

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Прикладная метеорология

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

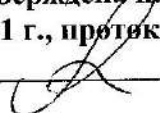
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

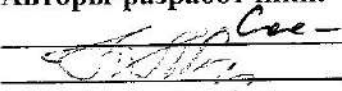
 Волобуева О.В.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
13 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
11 мая 2021 г., протокол № 9
Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:

 Саенко А.Г.
 Восканян К.Л.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных принципов построения и функционирования приборов для контроля состояния окружающей среды, способов обработки и анализа информации о физическом состоянии атмосферы, правила эксплуатации информационно-измерительных систем и необходимой техники безопасности.

Задачи:

- освоение теорией современных, а также перспективных методов измерений метеорологических величин;
- приобретение навыков работы с приборами, используемых в оперативной практике;
- изучение теоретических принципов функционирования цифровой информационно-измерительной аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Прикладная метеорология относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы.

Дисциплина изучается в третьем и четвертом семестре при очной форме обучения и на третьем курсе при заочной форме обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Информатика», «Введение в профессиональную деятельность», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Геофизика», «Физика атмосферы».

Параллельно с дисциплиной «Методы и средства гидрометеорологических измерений» изучаются: «Основы применения электротехнических устройств в гидрометеорологии», «Метрология, стандартизация и сертификация информационно-измерительных метеорологических систем», «Автоматические метеорологические станции общего и специального назначения».

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является базовой для освоения дисциплин: «Методы зондирования окружающей среды», «Методы и средства контроля загрязнения атмосферы», «Специальные методы и средства зондирования окружающей среды», «Космическая метеорология».

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является базовой для прохождения учебной практики по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (наблюдения за атмосферными процессами)

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5

Таблица 1.

Общепрофессиональные компетенции			
Код и наименование общепрофессиональной компетенции		Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-3.	Способен использовать базовые	ОПК-3.1. Выбирает методы решения профессиональной задачи, используя базовые знания в области	<i>Знать:</i> – физические основы функционирования

знания в области гидрометеорологии при решении задач профессиональной деятельности	гидрометеорологии. ОПК-3.2. Анализирует и интерпретирует данные наблюдений, измерений, результатов расчетов и моделирования с учетом базовых знаний в области гидрометеорологии.	метеорологической измерительной техники, основные физические величины, характеризующие эффективность её работы; – основные принципы функционирования цифровой измерительной техники; <i>Уметь:</i> – проводить оперативные гидрометеорологические измерения; – обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы; <i>Владеть:</i> - методами анализа и интерпретации данных наблюдений, измерений, результатов расчетов
ОПК-4. Способен использовать методы сбора, обработки и представления гидрометеорологической информации для решения задач профессиональной деятельности, выполнять анализ и обобщение полученных результатов	ОПК-4.1 Осуществляет сбор и обработку гидрометеорологической информации.	<i>Знать:</i> – методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры; <i>Уметь:</i> – проводить оперативные гидрометеорологические измерения; – эксплуатировать современную измерительную технику. <i>Владеть:</i> – методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений;
ОПК-5. Способен организовывать и проводить гидрометеорологические измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, разрабатывать рекомендации на основе полученных данных	ОПК-5.1. Организует и проводит гидрометеорологические измерения и наблюдения с учетом требований нормативных документов и технической документации ОПК-5.2. Составляет отчеты по результатам проведенных гидрометеорологических измерений и наблюдений и дает практические рекомендации на их основе.	<i>Знать:</i> – принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; – современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды. <i>Уметь:</i> – эксплуатировать современную измерительную технику. – составляет отчеты по результатам проведенных гидрометеорологических измерений и наблюдений <i>Владеть:</i> – методами метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах
2021 год набора

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	216	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	84	24
в том числе:	-	-
лекции	28	12
занятия семинарского типа:		
практические занятия	-	-
лабораторные занятия	56	12
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	132	192
в том числе:	-	-
курсовая работа	36	36
расчетно-графическая работа	6	-
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения
2021 год набора

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Теория гидрометеорологических измерений. Классификация метеорологических	3	2	0	2	Вопросы на лекции.	ОПК-3	ОПК-3.1.

