

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

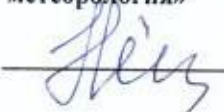
05.03.05 – Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль)
Авиационная метеорология

Квалификация выпускника
Бакалавр

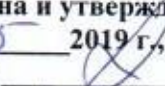
Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП «Авиационная
метеорология»

 Неёлова Л.О.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
30 05 2019 г., протокол № 9
Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:
 Саенко А.Г.
 Восканян К.Л.

Санкт-Петербург 2019

Составил:

Саенко А.Г. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

Восканян К.Л. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

©А.Г.Саенко, К.Л. Восканян,2019.
© РГГМУ,2019.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является 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.

Основные задачи дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений» связаны с освоением студентами:

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Математика (теория вероятности и статистика)», «Геофизика», «Инженерная графика».

Параллельно с дисциплиной «Методы и средства гидрометеорологических измерений» изучаются: «Физика атмосферы», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация информационно-измерительных метеорологических систем», «Механика жидкости и газа».

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является базовой для освоения дисциплин: «Экология», «Использование геоинформационных систем при интерпретации метеорологической информации», «Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений», «Методы зондирования окружающей среды», «Синоптическая метеорология», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Автоматические метеорологические станции общего и специального назначения», «Аппаратурные средства метеорологического обеспечения авиации».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины, необходимы для выполнения программы учебной практики по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

<i>Код компетенции</i>	<i>Компетенция</i>
ОПК-2	Способность к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, участию по внедрении результатов исследований

	разработок.
ОПК-3	Способность анализировать и интерпретировать данные натурных лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования.
ОПК-5	Готовность к освоению новой техники, новых методов и новых технологий.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений» обучающийся должен:

Знать:

- физические основы функционирования метеорологической измерительной техники; основные физические величины, характеризующие эффективность её функционирования;
- принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков;
- методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;
- основные принципы функционирования цифровой измерительной техники;
- современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды.

Уметь:

- проводить оперативные гидрометеорологические измерения;
- обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;
- эксплуатировать современную измерительную технику.

Владеть:

- методикой метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;
- методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений;
- методикой определения основных приборных параметров.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенц ии	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Второй этап (уровень) ОПК-2	Владеть: методикой метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;	Не владеет: методикой метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;	Слабо владеет: методикой метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;	Хорошо владеет: методикой метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;	Уверенно владеет: методикой метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;
	Уметь: проводить оперативные гидрометеорологические измерения	Не умеет: проводить оперативные гидрометеорологические измерения	Затрудняется: проводить оперативные гидрометеорологические измерения	Хорошо умеет: проводить оперативные гидрометеорологические измерения	Отлично умеет: проводить оперативные гидрометеорологические измерения
	Знать: - правила техники безопасности и эксплуатации метеорологической техники - методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;	Не знает: - правила техники безопасности и эксплуатации метеорологической техники - методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;	Плохо знает: - правила техники безопасности и эксплуатации метеорологической техники - методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;	Хорошо знает: - правила техники безопасности и эксплуатации метеорологической техники - методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;	Отлично знает: - правила техники безопасности и эксплуатации метеорологической техники - методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;
Второй этап (уровень) ОПК-3	Владеть: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным	Не владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным	Слабо владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным	Хорошо владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным	Уверенно владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным

	метеорологических измерений	метеорологических измерений	метеорологических измерений	метеорологических измерений	метеорологических измерений
	Уметь: обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;	Не умеет: обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;	Затрудняется: обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;	Хорошо умеет: обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;	Отлично умеет: обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;
	Знать: методы анализа и интерпретации данные натурных и лабораторных наблюдений;	Не знает: методы анализа и интерпретации данные натурных и лабораторных наблюдений;	Плохо знает: методы анализа и интерпретации данные натурных и лабораторных наблюдений;	Хорошо знает: методы анализа и интерпретации данные натурных и лабораторных наблюдений;	Отлично знает: методы анализа и интерпретации данные натурных и лабораторных наблюдений;
Второй этап (уровень) ОПК-5	Владеть: методами измерения метеорологических параметров с помощью информационно-измерительных систем	Не владеет: методами измерения метеорологических параметров с помощью информационно-измерительных систем	Слабо владеет: методами измерения метеорологических параметров с помощью информационно-измерительных систем	Хорошо владеет: методами измерения метеорологических параметров с помощью информационно-измерительных систем	Уверенно владеет: методами измерения метеорологических параметров с помощью информационно-измерительных систем
	Уметь: эксплуатировать современную измерительную технику	Не умеет: эксплуатировать современную измерительную технику	Затрудняется: эксплуатировать современную измерительную технику	Хорошо умеет: эксплуатировать современную измерительную технику	Отлично умеет: эксплуатировать современную измерительную технику;
	Знать: - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования метеорологической измерительной техники; - современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды;	Не знает: - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования метеорологической измерительной техники; - современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды;	Плохо знает: - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования метеорологической измерительной техники; - современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды;	Хорошо знает: - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования метеорологической измерительной техники; - современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды;	Отлично знает: - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования метеорологической измерительной техники; - современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды;

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
	2019 год набора
Общая трудоёмкость дисциплины	288 часов
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	112
в том числе:	
лекции	56
практические занятия	14
лабораторные занятия	42
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	176
в том числе:	
курсовая работа	+
расчетно-графическая работа	+
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет, экзамен

4.1.

Содержание разделов дисциплины

2019 год набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практик	Самост. работа			
1	Теория гидрометеорологич еских измерений. Классификация метеорологических измерительных приборов	3	2	0	2	Вопросы на лекции.	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
2	Измерение температуры	3	8	8/6	22	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
3	Измерение влажности воздуха	3	6	6/6	20	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
4.	Измерение параметров ветра	3	6	4	10	Вопросы на лекции, опрос на	2	ОПК-2 ОПК-3

						практическом занятии		ОПК-5
5.	Измерение атмосферного давления	3	2	2	4	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
6	Актинометрические измерения	3	2	2/2	6	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
7	Дистанционные метеорологические приборы	3,4	12	12	44	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	3	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
8.	Информационно-измерительные метеорологические системы. Автоматические метеорологические станции	4	10	4	30	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
9	Использование искусственных спутников Земли для метеорологических измерений	4	6	4	30	Вопросы на лекции, опрос на практическом занятии	1	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
10	Перспективы развития метеорологической измерительной техники	4	2	0	4	Вопросы на лекции.	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5
	ИТОГО		56	42/14	176		16	
						288 часа		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 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.

4.2.2. 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.

4.2.3. 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.

4.2.4. 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.

4.2.5. 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.

4.2.6. 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.

4.2.7. 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. Типы российских трансмиссометров. Импульсный фотометр ФИ-1. Оптическая схема. Блок-схема. Принципиальные схемы различных блоков импульсного фотометра. Импульсный фотометр ФИ-2. 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 и ремонте 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.

4.2.8. Информационно-измерительные метеорологические системы. Автоматические метеорологические станции

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

4.2.9. 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.

4.2.10. 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.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание
(Семинарских занятий программой не предусмотрено)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Резисторные термометры (термометры сопротивления)	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
2	2	Тепловая инерция термометров	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
3	2	Термоэлектрические термометры	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
4	3	Исследование психрометров	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
5	3	Сорбционные гигрометры	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
6	4	Исследование ротоанемометров	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
7	5	Исследование струнного микробарометра	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
8	6	Актинометрические измерения.	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
9	2,3,4	Метеорологическая станция М-49.	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
10	4	Исследование ротоанемометров	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
11	5	Исследование струнного микробарометра	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
12	6	Актинометрические измерения.	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
13	2,3,4	Метеорологическая станция М-49.	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
14	7	Измеритель высоты облачности ИВО-1м (или РВО-2м).	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
15	7	Импульсный фотометр ФИ-1 (или ФИ-2).	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
16	4,7	Анеморумбометр М-63м1.	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
17	7	Измерение радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5

