещение. Вместо снятого провода устанавливают запасной. Массу отложения на участке провода длиной 25 см (длина ванны 25 см),оказавшегося в ванне, определяют после таяния с помощью измерительного стакана ( в см<sup>3</sup>).Масса отложения в граммах численно равна объему в кубических сантиметрах. Затем умножением на 4 определяют массу отложения, приходящуюся на 1 м длины провода.

Размеры отложения и массу определяют после прекращения нарастания отложения. Наблюдения проводят каждые два часа.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### Осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах

**Роса** представляет собой мелкие капельки воды, появляющиеся на почве, траве и горизонтальных предметах в ночное время суток при положительной температуре. Образование росы обусловлено конденсацией водяного пара из воздуха в результате радиационного излучения и охлаждения земной поверхности. Чаще всего она наблюдается при безоблачном небе, когда излучение усиливается, и при слабом ветре и штиле.

**Иней** – это твердый мелкокристаллический осадок, образующийся, как правило, на горизонтальных поверхностях в результате их радиационного выхолаживания, но при отрицательных температурах.

**Изморозь** – белый, рыхлый осадок кристаллического или зернистого строения, наблюдающийся на ветвях деревьев, проводах и других предметах в морозную погоду при слабых ветрах. Условиями, благоприятствующим образованию кристаллической изморози, является наличие ледяного тумана или игл, парящих в воздухе, когда относительная влажность близка к 100%. В этом случае кристаллы, уже осевшие на предметах, являются ядрами сублимации, вокруг которых происходит быстрое нарастание пушистой бахромы из ледяных кристаллов. Кристаллическая изморозь наблюдается чаще всего при температуре ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ . Зернистая изморозь образуется вследствие намерзания на предметах переохлажденных капель тумана. Ее нарастанию способствуют большие скорости ветра, густой туман и небольшой мороз (чаще  $-2\dots-7^{\circ}\text{C}$ ).

**Гололед** – слой матового или прозрачного льда, нарастающего на земле или различных предметах вследствие замерзания капель переохлажденного дождя или мороси. Обычно гололед бывает при слабых морозах (от  $0$  до  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Иногда образование гололеда наблюдается и при положительной температуре, когда происходит резкая смена воздушных масс. На поверхности охлажденных предметов, имеющих отрицательную температуру, выпадают дождь или роса, которые тотчас замерзают.

#### Вопросы к теме:


1. Что представляют собой атмосферные осадки?
2. На какие группы разделяются атмосферные осадки?
3. Как выражают количество осадков?
4. Как называется прибор для измерения осадков?
5. Какова конструкция осадкомера?
6. Каковы основные характеристики снежного покрова?
7. Как вычисляют запас воды в снежном покрове?
8. В чем заключаются наблюдения за снежным покровом?
9. Что представляет собой снегомерная рейка?
10. Как устанавливается снегомерная рейка на метеорологической площадке?
11. Назовите осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах
12. В чем заключается климатическое значение снежного покрова?

### ЗАДАНИЕ

1. Определить величины продолжительности осадков, их суммы через 10-минутные интервалы.
2. Вычислить среднюю и максимальную интенсивность осадков в мм /мин.
3. Провести измерение количества выпавших осадков
4. Провести наблюдения за снежным покровом.

#### Лабораторная работа 6 в. Наблюдения за облаками.

Цель работы – получить представление о наблюдении за облаками и методике проведения наблюдений

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Задачи работы:

1. Определить форму облаков
2. Определить количество облаков
3. Определение высоты нижней границы облаков (визуально)

Средства: атлас облаков. Наблюдения проводятся на открытой площадке.

Задание:

1. Ознакомиться с методикой проведения наблюдений за облаками
2. Ознакомиться с атласом облаков
3. Провести наблюдения за облачностью

Результаты: изучить методику проведения наблюдения за облаками. Провести наблюдения и результаты наблюдений представить в виде записи.

Классификация облаков

Характеристика облачности нужна синоптикам для получения данных о текущей погоде, для прогностических целей, а также при обслуживании авиации.

Наблюдения за облачностью состоят в определении количества облаков, их форм и высоты над уровнем станции.