	измерительны х приборов							
2	Измерение температуры	3	8	6	24	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы, расчетно-графическая работа	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
3	Измерение влажности воздуха	3	6	4	18	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы,	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
4.	Измерение параметров ветра	3	6	4	8	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы,	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
5.	Измерение атмосферного давления	3	2	2	4	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы,	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
6	Актинометрические измерения	3	2	4	6	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы,	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
7	Дистанционные метеорологические приборы	3, 4	12	28	20	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы,	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
8.	Информационно-измерительны	4	10	4	6	Вопросы на лекции, коллоквиум	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1.

	е метеорологические системы. Автоматические метеорологические станции					перед выполнением лабораторной работы,		ОПК-5.2.
9	Использование искусственных спутников Земли для метеорологических измерений	4	6	4	6	Вопросы на лекции, коллоквиум перед выполнением лабораторной работы,	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.2.
10	Перспективы развития метеорологической измерительной техники	4	2	0	2	Вопросы на лекции.	ОПК-3, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-5.1.
	ИТОГО	-	28	56	96	-	-	-

Таблица 4.

Структура дисциплины для заочной формы обучения
2021 год набора

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Теория гидрометеорологических измерений. Классификация метеорологических измерительных приборов	3	0	0	6	Тестовый контроль	ОПК-3	ОПК-3.1.
2	Измерение температуры	3	2	2	24	Вопросы на лекции, опрос	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1

						перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе		ОПК-5.1. ОПК-5.2.
3	Измерение влажности воздуха	3	2	2	22	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
4.	Измерение параметров ветра	3	2	2	12	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
5.	Измерение атмосферного давления	3	0	0	4	Тестовый контроль	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
6	Актинометрические измерения	3	0	2	8	Опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
7	Дистанционные метеорологические приборы	3	4	4	46	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
8.	Информационно-измерительные метеорологические системы. Автоматические метеорологические станции	3	2	0	14	Вопросы на лекции, тестовый контроль	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.1. ОПК-5.2.
9	Использование искусственных спутников Земли для метеорологических	3	0	0	12	Тестовый контроль	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5	ОПК-3.2 ОПК-4.1 ОПК-5.2.

	измерений							
10	Перспективы развития метеорологической измерительной техники	3	0	0	6	Тестовый контроль	ОПК-3, ОПК-5	ОПК-3.1. ОПК-5.1.
	ИТОГО	-	12	12	156	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

4.3.1 Теория метеорологических измерений. Классификация метеорологических измерительных приборов

Роль гидрометеорологических измерений для народного хозяйства. Проблемы, решаемые гидрометеорологическими измерениями. Основные параметры атмосферы, подлежащие измерениям. Понятие оперативных и эпизодических измерений. Организация метеорологических измерений. Метеорологическая измерительная сеть в России и за рубежом.

Понятие измерительного прибора. Входная и выходная величина прибора. Понятие чувствительности прибора. Абсолютная и относительная чувствительность. Прямые и косвенные методы измерений. Относительные и абсолютные приборы. Контактные и дистанционные приборы. Локаторы. Активные и пассивные локаторы. Применение контактных, дистанционных приборов в метеорологических измерениях, примеры. Погрешности приборов.

Понятие сигнала. Связь сигнала с измеряемой величиной. Понятие линии связи. Виды связи. Понятие передачи сигнала, виды сигналов. Модуляция. Виды модуляции. Применение различных видов модуляции в метеорологических измерениях. Понятие помехоустойчивости приборов. Преимущества частотной модуляции для увеличения помехоустойчивости приборов.

Автоматизация измерений. Понятие обратной связи и её роль в автоматизации измерений. Информационно-измерительные системы (ИИС). Задачи, решаемые с помощью ИИС. Примеры метеорологических ИИС.

4.3.2. Измерение температуры

Виды термометров. Тепловая инерция термометров. Коэффициент тепловой инерции термометра и способы его уменьшения. Безинерционные термометры.

Резистивные термометры. Зависимость электрического сопротивления материалов от температуры. Мостовые измерительные схемы. Уравновешенные и неуравновешенные резистивные термометры. Автоматически уравнивающийся термометр сопротивления.

Термоэлектрические термометры. Термоэлектрические явления. Термопара и термобатарея. Деформационные термометры. Термограф. Акустические термометры. Радиационные термометры. Приемники излучения в радиационных термометрах. Фотоэлементы, фотоумножители.

4.3.3. Измерение влажности воздуха

Параметры, характеризующие содержание водяного пара в воздухе. Относительная влажность и основные методы её измерения. Психрометры. Уравнение психрометра. Психрометрический коэффициент и его зависимость от скорости ветра. Идеальный психрометр.

Конденсационные гигрометры. Автоматический конденсационный гигрометр. Деформационные гигрометры. Гигрограф. Электрохимические гигрометры.

Электролитические и сорбционные гигрометры. Типы сорбционных гигрометров. Пьезоэлектрический сорбционный гигрометр.

Радиационные гигрометры. Конденсаторные гигрометры.

4.3.4. Измерение параметров ветра

Анемометры – приборы для измерения скорости ветра. Ротоанемометры. Понятие пороговой скорости анемометра. Путь синхронизации ротоанемометра. Ошибки при осреднении показаний ротоанемометра. Типы ротоанемометров. Индукционные ротоанемометры. Импульсные ротоанемометры. Фотоэлектрические ротоанемометры.

Акустические анемометры. Импульсные и фазовые акустические анемометры. Лазерные доплеровские анемометры. Применение различных типов анемометров на практике.

Измерение направления ветра. Флюгарка. Способы передачи информации об угле поворота флюгарки. Сельсины – контактные и бесконтактные.

4.3.5. Измерение атмосферного давления

Единицы измерения атмосферного давления. Барометры. Жидкостные барометры. Ртутные барометры и поправки к ним. Деформационные барометры. Барометр-анероид. Погрешности деформационных барометров и способы их устранения. Барометр рабочий сетевой БРС-1.

4.3.6. Актинометрические измерения

Актинометрические величины и методы их измерения. Измерение прямой солнечной радиации. Пиргелиометр и актинометры. Термоэлектрический актинометр. Понятие переводного множителя.

Измерение рассеянной и суммарной радиации. Пиранометр. Балансомер. Чувствительность балансомера.

4.3.7. Дистанционные метеорологические приборы

Измерение высоты нижней границы облачности. Способы измерения. Светолокационный способ и его реализация в приборах типа ИВО, РВО. Схемы прибора ИВО-1м. Принципиальные схемы различных блоков ИВО-1м.

Анеморумбометр М-63м. Устройство датчика. Устройство импульсатора. Блок-схема прибора. Принципиальные схемы различных каналов прибора. Стрелочные и цифровые анеморумбометры.

Измерение метеорологической дальности видимости (МДВ). Понятие контраста. Понятие пороговой контрастной чувствительности. Способы измерения МДВ. Трансмиссометры и нефелометры. Типы российских трансмиссометров. Импульсный фотометр ФИ-1. Оптическая схема. Блок-схема. Принципиальные схемы различных блоков импульсного фотометра. Другие приборы для измерения МДВ.

Методика поиска неисправностей метеорологических приборов и их устранение. Контроль сигнала в отдельных точках принципиальных схем приборов. Техника безопасности при настройке приборов.

Измерение содержания озона в атмосфере. Единицы измерения. Типы озонметров. Наземные озонметры. Оптическая схема и особенности применения наземного озонметра.

Измерение радиоактивного фона и радиоактивного заражения местности. Единицы измерения радиоактивности. Безопасные нормы. Природный радиационный фон. Счетчики Гейгера, пропорциональные и сцинтилляционные счетчики.

4.3.8. Информационно-измерительные метеорологические системы.

Автоматические метеорологические станции

Основные принципы автоматизации метеорологических измерений. Станция КРАМС-2 и КРАМС-4, как пример метеорологической ИИС. Блок-схема станции. Основные датчики станции. Размещение различных блоков станции на аэродроме. Режимы работы станции.

4.3.9. Использование искусственных спутников Земли для метеорологических измерений

Особенности метеорологических измерений с искусственных спутников Земли (ИСЗ). Виды метеорологической информации, получаемой с ИСЗ. Орбиты метеорологических спутников. Основные блоки метеорологических спутников. Получение изображения земной поверхности из космоса в различных диапазонах длин волн. Примеры технической реализации передающих телевизионных устройств, применяемых на ИСЗ.

