

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Методы и средства гидрометеорологических измерений Б1.Б.24

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: академический бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Исмагилов Н.В. , Тудрий В.Д.

**Рецензент(ы):**

Переведенцев Ю.П.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 2125514

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Исмагилов Н.В. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования , 1Nail.Ismagilov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Тудрий В.Д. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования , Vadim.Tudriy@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

освоение студентами комплекса организационных, производственных и методических мероприятий для выполнения контроля за гидрометеорологической обстановкой, приобретение теоретических знаний о методах и средствах гидрометеорологических измерений и практических навыков в сфере получения, обработки и хранения первичной гидрометеорологической информации.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.24 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.04 Гидрометеорология и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 3, 4 семестры.

"Методы и средства гидрометеорологических средств" в составе профессионального цикла, его базовой части Б3.Б24. Осваивается на 1-2 курсах (2-4 семестрах).

Курс использует подготовку по дисциплинам "Физика", "Химия", "Математика", "Метеорология и климатология", "Физическая метеорология". Приступая к изучению данной дисциплины, студент должен обладать базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом, применяемом в теоретическом курсе, базовыми знаниями фундаментальных разделов физики и химии в объеме, необходимом для освоения физических и химических методов исследования окружающей среды, владеть теоретическими основами физической метеорологии.

Дисциплина необходима для развития у студентов естественнонаучного мышления, успешного усвоения последующих курсов, связанных с экспериментальными исследованиями разномасштабных атмосферных процессов.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы методов гидрометеорологических измерений; принципы измерительных и вычислительных систем и комплексов.

2. должен уметь:

применять технические средства для получения фактической информации о состоянии атмосферы; ориентироваться в вопросах, связанных с оптимизацией измерительных экспериментов.

3. должен владеть:

навыками обработки, хранения и распространения гидрометеорологической информации.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре; зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Теория гидрометеорологических измерений.	2	1,3	4	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Контактные и дистанционные методы и средства измерений	2	5	2	0	4	устный опрос
3.	Тема 3. Измерения температуры воздуха и подстилающей по-верхности.	2	7,9,11	6	0	6	устный опрос
4.	Тема 4. Измерение влажности воздуха и почвы.	2	13,15	4	0	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Измерение давления воздуха.	3	1,3	4	0	4	устный опрос
6.	Тема 6. Измерения характеристик ветра.	3	5,7	3	0	4	устный опрос
7.	Тема 7. Измерения осадков и снежного покрова	3	7,9	3	0	4	устный опрос
8.	Тема 8. Измерение характеристик лучистой энергии	3	11,13	4	0	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Измерения прозрачности атмосферы, дальности види-мости, высоты нижней грани-цы и количества облаков.	3	15,17	4	0	2	контрольная работа
10.	Тема 10. Градиентные и структурные измерения метеовеличин.	4	1,3	4	0	4	
11.	Тема 11. Измерения уровней воды и глу-бин водоемов.	4	5	2	0	2	устный опрос
12.	Тема 12. Измерения скорости течения и расходов воды.	4	7	2	0	4	устный опрос
13.	Тема 13. Контроль чистоты воздуха, во-ды и почвы	4	9,11	4	0	4	контрольная работа
14.	Тема 14. Сбор, обработка, хра-нение и распространение гидрометеорологической ин-формации	4	13,15	2	0	4	
·	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
·	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
·	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	экзамен
	Итого			48	0	52	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Теория гидрометеорологиче-ских измерений.

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Связь входного и выходного сигнала, чувствительность метода измерений и способы ее увеличения, дискретизация измерений, квантование измеряемой величины, оптимизация измерений.

### Тема 2. Контактные и дистанцион-ные методы и средства измерений

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Прямые и косвенные методы измерений и наблюдений, дистанционные методы измерений и наблюдений, погрешности контактных и дистанционных методов измерений, средства измерений.

#### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Ошибки измерений: случайные, систематические, грубые (промахи). Обработка результатов измерений величин, подверженных искажающему влиянию случайных ошибок. Определение доверительного интервала в котором с заданной вероятностью заключено истинное значение измеряемой величины.

### **Тема 3. Измерения температуры воздуха и подстилающей по-верхности.**

#### ***лекционное занятие (6 часа(ов)):***

Уравнение теплового баланса термометра, коэффициент инерции. Жидкостные, газовые и деформационные термометры. Термоэлектрические термометры. Термометры сопротивления. Радиационные термометры. Погрешности термометрических измерений. Уравнения чувствительности.

#### ***лабораторная работа (6 часа(ов)):***

Определение шкаловых поправок и проверка точки нуля жидкостного термометра. Исследование тепловой инерции термометров в случае постоянной температуры среды. Регулировка биметаллического термографа.

### **Тема 4. Измерение влажности воздуха и почвы.**

#### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Конденсационные гигрометры. Абсолютный метод. Психрометрический метод. Деформационные гигрометры. Радиационные, кулонометрические, электролитические гигрометры. Гигрометры теплопроводности. Чувствительность и точность измерений.

#### ***лабораторная работа (6 часа(ов)):***

Сравнение показаний лабораторного конденсационного гигрометра и стационарного психрометра. Определение психрометрического коэффициента аспирационного психрометра. Исследование стационарного волосного гигрографа.

### **Тема 5. Измерение давления возду-ха.**

#### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Ртутные барометры, поправки к ним. Деформационные барометры, гистерезис, температурная компенсация. Газовые барометры. Микробарографы, вариографы.

#### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Исследование ртутного чашечного барометра. Определение температурной поправки и поправки на зависимость ускорения свободного падения от широты и высоты места измерения. Определение температурного коэффициента барометра-анероида.

### **Тема 6. Измерения характеристик ветра.**

#### ***лекционное занятие (3 часа(ов)):***

Манометрический метод. Ротоанемометры. Электрические тепловые анемометры. Акустические анемометры. Измерители направления ветра.

#### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Ротоанемометры: градуировка анемометра с механическим счетчиком. Определение рассогласованности указателя направления с флюгаркой анеморумбометра.

### **Тема 7. Измерения осадков и снежного покрова**

#### ***лекционное занятие (3 часа(ов)):***

Механические, электромеханические осадкомеры. Плювиографы. Определение интенсивности осадков по поглощению и отражению сигналов электромагнитного излучения. Измерение характеристик снежного покрова. Измерители гололеда. Росограф. Механические, электромеханические осадкомеры. Плювиографы. Определение интенсивности осадков по поглощению и отражению сигналов электромагнитного излучения. Измерение характеристик снежного покрова. Измерители гололеда. Росограф.

#### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Исследование плювиографа, определение по ленте плювиографа величины продолжительности осадков, их суммы через 10-минутные интервалы. Определение средней и максимальной интенсивности осадков.

### **Тема 8. Измерение характеристик лу-чистой энергии**

#### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Измерение прямой солнечной радиации; пиргелиометры, актинометры, гелиографы. Измерения рассеянной, суммарной и отраженной радиации; пиранометры, альбедометры. Измерение баланса лучистых потоков и его составляющих; пиргеометры и балансомеры. Спектрозональные измерения характеристик подстилающей поверхности. Радиометры.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение переводного множителя термоэлектрического актинометра, пиранометра и балансомера. Исследование влияния ветра на показания балансомера.

**Тема 9. Измерения прозрачности атмосферы, дальности види-мости, высоты нижней грани-цы и количества облаков.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Метеорологическая дальность видимости (МДВ), фотометры, трасмиссометры. Регистраторы высоты нижней границы облаков (НГО), лидарные облакомеры. Радиолокационные и тепловые измерения характеристик облаков.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Исследование регистратора дальности видимости и фотометра импульсного. Изучение регистратора высоты облаков и лазерного измерителя высоты облаков.