При метеорологических наблюдениях принята морфологическая (по внешнему виду) международная классификация облаков, включающая 10 родов, которые в свою очередь подразделяются на ряд видов и разновидностей:

*Облака верхнего яруса располагаются на высотах более 6 км*

1. Перистые – Cirrus (Ci)
2. Перисто-кучевые- Cirrocumulus (Cc)
3. Перисто-слоистые- Cirrostratus (Cs)

*Облака среднего яруса – на высотах 2-5 км*

4. Высококучевые- Altcumulus (As)
5. Высокосоистые- Altostratus (As)

*Облака нижнего яруса – от земной поверхности до высоты 2 км*

6. Слоисто-кучевые – Stratocumulus (Sc)
7. Слоисто-дождевые- Nimbostratus (Ns)
8. Слоистые- Stratus (St)

*Облака вертикального развития – основания обычно располагаются в нижнем ярусе, а вершины могут проникать в средний и в верхний ярусы*

9. Кучевые- Cumulus (Cu)
10. Кучево-дождевые- Cumulonimbus (Cb)


Определение форм и количества облаков

Определение количества облаков, т.е. степень покрытия неба облаками, производится визуально по десятибалльной шкале. Необходимо оценить, сколько десятых долей небосвода занято облаками, считая просветы между облаками как небо, свободное от облаков. Очень небольшие просветы в расчет не принимаются. Балл «0» ставится при отсутствии облаков, а также в том случае, когда облаками покрыто менее 0,5 балла. Если облака закрывают 0,1 небосвода, ставят 1 балл, 0,2 - 2 балла и т.д. При полном покрытии неба облаками ставится 10 баллов. При наличии просветов в облачном покрове, составляющих 0,5 балла или меньше, цифра 10 заключается в квадрат □.

При наблюдении оценивается общее количество облаков всех ярусов (общая облачность) и количество облаков только нижнего яруса (нижняя облачность). Запись проводится в виде дроби: в числителе - общая, в знаменателе - нижняя облачность.

При определении форм облаков пользуются Международной морфологической классификацией, приведенной в Атласе облаков. По Атласу облаков определяют форму, вид и разновидности облаков.

Пример записи: 0/0 – ясно; 8/0 Ci - облаков нижнего яруса нет; 8/3 Ci ,Cu – общая

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

облачность 8 баллов, облачность нижнего яруса, представленная облаками Cu, 3 балла.

### Измерение высоты нижней границы облаков.

Под высотой облаков понимают высоту их нижней границы над поверхностью земли. В основном измеряют высоту облаков нижнего и среднего ярусов (не выше 2500 м). При этом определяется высота самых низких облаков. На метеорологических станциях преобладающим, а при обслуживании авиации основным методом измерения высоты нижней границы облаков является светолокационный метод. Этот метод реализуется в импульсном измерителе высоты облаков ИВО -1М. В некоторых случаях определение высоты нижней границы облаков может выполняться шар-пилотным методом.

#### Вопросы к теме:

1. Что такое облако?
2. Как образуются облака?
3. В чем заключаются наблюдения за облачностью?
4. Международная классификация облаков
5. Как делят облака по высотам их образования?
6. Как делятся облака по фазовому состоянию?
7. Что такое ядра конденсации?
8. Как оценивается количество облаков небосводе? Каков суточный ход облачности? Каков годовой ход облачности?
9. Как проводят определение количества облаков?
10. Как определяют форму облаков?
11. Как определяют высоту нижней границы облаков?
12. Для каких целей нужны характеристики облачности?

#### ЗАДАНИЕ

1. Определить форму облачности и ее количество.

### Тема 7. Климат и климатообразующие процессы.


#### Лабораторная работа 7.

Цель работы: дать комплексную климатическую характеристику территории

#### Задания

1. Назвать климатообразующие процессы
2. Назвать географические факторы климата
3. Построить комплексный график по метеорологическим элементам

Месяцы	Средняя годовая температура воздуха	Средние значения осадков	Средняя относительная влажность воздуха
Январь	-10,3	29	84
Февраль	-10,5	23	82
Март	-4,5	20	81
Апрель	5,9	30	69
Май	13,6	37	58
Июнь	18,1	66	67
Июль	19,8	68	70
Август	17,3	48	71
Сентябрь	11,8	52	74

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Октябрь	<b>4,1</b>	<b>42</b>	<b>80</b>
Ноябрь	<b>-3,4</b>	<b>33</b>	<b>85</b>
Декабрь	<b>-8,7</b>	<b>28</b>	<b>84</b>