4.3.10. Перспективы развития метеорологической измерительной техники

Основные направления совершенствования метеорологических измерительных приборов. Применение лазеров в метеорологических измерениях, как одно из фундаментальных направлений совершенствования измерительной техники. Лидары. Способы измерения метеорологических параметров с помощью лазеров. Понятие прямой и обратной задачи. Метод комбинационного рассеяния света и его применение в метеорологических измерениях. Применение лазеров на ИСЗ в настоящее время и в будущем.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
2	Тепловая инерция термометров.	2
2	Исследование терморезисторов и термисторов.	2
2	Исследование термометров сопротивления.	2
3	Исследование психрометров.	4
4	Исследование ротоанемометров.	4
5	Исследование струнного микробарометра.	2
6	Исследование актинометрических приборов.	4
4,7	Исследование анеморумбометра М-63.	8
7	Исследование импульсного фотометра ФИ-1.	6
7	Исследование измерителя высоты облаков ИВО-1М.	6
7	Измерение радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности.	4
8	Изучение осциллографа.	2
9	Автоматический измерительный комплекс АМК.	4
10	Получение изображения земной поверхности с искусственных спутников Земли	6

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
2	Измерение температуры	2
3	Измерение влажности воздуха	2
4	Измерение параметров ветра	2
6	Актинометрические измерения	2
7	Исследование анеморумбометра М-63.	2
7	Исследование импульсного фотометра ФИ-1.	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, презентации лекций, опубликованные в Интернете и базовый учебник:

- Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. С-Пб, РГГМУ, 2012. – 306 с.

http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f316451e6f934330ba4e95541bc9ce15.pdf

При подготовке сдачи теоретического материала перед выполнением лабораторных работ, выполнением измерений и написании отчета обучающимся рекомендуется использовать описания лабораторных работ, содержащие краткие теоретические сведения, описание лабораторного макета, порядок выполнения работы, требований к содержанию и оформлению отчета, вопросы для самопроверки и список рекомендуемой литературы к каждой работе:

- Григоров Н.О., Зудинов Н.В., Восканян К.Л., Саенко А.Г. Руководство к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». Практикум. СПб.: РГГМУ, 2018. – 319 с.

http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_21e1522c690f497eaeff0aecff1f6931.pdf

Задания для тестового контроля размещены на сервере дистанционного обучения РГГМУ MOODL <http://moodle.rshu.ru>.

В четвертом учебном семестре студенты выполняют курсовую работу, пользуясь списком примерных тем курсовых работ. Курсовая работа может быть выполнена на другую тему по согласованию с преподавателем. Выполнение работы проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

Рекомендации по выполнению курсовой работы и критерии оценки приведены в методических указаниях по учебной дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Текущий контроль по дисциплине включает в себя:

- Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.
- Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой лабораторной работы. На основании результатов коллоквиума студент допускается (не допускается) к выполнению работы.
- Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

а). Образцы вопросов на лекции для текущего контроля

1. Какой термометр имеет больший коэффициент инерции - с шарообразным или с цилиндрическим резервуаром (при условии одинаковой их массы)?
2. Какой термометр имеет больший коэффициент инерции - с шарообразным резервуаром радиуса R или $2R$? Как зависит коэффициент инерции от радиуса резервуара?
3. Доказать, что кривая зависимости температуры от времени для термометра имеет экстремум в точке пересечения с прямой зависимости температуры воздуха от времени.
4. Как зависит чувствительность ртутного термометра от радиуса резервуара и от радиуса капилляра? Желательно вывести формулу.
5. Как изменится формула чувствительности УТС, если в качестве регулируемого плеча взять R_3 ?
6. Может ли радиационная поправка для термометра быть отрицательной? Когда?
7. Вывести формулу для чувствительности НТС.
8. Придумать пример следящей системы с отрицательной обратной связью.
9. Как обеспечить реверс двигателя в АУТС в зависимости от того, увеличивается температура или падает?
10. Вывести формулу для тока и чувствительности дифференциального термометра сопротивления.
11. Доказать, что явление Пельтье полностью обратимо по отношению к явлению Зеебека.

б). Образцы вопросов для коллоквиума перед выполнением лабораторной работы

Вопросы к коллоквиуму перед выполнением лабораторной работы №3 «Резисторные термометры (Термометры сопротивления)».

1. Какова зависимость сопротивления термисторов и резисторов от температуры (графическое представление)?
3. Напишите формулу зависимости сопротивления от температуры для терморезисторов. Объясните физический смысл коэффициента α .
3. Что такое мостовые измерительные схемы? Нарисуйте одну из таких схем на память. Дайте определение уравновешенного и неуравновешенного моста. Поясните, как можно измерять сопротивление с их помощью.

