

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

**03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль):

**Физика**

Квалификация:

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Физика»

  
Бобровский А.П.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

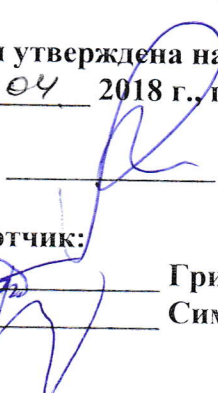
Рекомендована решением

Учебно-методического совета

19 апреля 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

19.04 2018 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Автор-разработчик:

  
Григоров Н.О.

Симакина Т.Е.

**Составил:**

Григоров Н.О. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

Симакина Т.Е. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

**Рецензент:**

Г.Г. Щукин, докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры Военно-космической Академии им. А.Ф.Можайского

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является подготовка бакалавров, обучающихся по направлению «Физика», 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.

Дисциплина изучается всеми студентами, обучающимися по программе подготовки академического бакалавра на метеорологическом факультете.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» для направления подготовки 03.03.02 – Физика, относится к дисциплинам вариативной части блока дисциплин Б1.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Механика», «Математический анализ», «Программирование», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм. Оптика».

Параллельно с дисциплиной «Методы и средства гидрометеорологических измерений» изучаются: «Экология», «Физика твердой земли», «Механика сплошных сред», «Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц» и др.

Дисциплина «Методы и средства гидрометеорологических измерений» является базовой для освоения дисциплин: «Физико-химические методы и приборы контроля состояния окружающей среды», «Методы современного геофизического эксперимента», «Дистанционные методы исследования атмосферы и океана», «Радиационная экология».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Методы и средства гидрометеорологических измерений» используются на учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков.

## **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.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

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 и гидросферы;
- 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 проявленности 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 компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объём дисциплины	Всего часов
	2015, 2016, 2017, 2018 г. набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>48</b>
в том числе:	
лекции	<b>16</b>
Лабораторные занятия	<b>32</b>
семинарские занятия	
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>60</b>
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

##### Очное обучение

№ 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	Лаб. работ.	Самост. работа			
1	Теория гидрометеорологических измерений. Классификация метеорологических измерительных приборов	4	1	0	5	Вопросы на лекции.	1	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
2	Измерение температуры	4	2	5	10	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	6	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
3	Измерение влажности воздуха	4	2	5	8	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2

4.	Измерение параметров ветра	4	2	5	7	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
5.	Измерение атмосферного давления	4	2	5	7	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
6	Актинометрические измерения	4	1	2	7	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
7	Дистанционные метеорологические приборы	4	2	6	7	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
8.	Информационно-измерительные метеорологические системы. Автоматические метеорологические станции	4	2	4	7	Вопросы на лекции, коллоквиум перед лабораторной работой	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
9	Перспективы развития метеорологической измерительной техники	4	2	0	2	Вопросы на лекции.	0	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
<b>ИТОГО</b>			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>60</b>		<b>32</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						<b>108 часов</b>		

## 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.

Понятие измерительного прибора. Входная и выходная величина прибора. Понятие чувствительности прибора. Абсолютная и относительная чувствительность. Погрешности 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 уравновешивающийся 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.

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

#### **4.2.4. Измерение параметров ветра**

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

Измерение направления ветра. Флюгарка.

#### **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. Термоэлектрический актинометр.

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

#### **4.2.7. Дистанционные метеорологические приборы**

Измерение высоты нижней границы облачности. Способы измерения. Светолокационный способ и его реализация в приборах типа ИВО, РВО. Блок-схема прибора ИВО-1м.

Анеморумбометр М-63м. Устройство датчика. Блок-схема прибора.

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.

Измерение содержания озона в атмосфере. Единицы измерения. 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.

#### 4.2.9. 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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Тепловая инерция термометров.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
2	2	Исследование терморезисторов и термисторов.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
3	2	Исследование термометров сопротивления.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
4	2	Исследование термоэлектрических термометров.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
5	3	Исследование психрометров.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
6	3	Сорбционные гигрометры.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
7	4	Исследование ротоанемометров.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
8	5	Исследование струнного микробарометра.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
9	5	Определение барической ступени с помощью барометра БРС-1.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
10	6	Исследование актинометрических приборов.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
11	4,7	Исследование анеморумбометра М-63.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
12	7	Исследование регистратора дальности видимости РДВ-3.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
13	7	Исследование импульсного фотометра ФИ-1.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
14	7	Исследование измерителя высоты облаков ИВО-1М.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
15	7	Измерение радиоактивного фона и радио-	Лабораторная	ОПК-1, ОПК-3

		активного загрязнения местности.	работа	ПК-1, ПК-2
16	8	Изучение осциллографа.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2
17	8	Метеорологическая станция М-49.	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3 ПК-1, ПК-2

Семинарских и практических занятий учебным планом не предусмотрено.

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

### **5.1. Текущий контроль**

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. Студентам предлагаются задачи из задачника [2] 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.

(Все тестовые задания и контрольная работа для студентов заочной формы обучения приведены в задачнике [2] и «Методических указаниях» [4].)

### **Вопросы к коллоквиуму перед выполнением лабораторной работы №3 «Резистор-**

## ные 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  $\alpha$ .
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 подводных 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?

### 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)

## 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 [1] и презентации лекций, опубликованные в Интернете (см. раздел 9).

## 5.3. Промежуточный контроль:

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

### 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.

5. Поясните действие ротоанемометра в установленном и неустановившемся режиме. Дайте определение понятиям «пороговая скорость» и «путь синхронизации».

6. Поясните действие индукционного ротоанемометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.

7. Поясните действие импульсного ротоанемометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.

8. Поясните действие термоэлектрического актинометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.

9. Поясните действие пиранометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.

10. Поясните действие балансомера, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.

11. Поясните действие струнного микробарометра, определите понятие его чувствительности и перечислите основные погрешности и способы их устранения.

12. Какие метеорологические параметры измеряет станция М-49? Поясните работу каждого канала станции, пользуясь её электрической схемой.
13. Поясните работу измерителя высоты облачности ИВО-1м.
14. Какие вы знаете величины, описывающие радиоактивность?
15. Как проводятся измерения содержания озона в атмосфере? Какие вы знаете специальные единицы измерения содержания озона?
16. Опишите приборы, используемые для измерения метеорологической дальности видимости.
17. Назовите основные блоки анеморумбометра М-63м. Опишите работу каждого из этих блоков.
19. Какие вы знаете автоматические метеорологические станции?
20. Какие существуют основные направления совершенствования метеорологических приборов?
21. Опишите, каким образом можно применить лазеры для метеорологических измерений.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) 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.
2. 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](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-410194603.pdf)
3. Восканян К.Л., Саенко А.Г. Актинометрические наблюдения. Пособие для учебной практики. Санкт-Петербург, 2010. - 54с.
4. Григоров Н.О. Методические указания по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». С-Пб, РГГМУ, 2013 г. – 22 с.
5. Экологический мониторинг атмосферы: Учебное пособие / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 136 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=424281>
6. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 574с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=420583>

### **б) 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, КОМТЕХ, 2005. – 283 с.

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Термометры сопротивления, психрометры, барометры, гипсотермометры, анемометры, пиргелиометры, актинометры, пиранометры, альбедометры, балансмеры, гелиографы –
2. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/>
3. Актинометрические измерения - [http://tech.meteorf.ru/images/ed\\_materials/actinic/index.html](http://tech.meteorf.ru/images/ed_materials/actinic/index.html)
4. Метеорологические приборы. Презентация - <http://www.myshared.ru/slide/41357/>
5. Обзор метеоприборов - <http://pogodaiklimat.ru/articles/article6.htm>, [http://ex-kavator.ru/dic/etech.php?dic\\_tid=2715](http://ex-kavator.ru/dic/etech.php?dic_tid=2715)

6. Приборы для метеорологических измерений, выпускаемые фирмой Vaisala - <http://www.vaisala.ru/ru/defense/products/weatherinstruments/Pages/default.aspx>,  
<http://www.vaisala.ru/ru/defense/products/weatherinstruments/Pages/WA15.aspx>
7. Дозиметр-радиометр ДРБГ- 01 «ЭКО-1» - <http://gochs.info/p0774.htm>
8. Трансмиссометры - <https://ru.wikipedia.org/>
9. Измеритель высоты облаков ДВО-2 - <http://td-str.ru/file.aspx?id=4213>
10. Автоматические метеорологические станции -  
<http://www.vaisala.ru/ru/products/automaticweatherstations/Pages/default.aspx>
11. Станция КРАМС - [http://iram.ru/iram/p21\\_krams\\_ru.php](http://iram.ru/iram/p21_krams_ru.php)
12. Станция КРАМС-2 - <http://vunivere.ru/work22047>
13. Лидары - <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
14. Лидары в метеорологических измерениях - [http://www.laserportal.ru/content\\_990](http://www.laserportal.ru/content_990)
15. Метеорологические спутники - <https://ru.wikipedia.org/> ,  
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/>
16. Погода по всему земному шару в реальном времени - <http://earth.nullschool.net/>
17. Погода в Европе Карты погоды и фотографии с ИСЗ в реальном времени -  
<http://www.wetterzentrale.de/>

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Вид учебных занятий

### Организация деятельности студента

#### Лекции (темы №1-9)

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 и практические занятия (темы №2-8)

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.

#### Подготовка к зачету

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.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 1-9	Использование Интернета, компьютера	Компьютерные презентации лекций. Размещены в Интернете: <a href="http://gmi.rshu.ru">http://gmi.rshu.ru</a> . Презентации лекций по курсу «Гидрометеорологические измерения». Автор – Григоров Н.О.
Темы 1-9	Использование компьютеризированных аудиторий с проекторами	Компьютерные презентации лекций.
Темы 1-9	Использование персональных компьютеров, Интернета	Вебинары по курсу для студентов заочной формы обучения. <a href="http://fzo.rshu.ru/">http://fzo.rshu.ru/</a> раздел "Лекции онлайн". Лекции по курсу «Гидрометеорологические измерения», лектор – Григоров Н.О.
Темы 1-9	Использование персональных компьютеров, Интернета	Коммуникационная группа на сайте «в контакте» <a href="https://vk.com/club101087361">https://vk.com/club101087361</a>



## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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.<sup>1</sup>
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.
18. Аудитории, оснащенные компьютерными проекционными установками для чтения лекций с презентациями.
19. Компьютеры, проекторы и экраны для чтения лекций с презентациями в малых аудиториях.

---

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