#### 4. Построить розу ветров

<b>Штиль</b>	<b>СВ</b>	<b>В</b>	<b>ЮВ</b>	<b>Ю</b>	<b>ЮЗ</b>	<b>З</b>	<b>СЗ</b>	<b>С</b>
<b>8,0</b>	<b>1,8</b>	<b>4,3</b>	<b>2,7</b>	<b>12,1</b>	<b>3,8</b>	<b>13,0</b>	<b>3,9</b>	<b>4,9</b>

#### 5. Сделать климатический анализ

6. Составить краткую климатическую характеристику любой выбранной территории по плану:

- 1) физико-географическое положение
- 2) влияние географических факторов климатообразования : географическая широта, высота над уровнем моря, распределение суши и моря, океанические течения, формы рельефа, растительный покров, почва
- 3) основные факторы климатообразования:  
солнечная радиация (солнечная радиация→ температура воздуха);  
циркуляция атмосферы ( типы воздушных масс, барические центры по сезонам, направление господствующих ветров
- 4) распределение осадков по сезонам;
- 5) тип климата и основные его черты;
- 6) оценка климата территории для жизни и деятельности человека;

### **Тема 8. Географическое распределение климатических зон по земному шару** **Лабораторная работа 8.**


Цель работы - познакомиться с классификациями климатов

Задания:

1. Рассмотреть схему классификации Б. Алисова. Дать характеристику климата России согласно классификации Алисова
2. Разобрать схему классификации В. Кеппена. Какие типы климата в России выделяются согласно классификации В. Кеппена
3. В чем сходство и в чем различия двух классификаций Кеппена?
4. Определите типы климата Западной Сибири согласно классификации Алисова и Кеппена.
5. Определите типы климата Восточно-Европейской равнины и Среднего Поволжья согласно классификации Алисова и Кеппена.
6. Рассмотреть классификацию климатов по М.И. Будыко и А.А. Григорьеву. Охарактеризовать горные степи и степи Сибири.

Контрольные вопросы.

1. Охарактеризовать средиземноморский климат
2. Рассмотреть территорию России и определить типы климата
3. Дать сравнительный анализ климата Лондона и Астаны

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Какие климаты самые распространенные на Земле
5. Охарактеризовать климат Среднего Поволжья
6. Охарактеризовать хвойные леса, смешанные и широколиственные леса по классификации климатов М.И. Будыко и А.А. Григорьеву.

## Тема 9. Динамика климата

### Лабораторная работа 9.

Цель работы: анализ годового хода основных показателей климата

Задание: построить комплексные графики годового хода основных показателей климата (продолжительность солнечного сияния, температуры и влажности воздуха, количества осадков) для конкретного года и сравнить их со средним многолетним годовым ходом. Данные приведены в таблице.

Рекомендации:

При построении графиков учесть, что по горизонтальной оси откладываются месяцы в масштабе 1 см: 1 месяц

По вертикальной оси продолжительность солнечного сияния приводится в масштабе 1 см: 40 часов, температура воздуха 1 см: 4°C, относительная влажность 1 см: 10%, количество осадков дается в виде столбиков в масштабе 1 см: 10 мм.


В описании графиков необходимо указать наибольшее и наименьшее значение в году, амплитуду годового хода каждого показателя климата, время (месяц) наступления максимума и минимума в конкретном году и по многолетним данным.

Сопоставление данных конкретного года со средними многолетними значениями (нормами) позволит определить аномалии (отклонения от нормы) значений этих величин в изучаемом году и выявить месяцы с положительными и отрицательными аномалиями.

Таблица. Значения показателей климата в 2018 году и их средние многолетние значения (1961-1990 гг.).

Месяцы	Продолжительность Солнечного сияния, часы			Температура воздуха °C			Относительная влажность воздуха, %			Количество осадков, мм		
	2017	Сред. многолетняя	Аномалия	2017	Сред. многолетняя	Аномалия	2017	Сред. многолетняя	Аномалия	2017	Сред. многолетняя	Аномалия
Январь	34	38		-8,1	-12,2		90	84		61	50	
Февраль	89	77		-9,9	-10,6		82	82		22	40	
Март	96	134		0,0	-4,2		86	79		39	34	
Апрель	190	190		3,1	5,4		74	71		52	40	
Май	270	272		14,7	13,8		64	62		32	39	
Июнь	282	281		17,4	17,9		74	68		76	68	
Июль	305	284		22,0	20,2		77	72		112	68	
Август	344	244		20,2	17,8		69	73		35	60	
Сентябрь	191	149		13,7	11,8		78	77		62	51	
Октябрь	58	75		5,4	4,2		82	81		43	48	
Ноябрь	32	33		-0,6	-2,7		83	86		40	53	
Декабрь	9	25		-6,5	-8,3		93	85		39	55	