4. Поясните принцип действия уравновешенного термометра сопротивления (УТС). Рассмотрите и поясните его схему.

5. Что такое чувствительность УТС? Выведите формулу $S = R_2 \alpha$. Каков будет вид формулы для S , если регулируемое плечо противоположно терморезистору?

Примечание: Во всех вопросах, касающихся чувствительности, ответ должен начинаться с определения чувствительности, как общего свойства любого измерительного прибора.

6. Поясните способы увеличения чувствительности УТС.

7. Перечислите погрешности УТС.

8. Перечислите и поясните способы устранения погрешности, связанной с нагревом терморезистора током (4 способа).

9. Перечислите и поясните способы устранения погрешности, связанной с изменением температуры подводящих проводов. Нарисуйте трехпроводную схему, поясните особенности ее работы.

10. Поясните принцип действия неуравновешенного термометра сопротивления (НТС). Рассмотрите и поясните его схему.

11. Перечислите погрешности НТС. (4 погрешности).

12. Поясните способы устранения погрешности, связанной с изменением ЭДС источника питания. Приведите схему с контрольным сопротивлением. Поясните использование потенциометра.

13. Что такое чувствительность НТС? Выведите формулу для чувствительности НТС. Перечислите и поясните способы увеличения чувствительности. Раскройте дилемму "чувствительность или погрешность?" и дайте ее решение.

14. Расскажите принцип действия автоматически уравновешивающегося термометра сопротивления (АУТС), как следящей системы. Нарисуйте блок-схему следящей системы и поясните принцип ее работы.

15. Расскажите порядок выполнения лабораторной работы. Как Вы будете использовать термостат для нагрева термометра?

16. Расскажите порядок градуировки УТС. Как следует выбирать резисторы R_2 , R_3 и R_4 ? Почему?

17. Расскажите порядок градуировки НТС. Как следует выбирать резисторы R_2 , R_3 и R_4 ? Почему при градуировке НТС нельзя перемещать ползунок потенциометра?

18. Расскажите порядок обработки результатов измерений. Какие графики должны быть построены? Как графически определять чувствительности УТС и НТС?

19. Какие величины следует измерить для расчета чувствительности УТС и НТС по формулам?

в) Образцы вопросов для тестирования студентов

1. У каких из перечисленных ниже типов термометров отсутствует тепловая инерция?

а) Ртутные термометры

б) Термометры сопротивления (резисторные термометры)

в) Радиационные термометры.

г) Биметаллические термометры.

(Правильный ответ – в)

2. Что такое коэффициент тепловой инерции термометра?

а) Это безразмерный коэффициент, показывающий отношение пределов измерения термометра.

б) Это время, в течение которого разность температур между датчиком термометра и окружающей средой уменьшается в e раз.

в) Это коэффициент, показывающий отношение выходного и входного параметра термометра.

г) Это та температура, до которой термометр должен нагреться или охладиться.
(Правильный ответ – б)

г). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

д). Примерные темы курсовых работ

1. Сравнение различных способов измерения температуры.
2. Сравнение различных способов измерения влажности воздуха.
3. Сравнение различных способов измерения скорости ветра.
4. Сравнение различных способов измерения направления ветра. Способы дистанционной передачи информации о направлении флюгарки.
5. Сравнение различных способов измерения атмосферного давления.
6. Сравнение различных способов измерения актинометрических величин.
7. Сравнение различных способов измерения высоты нижней границы облачности.
8. Сравнение различных способов измерения метеорологической дальности видимости.
9. Сравнение различных способов измерения содержания озона в атмосфере.
10. Сравнение различных способов измерения параметров атмосферных аэрозолей.
11. Измерение радиоактивного фона и радиоактивного заражения местности.
12. Измерение количества осадков. Автоматизация процесса измерения осадков.
13. Информативный подход к проблеме измерения метеорологических параметров. Основные принципы устройства цифровых приборов.
14. Передача метеорологической информации по каналам связи. Скорость передачи, проблема искажения сигналов.
15. Цифровые метеорологические измерительные приборы. Принципы конструирования цифровых приборов.
16. Соотношение тепловой инерции и чувствительности термометрических датчиков.
17. Измерение параметров атмосферного электричества. Электричество «хорошей погоды», грозовое электричество. Приборы и методы измерения.
18. Радиолокационное зондирование атмосферы. Использование радиолокаторов для измерения метеорологических величин.
19. Лазерное зондирование атмосферы. Лидары и их возможности для измерения метеопараметров.
20. Измерения атмосферных параметров с помощью искусственных спутников Земли.

Тема курсовой работы согласовывается с преподавателем. При этом студент получает от преподавателя указания по выполнению работы.

Приведенные темы являются обзорными, при выполнении которых студент должен составить возможно полное описание способов измерения соответствующей метеорологической величины, пользуясь литературой и сведениями, почерпнутыми из Интернета (рекомендуется использовать поисковые системы, вводя в строку поиска название исследуемой величины).

Обязательны ссылки на литературные источники.

Описание должно быть составлено своими словами, с избеганием прямого «скачивания», что сразу же будет замечено при проверке.

В конце работы должно быть приведено *собственное суждение студента* о том, каковы достоинства и недостатки описанных методов измерения, в каких условиях целесообразно их применять. Сравните инерцию и чувствительность методов измерения. Желательно даже сравнить сложность и стоимость соответствующих приборов.

Если вы работали с приборами, измеряющими ту или иную метеорологическую величину, приведите ваше впечатление о работе приборов.

В конце работы обязательно приводится список используемой литературы.

Примечание. При обнаружении дословного сходства сданных работ (или дословного сходства с одной из работ, сданных в предыдущие годы), такие работы не зачитываются и возвращаются для полной переделки.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине

Для студентов очной формы обучения

- **зачет** по результатам 3 учебного семестра,
- **экзамен** по результатам 4 учебного семестра,
- **курсовая работа** по результатам 4 учебного семестра.

Для студентов заочной формы обучения

- **экзамен** по результатам 3 курса,
- **курсовая работа** за 3 курс.

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 50.

Для студентов очной формы обучения

Контроль по результатам 3-го учебного семестра – зачет. Зачет проводится в устной форме по результатам выполнения лабораторных работ. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два случайным образом выбранных вопроса.

Контроль по результатам 4-го учебного семестра – экзамен. Экзамен проходит в устной форме. Обучающемуся предлагается ответить на два вопроса случайным образом выбранного билета. Полный комплект экзаменационных билетов – 22 штуки.

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы для 3 и 4 семестра очной формы обучения

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	7
Ответы на вопросы на лекциях	7
Коллоквиум, выполнение лабораторной работы, сдача отчета (всего 9 работ по 3 балла каждая)	27
Проверка конспекта лекций	4
Выполнение расчетной работы	5
Зачет	50
Посещение лекционных занятий	7
Ответы на вопросы на лекциях	7
Коллоквиум, выполнение лабораторной работы, сдача отчета (всего 6 работ по 3 балла каждая)	18
Итоговая аттестация	18
ИТОГО	100

Экзамен оценивается по четырехбалльной шкале: «отлично» / «хорошо» / «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

Методика оценивания

Таблица 8.

Бальная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
отлично	90-100
хорошо	80-89
удовлетворительно	61-79
неудовлетворительно	0-60

Для заочной формы обучения:

Контроль по результатам 4-го курса – экзамен. Экзамен проходит в устной форме. Обучающемуся предлагается ответить на два вопроса случайным образом выбранного билета. Полный комплект экзаменационных билетов – 22 штуки.

Таблица 9.

Распределение баллов по видам учебной работы для 3 курса заочной формы обучения

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	12
Ответы на вопросы на лекциях	12
Коллоквиум, выполнение лабораторной работы, сдача отчета (всего 6 работ по 3 балла каждая)	18
Проверка конспекта лекций	4
Тестовый контроль	14
Итоговая аттестация	50
ИТОГО	100

Таблица 10.

Бальная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
отлично	90-100
хорошо	80-89
удовлетворительно	61-79
неудовлетворительно	0-60

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Дайте определение коэффициента тепловой инерции термометра и поясните, от каких параметров термометра и окружающей среды он зависит.
2. Поясните действие терморезисторов и термисторов, как датчиков температуры. В каких случаях применяются терморезисторы, а в каких - термисторы?
3. Поясните действие уравновешенного термометра сопротивления, его чувствительность и погрешности, и нарисуйте его схему по памяти.
4. Поясните действие неуравновешенного термометра сопротивления, его чувствительность и погрешности, и нарисуйте его схему по памяти.
5. Дайте общее определение чувствительности измерительного прибора.
6. Поясните принцип действия термоэлектрических термометров (термопары и термобатарей) и определите понятие чувствительности этих термометров.
4. В чем заключается психрометрический метод измерения влажности? Дайте определение понятию «идеальный психрометр» и поясните, как можно изготовить психрометр, близкий по своим свойствам к идеальному.

6. Поясните принцип действия сорбционного гигрометра, его чувствительность и погрешности.
7. Поясните действие ротоанемометра в установившемся и неустойчивом режиме. Дайте определение понятиям «пороговая скорость» и «путь синхронизации».
8. Поясните действие индукционного ротоанемометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.
9. Поясните действие импульсного ротоанемометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.
10. Поясните действие термоэлектрического актинометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.
11. Поясните действие пиранометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.
12. Поясните действие балансомера, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.
13. Поясните действие струнного микробарометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.
14. Какие метеорологические параметры измеряет станция М-49? Поясните работу каждого канала станции, пользуясь её электрической схемой.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

- 1 Тепловая инерция термометров.
- 2 Резисторы и термисторы. Зависимость сопротивления от температуры.
- 3 Мостовые измерительные схемы.
- 4 Уравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
- 5 Следящие системы с отрицательной обратной связью. Автоматически уравнивающийся термометр сопротивления.
- 6 Неуравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
- 7 Дифференциальный термометр сопротивления.
- 8 Термопара и термобатарея. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
- 9 Деформационные термометры. Термограф.
- 10 Радиационные термометры.
- 11 Влажность. Основные понятия. Психрометрический метод измерения.
- 12 Деформационные гигрометры. Гигрограф.
- 13 Конденсационные гигрометры.
- 14 Электролитические гигрометры.
- 15 Сорбционные гигрометры.
- 16 Радиационные гигрометры.
- 17 Конденсаторные гигрометры.
- 18 Ротоанемометры. Теория действия.
- 19 Импульсные анемометры.
- 20 Фотоэлектрический анемометр.
- 21 Индукционные анемометры.
- 22 Акустические анемометры.
- 23 Лазерный доплеровский измеритель скорости ветра (ЛДИС).
- 24 Флюгарка. Измерители направления ветра с сельсинной передачей.
- 25 Жидкостные барометры.
- 26 Деформационные барометры. Барограф.
- 27 Барометр рабочий сетевой БРС-1
- 28 Измерение прямой солнечной радиации. Пиргелиометр и актинометр.
- 29 Измерение рассеянной и суммарной радиации. Пиранометр.

- 30 Измерение радиационного баланса. Балансомер.
- 31 Измерение высоты нижней границы облаков. Светолокационная установка ИВО-1м.
- 32 Измерение содержания озона.
- 33 Поляризационный измеритель дальности видимости М-53.
- 34 Импульсный фотометр ФИ-1.
- 35 Анеморумбометр М-63. Устройство датчика, канал измерения средней скорости.
- 36 Анеморумбометр М-63. Канал измерения мгновенной и максимальной скорости.
- 37 Анеморумбометр М-63. Канал измерения направления ветра.
- 38 Единицы измерения радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности.
- 39 Методы измерения радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности. Цифровой счетчик Гейгера.
- 40 Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.
- 41 Малые интегральные схемы "И", "ИЛИ", "НЕ".
- 42 Основы логической алгебры. Составление цифровых электронных схем.
- 43 Средние интегральные схемы.
- 44 Цифроаналоговые преобразователи.
- 45 Аналого-цифровые преобразователи.
- 46 Устройства для хранения информации (Запоминающие устройства).
- 47 Станция КРАМС-2. Общая схема размещения блоков станции на аэродроме.
- 48 Датчик давления КРАМСа.
- 49 Датчик температуры и влажности КРАМСа.
- 50 Датчик близких гроз КРАМСа.
- 51 Перспективы развития метеорологической измерительной техники. Лазерные системы зондирования.

Образцы экзаменационных билетов

Экзаменационный билет № 3

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Курс Методы и средства гидрометеорологических измерений

- Уравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
- Измерение содержания озона.

Заведующий кафедрой _____ А.Д. Кузнецов

Экзаменационный билет № 16

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Курс Методы и средства гидрометеорологических измерений

- Акустические анемометры.
- Методы измерения радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности. Цифровой счетчик Гейгера.

Заведующий кафедрой _____ А.Д. Кузнецов

Курсовая работа

Перечень тем и критерии оценивания курсовой работы представлены в Фонде оценочных средств.

Методика выполнения курсовой работы представлена в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. С-Пб, РГГМУ, 2012. – 306 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f316451e6f934330ba4e95541bc9ce15.pdf
2. Григоров Н.О., Восканян К.Л. Практикум по дисциплине Методы и средства метеорологических измерений (учебное пособие). / СПб.: изд. «Страта», 2019. – 28 с.. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41000777>
3. Григоров Н.О., Зудинов Н.В., Восканян К.Л., Саенко А.Г. Руководство к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». Практикум. СПб.: РГГМУ, 2018. – 319 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_21e1522c690f497eaeff0aecfff1f6931.pdf
4. Григоров Н.О. Методические указания по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». С-Пб, РГГМУ, 2013 г. – 22 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_2c467c9bd86440ba8e49edbee33a264c.pdf

Дополнительная литература

1. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. - Л.; Гидрометеиздат, 1985, 456с.
2. Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. С-Пб, КОМЕТЕХ, 2005. – 283 с.
3. Григоров Н.О., Симакина Т.Е. Задачник по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». Изд. РГГМУ, С-Пб, – 41с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-410194603.pdf
4. Восканян К.Л., Саенко А.Г. Актинометрические наблюдения. Пособие для учебной практики. Санкт-Петербург, 2010. - 54с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515134518.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс – Приборы для метеорологических измерений, выпускаемые формой Vaisala. Режим доступа: <http://www.vaisala.ru>
2. Электронный ресурс Погода по всему земному шару в реальном времени. Режим доступа: <http://earth.nullschool.net/>
3. Электронный ресурс Погода в Европе Карты погоды и фотографии с ИСЗ в реальном времени. Режим доступа: <http://www.wetterzentrale.de/>
4. Электронный ресурс Станция КРАМС (ООО ИРАМ). Режим доступа: http://iram.ru/iram/p21_krams_ru.php, <http://vunivere.ru/work22047>

5. Электронный ресурс Лидары в метеорологических измерениях. Режим доступа: http://www.laserportal.ru/content_990

8.3. Перечень программного обеспечения

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2016 66005155 10.11.2015

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>
3. Электронный ресурс Академик. Словари и энциклопедии. Метеорологические приборы. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
6. **Учебная лаборатория метеорологической информационно-измерительной техники (МИИТ)**, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная метеорологическими приборами, лабораторными макетами и измерительной аппаратурой для представления учебной информации в составе:
 1. Действующий макет резисторных термометров.
 2. Действующий макет установки для изучения тепловой инерции термометров.
 3. Действующий макет установки для изучения термоэлектрических термометров.
 4. Действующий макет установки для изучения психрометрического метода измерения влажности.

5. Действующий макет установки для изучения сорбционных гигрометров.
 6. Действующий макет установки для изучения ротоанемометров.
 7. Действующий макет установки для изучения методов измерения атмосферного давления.
 8. Действующий макет установки для изучения актинометрических величин на базе УАР (установка актинометрическая регистрирующая).
 9. Дистанционная метеорологическая станция М-49.
 10. Анеморумбометр М-63м¹.
 11. Регистратор метеорологической дальности видимости РДВ-З¹.
 12. Импульсный фотометр ФИ-1¹.
 13. Счетчики Гейгера для контроля уровня радиоактивности.
 14. Аппаратура для приема метеорологических карт на экран компьютера с последующей распечаткой на принтере.
 15. Аппаратура для приема изображения земной поверхности с искусственных спутников Земли.
 16. Комплексная радиотехническая аэродромная станция КРАМС-2.
 17. Автоматический измерительный комплекс АМК.
 17. Измерительная электронная аппаратура – тестеры, генераторы, частотомеры, осциллографы, ампервольтметры для проверки работоспособности, проведения регламентных работ, ремонтных работ, калибровке и настройке метеорологических измерительных приборов.
7. **Помещение для технического обслуживания и хранения информационно-измерительной техники** – укомплектовано специализированной мебелью, оборудованием лаборатории МИИТ

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

¹ Указанные установки снабжены тренажерами, моделирующими измеряемые величины, а также стендами для изучения работы отдельных узлов прибора.