	9	Метеорологическая станция типа КРАМС.	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
18	9	Автоматический измерительный комплекс АМК	Работа с приборами	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5
19	10	Получение изображения земной поверхности с искусственных спутников Земли	Обработка снимков	ОПК-5
20	10	Прием метеорологических карт	Обработка снимков	ОПК-5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Измерение температуры	Решение задач	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5,
2	3	Измерение влажности воздуха	Решение задач	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5,
3	4	Измерение параметров ветра	Решение задач	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5,
4	6	Актинометрические измерения	Решение задач	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5,

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Все формы текущего контроля проходят на английском языке

- 5.1.1. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.
- 5.1.2. Решение задач по разделам для домашнего решения и последующей проверки.
- 5.1.3. Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой лабораторной работы. На основании результатов коллоквиума студент допускается (не допускается) к выполнению работы.
- 5.1.4. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Вопросы на лекции

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.

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)

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 противоположного 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 формулы для чувствительности НТС. Перечислите и поясните способы увеличения чувствительности. Раскройте дилемму "чувствительность или погрешность?" и дайте ее решение.

14. Расскажите принцип действия автоматически уравнивающегося 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 нагревателя термометра?

16. Расскажите порядок градуировки УТС. Как следует выбирать резисторы R2, R3 и R4? Почему?

17. Расскажите порядок градуировки НТС. Как следует выбирать резисторы R2, R3 и R4? 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?

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

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 и скорости ветра.
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.

Работа выполняется на английском языке

Тема курсовой работы согласовывается с преподавателем. При этом студент получает от преподавателя указания по выполнению работы. Готовая курсовая работа сдается на кафедру в течение четвертого семестра.

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. 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.

Критерии оценки:

Если работа выполнена достаточно полно, тема подробно раскрыта, и в конце приведено собственное аргументированное суждение студента о достоинствах и недостатках методов измерения, такая работа оценивается на **ОТЛИЧНО**.

Если работа выполнена достаточно полно, тема раскрыта, но заключение студента отсутствует, такая работа оценивается на **ХОРОШО**.

Если работа выполнена самостоятельно, но недостаточно полно, тема раскрыта не полностью, заключение студента отсутствует, такая работа оценивается на **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**.

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.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник и презентации лекций, опубликованные в Интернете (см. раздел 8).

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).

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

Контроль по результатам 3-го учебного семестра – зачет. Промежуточный контроль по результатам 4-го учебного семестра – экзамен.

Зачет проходит в устной форме на английском языке. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два, случайным образом выбранных вопроса.

Экзамен проходит в устной форме на английском языке. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета. Полный комплект экзаменационных билетов охватывает все разделы дисциплины.

Перечень вопросов 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 не установившемся 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 к экзамену

1. Тепловая инерция термометров.
2. Мостовые измерительные схемы.
3. Уравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.

4. Следящие системы с отрицательной обратной связью. Автоматически уравнивающийся термометр сопротивления.
5. Неуравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
6. Термопара и термобатарея. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
7. Деформационные термометры. Термограф.
8. Радиационные термометры.
9. Влажность. Основные понятия. Психрометрический метод измерения.
10. Конденсационные гигрометры.
11. Электролитические гигрометры.
12. Сорбционные гигрометры.
13. Радиационные гигрометры.
14. Ротоанемометры. Теория действия.
15. Индукционные анемометры.
16. Лазерный доплеровский измеритель скорости ветра (ЛДИС).
17. Жидкостные барометры.
18. Деформационные барометры. Барограф.
19. Измерение прямой солнечной радиации. Пиргелиометр и актинометр.
20. Измерение радиационного баланса. Балансмер.
21. Измерение высоты нижней границы облаков. Светолокационная установка ИВО-1м.
22. Измерение содержания озона.
23. Регистратор дальности видимости РДВ-3.
24. Импульсный фотометр ФИ-1.
25. Анеморумбометр М-63. Устройство датчика, канал измерения средней скорости.
26. Анеморумбометр М-63. Канал измерения мгновенной и максимальной скорости.
27. Анеморумбометр М-63. Канал измерения направления ветра.
28. Единицы измерения радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности.
29. Информация. Основные определения, свойства. Цифровые коды.
30. Малые интегральные схемы "И", "ИЛИ", "НЕ".
31. Основы логической алгебры. Составление цифровых электронных схем.
32. Средние интегральные схемы.
33. Цифроаналоговые преобразователи.
34. Аналого-цифровые преобразователи.
35. Датчик давления КРАМСа.
36. Датчик температуры и влажности КРАМСа.
37. Датчик близких гроз КРАМСа.
38. Перспективы развития метеорологической измерительной техники. Лазерные системы зондирования.