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Год	1900	1802		6,0	4,4		79	77		613	606	
Мах												
Min												
Амплитуда												

Контрольные вопросы:


1. Перечислите возможные причины изменений климата на протяжении существования Земли
2. Перечислите кратко методы восстановления климатов прошлого
3. Охарактеризуйте климатические условия плейстоцена.
4. Когда началось последнее оледенение?
5. Как менялся климат в историческое время?
6. Какие наблюдались изменения климата в период инструментальных наблюдений?
7. Каковы основные причины возможных антропогенных изменений климата.
8. Что такое дендроклиматология?

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


Данный вид работы не предусмотрен УП.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

1. Что изучает метеорология и каковы ее основные разделы?
2. Что изучает лесная метеорология?
3. Назовите основные метеорологические величины и атмосферные явления.
4. Что такое погода и климат?
5. Какое значение для растений имеют основные газы воздуха (азот, кислород, углекислый газ)?
6. Каковы особенности формирования состава почвенного воздуха и влияние его на растения?
7. Какое влияние на лес оказывает антропогенное загрязнение атмосферы газами и аэрозолями?
8. Каковы особенности действия экологических факторов на растения?
9. Какое влияние оказывает комплекс метеорологических факторов на географическое распределение и жизнь растений?
10. Как влияют на растительность солнечная радиация, температура воздуха и почвы, осадки, влажность воздуха, снежный покров, промерзание почв и ветер?
11. Чем отличается состав воздуха в лесу от состава его в окружающей местности?
12. На какие сферы делится атмосфера.
13. Назовите основные методы исследования, применяемые в метеорологии.
14. Какие газы входят в состав атмосферы?
15. Какова роль водяного пара в атмосфере?
16. Как меняется состав воздуха с высотой?
17. Что такое аэрозоли и как они попадают в атмосферу?
18. Что называется прямой солнечной радиацией?
19. Как поглощается солнечная радиация в атмосфере? Какие вещества являются наиболее сильными поглотителями?
20. Что такое альбедо? Чему равно планетарное альбедо?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

21. Что представляет собой фотосинтетически активная радиация (ФАР)? Охарактеризуйте ее спектральный состав и количественные характеристики
22. Каковы особенности радиационного режима в лесу.
23. Что называют тепловым режимом атмосферы?
24. Назовите основные процессы передачи тепла от земной поверхности в атмосферу?
25. Какие физические процессы определяют различие в тепловом режиме почвы и водоемов? Как это различие влияет на температуру поверхности суши и моря?
26. Что такое междусуточная изменчивость температуры и как она меняется в зависимости от широты?
27. Что такое заморозки? Какие процессы приводят к их появлению?
28. Что такое инверсия температуры?
29. Что такое влагооборот?.
30. Что такое конденсация? Как происходит конденсация в атмосфере?
31. Что такое ядра конденсации?
32. Опишите международную классификацию облаков.
33. Каким образом подразделяются осадки в зависимости от условий их образования?
34. В чем заключается климатическое значение снежного покрова??
35. Как влияет лес на влажность воздуха, испарение и осадки?
36. Из каких компонентов состоит климатическая система?
37. Перечислите географические факторы климата.
38. Каково влияние на климат географической широты?
39. Как влияет на климат распределение на земном шаре суши и моря?
40. Каким образом влияет на климат растительный и снежный покровы?
41. Опишите особенности микроклимат леса.
42. В чем заключается климатообразующая роль леса?
43. Каковы основные особенности фитоклимата?
44. Расскажите о вертикальном распределении температуры воздуха в лесу.
45. Охарактеризуйте микроклимат полян, лесосек и на вырубках
46. В чем задача классификации климатов?
47. Охарактеризуйте основные положения классификации по В. Кеппену?
48. Охарактеризуйте климатические зоны по Л.С. Бергу?
49. Охарактеризуйте климатические зоны и области по Б.П. Алисову?
50. Что такое индекс сухости, гидротермический коэффициент и коэффициент увлажнения? Как они используются для характеристики климата?
51. В чем заключается периодический закон географической зональности А.А. Григорьева и М.И. Будыко?
52. Какие процессы формируют глобальный климат?
53. Каковы особенности изменения климат последнего тысячелетия?
54. Перечислите кратко методы восстановления климатов прошлого.
55. Охарактеризуйте климатические условия плейстоцена.
56. Как менялся климат в историческое время?
57. Какие наблюдались изменения климата в период инструментальных наблюдений?
58. Каковы основные причины возможных антропогенных изменений климата?
59. Что такое дендроклиматология?
60. Охарактеризуйте изменение климата под влиянием воздействия на лесной покров.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
1. Введение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачет</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
2. Атмосфера и лес	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачет</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
3. Радиационный режим атмосферы и земной поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
4. Воздушные течения в атмосфере	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
5. Тепловой режим земной поверхности и атмосферы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
6. Водяной пар и вода в атмосфере	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>		
7. Климат и климатообразующие процессы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
8. Географическое распределение климатических зон по земному шару	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
9. Динамика климата	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	6	тестирование, устный опрос, зачет
Всего		54	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:


1. Иванов, А. В. Лесная метеорология. Метеорологические приборы и наблюдения : учебное пособие / А. В. Иванов. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2014. — 186 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23603.html>
2. Хромов, С. П. Метеорология и климатология : учебник / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 584 с. — ISBN 978-5-211-06334-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54639.html>

#### дополнительная:

1. Захаровская Н.Н., Метеорология и климатология / Захаровская Н. Н., Ильинич В. В. - М. : КолосС, 2013. - 127 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - ISBN 5-9532-0136-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953201362.html>
2. Федоров В.М., Инсоляция Земли и современные изменения климата / В.М. Федоров - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 232 с. - ISBN 978-5-9221-1761-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922117616.html>
3. Русин И.Н. Основы метеорологии и климатологии [Электронный ресурс]: курс лекций / И.Н. Русин, П.П. Арапов.- Электрон. текстовые данные. –СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2008.-199с.-978-5-86813-208-7.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17954.html>
4. Жексенбаева, А. К. Лабораторный практикум по метеорологии / А. К. Жексенбаева. — Алматы : Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2012. — 136 с. — ISBN 978-601-247-344-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61186.html>
5. Хабутдинов Ю.Г. Метеорология и климатология: учение об атмосфере: учеб.пособие / Хабутдинов Юрий Гайнетдинович, К.М. Шанталинский.-Казань: Казан. ун-т, 2000.-184с.

#### учебно-методическая:

1. Переведенцев Ю.П. Введение в экологию атмосферы: учебное пособие / Ю.П. Переведенцев, Р.Х. Салахова.- Казань, изд. Каз. гос. ун-та, 2007.-112с
2. Салахова Р.Х., Лебедева Ю.А. Метеорологические приборы и методы наблюдений: учебно-методическое пособие.-Ульяновск.-2010.-48с с ил.
3. Салахова Р.Х. Словарь основных метеорологических терминов: учебное пособие для студентов экологического факультета, изучающих курсы «Учение об атмосфере», «Метеорология и климатология».- Ульяновск, -2010.-56с.
4. Салахова Р.Х., Лебедева Ю.А. Мониторинг атмосферы: словарь основных терминов: учебное пособие для студентов экологического факультета. -Ульяновск, 2011.-20с.
5. Задания к лабораторным работам по курсу «Мониторинг атмосферы» учебно-методическое пособие для студентов экологического факультета/ Р.Х. Салахова, Ульяновск, 2012. – 44 с.
6. Салахова Р.Х., Лебедева Ю.А. Метеорология и климатология: учебное пособие.- Ульяновск.-2012.- 65с.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

7. Салахова Р.Х., Лебедева Ю.А. Мониторинг атмосферы: учебное пособие для студентов экологического факультета.- Ульяновск «Корпорация технологий продвижения», 2013.-92с.

Согласовано:  
  
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО \_\_\_\_\_ 17.06.2020 \_\_\_\_\_  
 подпись \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_

#### б) программное обеспечение

1. Microsoft Office
2. ОС Windows Professional
3. Антиплагиат ВУЗ

#### в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

##### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: [http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-128.html](http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.


2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

##### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

**6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. [Российское образование](http://www.edu.ru/) : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: [http://www.edu.ru.](http://www.edu.ru/) – Текст : электронный.

**7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистр. пользователей. – Текст : электронный.


**Согласовано:**

Зам.нач. УИТиТ  
Должность сотрудника УИТиТ

Клочкова А.В.  
ФИО

/  /  
подпись

17.06.2020  
дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

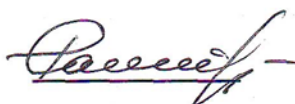
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик



(подпись)

доцент

(должность)

Р.Х. Салахова

(ФИО)