**Тема 10. Градиентные и структурные измерения метеовеличин.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Определение турбулентного потока тепла, затрат тепла на испарение, потока тепла в почве. Измерение разностей температур воздуха и почвы, влажности воздуха. Структурные и спектральные измерения.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Измерение разностей температур воздуха и почвы, влажности воздуха на двух уровнях. Исследование турбулентности и составляющих теплового баланса деятельного слоя по результатам градиентных наблюдений.

**Тема 11. Измерения уровней воды и глу-бин водоемов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Реечные и свайные устройства для наблюдений за уровнем воды. Гидростатические уровнемеры. Ручные и механические лоты. Гидроакустический метод; эхолоты.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Изучение ручных. механических и эхолотов.

**Тема 12. Измерения скорости течения и расходов воды.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Гидрометрические вертушки и поплавки. Тензометрические измерители скорости течения. Термогидрометры. Ультразвуковой метод измерения скорости течения и расходов воды.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Исследование гидрометрических вертушек.

**Тема 13. Контроль чистоты воздуха, во-ды и почвы**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основные примеси в атмосфере. Аэрозоли естественного и антропогенного происхождения. Актинометрические методы оценки содержания аэрозолей. Методы измерения содержания озона и других газовых составляющих. Определение температуры, цвета и прозрачности воды. Методы отбора проб воды; батометры. Методы и средства измерений электромагнитного и теплового загрязнения.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Изучение автоматической станции контроля загрязнения атмосферы: газоанализаторы и анализаторы пыли, измеритель гамма-излучения, комплекс метеорологический.

**Тема 14. Сбор, обработка, хран-ение и распространение гидрометеорологической ин-формации**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Виды гидрометеорологической информации и особенности их получения. Основы автоматизации измерений, обработки, хранения и распространения информации. Информационно-измерительные системы; понятия, структура, классификационные особенности, назначение. Глобальная и национальная система сбора и обмена гидрометеорологической информацией.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Изучение измерительных, информационно-измерительных систем. .

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Измерения температуры воздуха и подстилающей по-верхности.	2	7,9,11	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Измерение влажности воздуха и почвы.	2	13,15	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
5.	Тема 5. Измерение давления возду-ха.	3	1,3	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Измерения характеристик ветра.	3	5,7	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Измерения осадков и снежного покрова	3	7,9	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
8.	Тема 8. Измерение характеристик лу-чистой энергии	3	11,13	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
9.	Тема 9. Измерения прозрачности атмосферы, дальности види-мости, высоты нижней грани-цы и количества облаков.	3	15,17	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
11.	Тема 11. Измерения уровней воды и глу-бин водоемов.	4	5	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
12.	Тема 12. Измерения скорости течения и расходов воды.	4	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				44	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

? компьютерные учебники и пособия, предназначенные для формирования новых знаний и навыков;

? диагностические или тестовые системы, предназначенные для диагностирования, оценивания и проверки знаний, способностей и умений;



? прикладные и инструментальные программные средства, обеспечивающие выполнение конкретных учебных операций (обработку текстов, составление таб-лиц, редактирование графической информации и др.).

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Теория гидрометеорологических измерений.**

### **Тема 2. Контактные и дистанционные методы и средства измерений**

### **Тема 3. Измерения температуры воздуха и подстилающей поверхности.**

устный опрос , примерные вопросы:

В чем причина инерционной погрешности термометра? В чем причина скоростного нагрева термометра? На какой зависимости основаны жидкостные и газовые термометры?

### **Тема 4. Измерение влажности воздуха и почвы.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Измерения температуры воздуха и подстилающей поверхности. Уравнение теплового баланса термометра, коэффициент инерции. Жидкостные, газовые и деформационные термометры.

Термоэлектрические термометры. Термометры сопротивления. Радиационные термометры.

Погрешности термометрических измерений. Уравнения чувствительности. Измерение

влажности воздуха и почвы. Конденсационные гигрометры. Абсолютный метод.

Психрометрический метод. Деформационные гигрометры. Радиационные, кулонометрические, электролитические гигрометры. Гигрометры теплопроводности.

### **Тема 5. Измерение давления воздуха.**

устный опрос , примерные вопросы:

Какие поправки вносят в показания анероида? Как учитывается влияние температуры на показания газового барометра? На какой зависимости основаны гипсотермометры?

### **Тема 6. Измерения характеристик ветра.**

устный опрос , примерные вопросы:

На какой зависимости основан манометрический метод измерения скорости ветра? Каков принцип действия ротанемометров? Завышены или занижены показания ротанемометров по средней скорости воздушного потока и почему?

### **Тема 7. Измерения осадков и снежного покрова**

устный опрос , примерные вопросы:

Как определяется интенсивность выпавших осадков? Из каких основных частей состоит pluviограф? Какое максимальное количество осадков можно измерить pluviографом?

### **Тема 8. Измерение характеристик лучистой энергии**

устный опрос , примерные вопросы:

Принцип действия актинометра. Каким образом устраняется влияние ДВ излучения стеклянного колпака на приемник пиранометра? Что можно измерить пиранометром?

### **Тема 9. Измерения прозрачности атмосферы, дальности видимости, высоты нижней границы и количества облаков.**

контрольная работа , примерные вопросы:

От каких факторов зависит дальность видимости? Указать среднее значение порога обнаружения контрастной чувствительности глаза. Метод шаров-пилотов измерения высоты НГО.

### **Тема 10. Градиентные и структурные измерения метеовеличин.**

### **Тема 11. Измерения уровней воды и глубин водоемов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Гидростатические уровнемеры. Ручные и механические лоты. Гидроакустический метод; эхолоты.

## **Тема 12. Измерения скорости течения и расходов воды.**

устный опрос , примерные вопросы:

Гидрометрические вертушки и поплавки. Тензометрические измерители скорости течения. Термогидрометры.

## **Тема 13. Контроль чистоты воздуха, во-ды и почвы**

## **Тема 14. Сбор, обработка, хранение и распространение гидрометеорологической информации**

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

а) Контрольные работы:

1. Типы термометров и принципы их действия.
2. Устройство жидкостного термометра.
3. Температурные шкалы, перевод температуры из одной шкалы в другую.
4. Уравнение чувствительности жидкостных термометров. Пути увеличения чувствительности.
5. Устройство максимального и минимального термометров, основные особенности и их отличия.
6. Термоэлектрические термометры, схема, термоэдс.
7. Чувствительность термоэлектрического термометра.
8. Уравновешенный термометр сопротивления, схема, принцип действия.
9. Методы измерения температуры воздуха и температуры почвы. Краткая характеристика методов.
10. Электротермометр - термометр с уравновешенным мостом. Схема.
11. Электротермометр с неуравновешенным мостом.
12. Основные методы измерения влажности воздуха. Краткая характеристика методов.
13. Психрометр, принцип действия и устройство.
14. Гигрометр, устройство и принцип действия.
15. Ртутный стационарный барометр, принцип действия и устройство.
16. Барометр-анероид. Устройство.
17. Цели и задачи метеорологических измерений.
18. Основные особенности метеорологических измерений.
19. Основные требования к метеорологическим приборам. Основные требования к метеорологическим наблюдениям.
20. Основные метеорологические величины.
21. Общая структура гидрометеослужбы России, основные ее звенья.
22. Уравнение чувствительности жидкостного термометра. Как можно увеличить чувствительность жидкостного термометра.
23. Компенсационная схема термоэлектрометра.
24. Измерители скорости ветра, основные приборы.
25. Приборы для измерения количества и интенсивности осадков.
26. Приборы для измерения солнечной радиации. Пиранометр Янишевского.
27. Методы измерения высоты облаков.
28. Методы и приборы измерения метеорологической дальности видимости.
29. Приборы и установки для измерения загрязнения атмосферы.

б) Лабораторные работы:

Задание 1. Изучить устройство часовых механизмов самописцев.

- Задание 2. Провести статистическую обработку результатов измерений температуры воздуха.
- Задание 3. Осуществить поверку точки нуля и определить шкаловые поправки.
- Задание 4. Определить коэффициенты тепловой инерции термометра в спокойном воздухе и в воде.
- Задание 5. Регулировка биметаллического термографа.
- Задание 6. Сравнить показания лабораторного конденсационного гигрометра и стационарного психрометра.
- Задание 7. Определить психрометрический коэффициент стационарного психрометра.
- Задание 8. Провести исследование стационарного волосного гигрографа
- Задание 9. Определить поправки ртутного чашечного барометра.
- Задание 10. Определить температурный коэффициент анероида.
- Задание 11. Проверить анемометр с механическим счетчиком.
- Задание 12. Определить рассогласованность указателя направления с флюгаркой.
- Задание 13. Определить переводной множитель термоэлектрического актинометра.

#### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ:

1. Типы термометров и принципы их действия.
2. Устройство жидкостного термометра.
3. Температурные шкалы, перевод температуры из одной шкалы в другую.
4. Уравнение чувствительности жидкостных термометров. Пути увеличения чувствительности.
5. Устройство максимального и минимального термометров, основные особенности и их отличия.
6. Термоэлектрические термометры, схема, термоэдс.
7. Чувствительность термоэлектрического термометра.
8. Уравновешенный термометр сопротивления, схема, принцип действия.
9. Методы измерения температуры воздуха и температуры почвы. Краткая характеристика методов.
10. Электротермометр - термометр с уравновешенным мостом. Схема.
11. Электротермометр с неуравновешенным мостом.
12. Основные методы измерения влажности воздуха. Краткая характеристика методов.
13. Психрометр, принцип действия и устройство.
14. Гигрометр, устройство и принцип действия.
15. Ртутный стационарный барометр, принцип действия и устройство.
16. Барометр-анероид. Устройство.
17. Цели и задачи метеорологических измерений.
18. Основные особенности метеорологических измерений.
19. Основные требования к метеорологическим приборам. Основные требования к метеорологическим наблюдениям.
20. Основные метеорологические величины.
21. Общая структура гидрометеослужбы России, основные ее звенья.
22. Уравнение чувствительности жидкостного термометра. Как можно увеличить чувствительность жидкостного термометра.
23. Компенсационная схема термоэлектрометра.
24. Измерители скорости ветра, основные приборы.
25. Приборы для измерения количества и интенсивности осадков.
26. Приборы для измерения солнечной радиации. Пиранометр Янишевского.
27. Методы измерения высоты облаков.
28. Методы и приборы измерения метеорологической дальности видимости.
29. Приборы и установки для измерения загрязнения атмосферы.

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные этапы развития гидрометеорологических измерений.
2. Мембранные (диффузионные) гигрометры.
3. Пиргеометр компенсационный.
4. Виды гидрометеорологической информации; требования, предъявляемые к ней.
5. Гигрометры теплопроводности.
6. Актинометр термоэлектрический.
7. Погрешности измерений.
8. Электрохимические гигрометры.
9. Пиранометр термоэлектрический.
10. Структура и особенности измерительных устройств.
11. Кулонометрические гигрометры.
12. Балансометр термоэлектрический; уравнение приемной поверхности.
13. Особенности измерения температуры среды, температурные шкалы.
14. Ртутные барометры; основные виды, принцип действия.
15. Визуальные и визуально-инструментальные методы определения МДВ.
16. Уравнение теплового баланса термометра, коэффициент тепловой инерции.
17. Поправки ртутного барометра.
18. Фотометр импульсный; принцип действия.
19. Инерционная и радиационная погрешности термометра.
20. Деформационные барометры; основные виды датчиков, принцип действия.
21. Шар-пилотный и триангуляционный методы измерения высоты НГО.
22. Газовые термометры
23. Погрешности деформационных барометров.
24. Оптические измерители высоты НГО.
25. Жидкостные термометры; основные виды и особенности.
26. Газовый барометр; устройство, принцип действия.
27. Определение турбулентного потока тепла; измерение разности температуры воздуха по вертикали.
28. Деформационные термометры, устройство термографа.
29. Гипсометрический метод измерения давления воздуха.
30. Определение затрат тепла на испарение; измерение разности значений влажности воздуха по вертикали.
31. Проволочные и полупроводниковые термосопротивления.
32. Частотный барометр; общее устройство, принцип действия.
33. Измерительные схемы термометров сопротивлений.
34. Манометрический метод измерения скорости ветра.
35. Приборы для измерения скорости течения воды.
36. Термоэлектрические термометры.
37. Ротоанемометры; уравнение вертушки.
38. Гидрометрические вертушки; устройство и принцип действия.
39. Радиационные термометры; устройство яркостного пирометра.
40. Термоэлектрические тепловые анемометры.
41. Уровнемерные гидрологические устройства.
42. Глубоководные опрокидывающиеся термометры.
43. Анемометры сопротивления.
44. Эхолотирование рельефа дна водоемов.
45. Абсолютный метод измерения влажности воздуха.

46. Акустические анемометры.
47. Приборы для отбора проб воды; батометры.
48. Конденсационный метод измерения влажности воздуха; конденсационный гигрометр.
49. Искровые анемометры; общее устройство, принцип действия.
50. Методы и приборы для измерения содержания аэрозолей.
51. Психрометрический метод измерения влажности воздуха.
52. Измерители направления ветра; анеморумбометры.
53. Методы и приборы для измерения концентрации загрязняющих газов.
54. Деформационные гигрометры.
55. Осадкомеры и плювиографы.
56. Дистанционные метеорологические измерения.
57. Радиационные гигрометры.
58. Снегомеры.
59. Автоматические метеорологические станции.

### **7.1. Основная литература:**

1. Методы и средства гидрометеорологических измерений : учебное пособие для вузов/ В. Д. Тудрий, Н. В. Исмагилов .? Казань : Казанский университет, 2011 .? 294 с.
2. Методы и средства метеорологических наблюдений : учебно-методическое пособие / Казан. гос. ун-т ; [сост.: Ю. Г. Хабутдинов, А. А. Николаев] .? Казань : [КГУ], 2007 .? 46 с. (фонд кафедры 20 экз.)
3. Метеорология и климатология: Учебное пособие[Электронный ресурс] / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=391608>

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Исследование микроклиматов ландшафта : Учеб.пособие / В.Д.Тудрий ; Науч.ред.Н.В.Колобов .? Казань : Изд-во Казан.ун-та, 1993 .? 98с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- Виртуальная лаборатория. - <http://tech.meteorf.ru/index.php/meteorologicheskie>  
Метеоприборы. Метрология - [http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl\\_sch2.cgi?RMlyluwurujo,lxqollvwohuw](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RMlyluwurujo,lxqollvwohuw)  
Сайт ВМО - <http://www.wmo.int>  
Сайт ИПК Росгидромета - <http://ipk.meteorf.ru/>  
Электронная библиотека РГГМУ - <http://www.elib.rshu.ru>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Методы и средства гидрометеорологических измерений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс с подключением к системе телекоммуникаций (электронная почта, Интернет), учебные помещения, оснащенные видеотехникой и мультимедийной аппаратурой.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 05.03.04 "Гидрометеорология" и специализации Метеорология .

Автор(ы):

Исмагилов Н.В. \_\_\_\_\_

Тудрий В.Д. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.