Образцы экзаменационных билетов для экзамена в 4-м учебном семестре.

Экзаменационный билет № 3

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Курс Методы и средства гидрометеорологических измерений

1. Уравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
2. 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**

1. Лазерный доплеровский измеритель скорости ветра (ЛДИС).
2. Измерение содержания озона.

Желаем успеха!

Заведующий кафедрой _____ А.Д. Кузнецов

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Рекомендуемая литература****а) Основная литература:**

1. Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений // Метеорологические приборы. Учебник. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 306 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f316451e6f934330ba4e95541bc9ce15.pdf
2. Восканян К.Л., Саенко А.Г. Актинометрические наблюдения. Пособие для учебной практики. Санкт-Петербург, 2010. – 54 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515134518.pdf
3. 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
4. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 574 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=420583>

б) дополнительная литература:

1. Григоров Н.О., Симакина Т.Е. Задачник по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». Изд. РГГМУ, С-Пб, 2006. – 41 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-410194603.pdf
2. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. - Л.; Гидрометеиздат, 1985, 456 с.
3. Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. С-Пб, КОМЕТЕХ, 2005. – 283 с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Электронный ресурс Академик. Словари и энциклопедии. Метеорологические приборы. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>
2. Электронный ресурс – Приборы для метеорологических измерений, выпускаемые формой Vaisala. Режим доступа: <http://www.vaisala.ru>
3. Электронный ресурс Погода по всему земному шару в реальном времени. Режим доступа: <http://earth.nullschool.net/>
4. Электронный ресурс Погода в Европе. Карты погоды и фотографии с ИСЗ в реальном времени. Режим доступа: <http://www.wetterzentrale.de/>

5. Электронный ресурс Станция КРАМС (ООО ИРАМ). Режим доступа: http://iram.ru/iram/p21_krams_ru.php, <http://vunivere.ru/work22047>
6. Электронный ресурс Лидары в метеорологических измерениях. Режим доступа: http://www.laserportal.ru/content_990

г) программное обеспечение

windows7 4813016521.02.2011
office 2016 6600515510.11.2015
windows7 4813016521.02.2011
office 2010 4967195501.02.2012

д) профессиональные базы данных

не используются

е) информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1-10)	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет
Лабораторные занятия (темы №2-9)	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника и описаний лабораторных работ. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Подготовка специальной рабочей тетради для лабораторных работ. Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.
Индивидуальные задания (подготовка докладов, рефератов)	Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 3 до 5 научных работ. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.
Подготовка к зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену ит.д.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-11	<u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством	1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Сервер дистанционного

	электронной почты 3. проведение компьютерного тестирования <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. использование деятельностного подхода	обучения РГГМУ MOODL http://moodle.rshu.ru 4. Компьютерные презентации лекций. Размещены в Интернете: http://gmi.rshu.ru. Автор – Григоров Н.О. 5. Коммуникационная группа на сайте «в контакте» 6. Вебинары по курсу http://fzo.rshu.ru/раздел "Лекции онлайн". Лекции по курсу «Гидрометеорологические измерения», лектор – Григоров Н.О.
--	---	--

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 аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин(модулей).
2. **Учебная аудитории 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, измерительными приборами и действующими макетами метеорологической информационно-измерительной техники, служащими для усвоения 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 ротационных анемометров.
 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-3.*
 12. Импульсный фотометр ФИ-1.*
 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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2020/2021 учебный год **без изменений**

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 30.05.2020 г. № 9: