

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

---

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине

**Методы и средства метеорологических измерений**

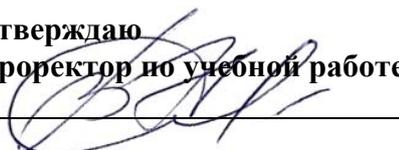
Образовательная программа среднего профессионального  
образования – программа подготовки специалистов среднего звена

Специальность  
**05.02.03 Метеорология**

программа базовой подготовки на базе среднего общего образования

Форма обучения  
**Очная**

Утверждаю  
Проректор по учебной работе

  
Н.О. Верещагина

Рассмотрена и утверждена на заседании ученого  
совета метеорологического факультета

«12» декабря 2022 г., протокол № 5

Декан метеорологического факультета

  
Я.В. Дробжева

Санкт-Петербург 2023

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ФОС текущего контроля предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, осваивающих учебную дисциплину контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, осваивающих учебную дисциплину **МДК.01.01 Методы и средства гидрометеорологических измерений.**

ФОС разработан в соответствии требованиями по подготовке специалистов среднего звена (ПП ССЗ) по специальности 05.02.03 Метеорология.

Учебная дисциплина осваивается в течение 4-6 семестров в объеме 252 часа.

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме: выполнение практических задач, вопросы на лекции, курсовое проектирование, самостоятельная работа и ответы на тесты.

### 1. Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине

Таблица 1

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	<b>Тема 1.1.</b> Теория гидрометеорологических измерений. Классификация метеорологических измерительных приборов	ПК 1.2	вопросы, тесты.
2	<b>Тема 2.1</b> Измерение температуры	ПК 1.2, ПК 1.4	практические задачи, вопросы, тесты.
3	<b>Тема 2.2.</b> Измерение влажности воздуха	ПК 1.2, ПК 1.4	практические задачи, вопросы, тесты.
4	<b>Тема 2.3</b> Измерение параметров ветра	ПК 1.2, ПК 1.4	практические задачи, вопросы, тесты.
5	<b>Тема 2.4.</b> Измерение атмосферного давления	ПК 1.2, ПК 1.4	практические задачи, вопросы, тесты.
6	<b>Тема 2.5.</b> Актинометрические измерения	ПК 1.2, ПК 1.4	практические задачи, вопросы, тесты.
7	<b>Тема 2.6.</b> Дистанционные метеорологические приборы	ПК 1.2, ПК 1.4	практические задачи, вопросы, самостоятельная работа, тесты.
8	<b>Тема 3.1.</b> Метеорологические измерения с искусственных спутников Земли	ПК 1.2	практические задачи, вопросы, самостоятельная работа, тесты.
9	<b>Тема 4.1.</b> Перспективы развития метеорологической измерительной техники	ПК 1.2	вопросы, тесты.

**Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет**

**2. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины**

Таблица 2

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
ПК 1.2 Проводить метеорологические, актинометрические, теплобалансовые, озонметрические, радиолокационные, аэрологические, радиометрические и другие наблюдения, обрабатывать, проверять и анализировать материалы наблюдений	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы измерения метеорологических величин;</li> <li>– физические основы функционирования метеорологической измерительной техники, основные физические величины, характеризующие эффективность её работы;</li> <li>– принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков;</li> <li>– методы метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;</li> </ul>	Вопросы, тесты.
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить оперативные гидрометеорологические измерения;</li> <li>– обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;</li> <li>– проводить расчет основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений;</li> <li>– составлять отчеты по результатам проведенных гидрометеорологических измерений и наблюдений</li> </ul>	Практические задачи, вопросы, самостоятельная работа, тесты.

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
ПК 1.4 Проводить наблюдения за метеорологическими условиями на аэродроме, предоставлять сводки погоды, прогнозы и предупреждения по аэродромам и маршрутам полетов авиационным потребителям	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы измерения метеорологических величин;</li> <li>– основные принципы функционирования цифровой измерительной техники;</li> <li>– методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры;</li> <li>– современные методы и средства связи, используемые для передачи информации о состоянии окружающей среды;</li> <li>– методы метеорологических измерений на основных метеоприборах, применяемых на метеорологических станциях России;</li> </ul>	Вопросы, тесты.
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить оперативные гидрометеорологические измерения;</li> <li>– обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;</li> <li>– эксплуатировать современную измерительную технику.</li> </ul>	Практические задачи, вопросы, самостоятельная работа, тесты.

### 3. Содержание оценочных средств текущего контроля. Критерии оценивания

#### 3.1. Практические задачи (работы)

- 1 Тепловая инерция термометров
- 2 Исследование терморезисторов и термисторов
- 3 Исследование термометров сопротивления
- 4 Исследование термоэлектрических термометров
- 5 Исследование психрометров
- 6 Сорбционные гигрометры
- 7 Исследование индукционного анемометра
- 8 Исследование контактного анемометра
- 9 Определение барометрической ступени
- 10 Исследование струнного микробарометра
- 11 Исследование актинометрических приборов
- 12 Изучение осциллографа.
- 13 Исследование измерителя высоты облаков ИВО-1М
- 14 Исследование анеморумбометра М-63
- 15 Исследование импульсного фотометра ФИ-1
- 16 Измерение радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности.
- 17 Получение изображения земной поверхности с искусственных спутников Земли

## Вопросы к практической работе №1

1. Что такое терморезисторы и для чего они применяются?
2. Какие терморезисторы Вы знаете? В чем различие между ними?
3. Какова зависимость  $R(t)$  для металлического терморезистора? Нарисуйте соответствующий график.
4. Напишите формулу зависимости  $R(t)$  для металлического терморезистора.
5. Что такое температурный коэффициент сопротивления для терморезисторов? Напишите формулу для температурного коэффициента сопротивления  $\alpha$  металлического терморезистора.
6. Опишите зависимость  $R(t)$  для полупроводникового термистора и нарисуйте соответствующий график.
7. Каковы особенности термистора как датчика температуры?
8. Почему термисторы применяются для измерения температуры гораздо реже, чем металлические терморезисторы? Приведите пример применения термисторов в метеорологических измерениях.
9. Напишите формулу  $R(t)$  для полупроводникового термистора.
10. Выведите формулу для температурного коэффициента сопротивления  $\alpha$  полупроводникового термистора.
11. Как Вы предполагаете получить зависимость  $R(t)$  для терморезисторов? Какие приборы и материалы Вы будете применять?
12. Как Вы будете обрабатывать полученные результаты? Какие величины Вы должны рассчитать?

## Вопросы к практической работе №2

1. Дайте определение понятию тепловой инерции, как свойства термометров. Существуют ли термометры, у которых отсутствует тепловая инерция?
2. Что такое коэффициент тепловой инерции термометра  $\lambda$ ? Как на графике иллюстрировать величину  $\lambda$ ?
3. Постройте графики временной зависимости температуры термометра в случаях:
  - постоянной температуры среды;
  - линейно изменяющейся температуры среды;
  - прямоугольных флуктуаций температуры среды;
  - экстремального хода изменения температуры среды;
  - комбинации вышеуказанных случаев.
4. Как изменяются графики временной зависимости температуры термометра в случае линейно изменяющейся температуры среды, если  $\gamma > 0$  или  $\gamma < 0$ ?
5. От каких параметров термометра зависит его коэффициент тепловой инерции?
6. Сравните два термометра с разными параметрами (форма резервуара, его размер, масса, материал, из которого он изготовлен и т.п.), сделав вывод об их коэффициентах инерции.
7. Какова зависимость коэффициента инерции от скорости ветра  $V$  и плотности среды  $\rho$ ? Сравните коэффициенты инерции двух одинаковых термометров при работе в разных условиях (высота над уровнем моря, плотность среды, скорость движения среды).
8. Как изменяются графики зависимости температуры термометра от времени  $t(\tau)$  при разной скорости движения воздуха  $V$ ? Нарисуйте семейство кривых.

9. Дайте определение инерционной погрешности. От каких параметров зависит величина инерционной погрешности? Как можно уменьшить инерционную погрешность термометра?
10. Как сконструировать термометр, для которого инерционная погрешность пренебрежимо мала по сравнению с заданной точностью измерения температуры  $t$ ?
11. Дайте определение радиационной погрешности термометра. Формула для величины радиационной погрешности. Способы уменьшения радиационной погрешности.
12. Изложите порядок выполнения работы. Каким образом Вы будете нагревать термометры?
13. Каким образом Вы будете определять зависимости  $t(\tau)$  для ртутного термометра? Почему необходимо заранее заготовить таблицы для записи результатов измерений? Как вы будете готовить термометры к измерениям? Каков порядок снятия отсчетов по термометру?
14. Как Вы будете обрабатывать график  $t(\tau)$  для определения коэффициента инерции термометра?
15. Как можно определить коэффициент тепловой инерции термометра по двум отсчетам? Выведите формулу:

$$16. \lambda = \frac{\tau^*}{\ln N}$$

17. Какие расчеты необходимо сделать перед измерением? Как вы будете готовить термометр, каков порядок снятия отсчетов?
18. Как Вы будете использовать аэродинамическую трубу? Каким образом Вы будете регулировать скорость воздушного потока в трубе? Как правильно поместить термометр в трубу для проведения эксперимента?
19. Что необходимо сделать при домашней обработке результатов измерений с использованием ртутных термометров в аэродинамической трубе? Какие графики необходимо построить?
20. Каков порядок работы с электрическими термометрами сопротивления? Как пользоваться компьютером, сопряженным с практической установкой? Какие графики необходимо получить в процессе выполнения практической работы? Как примерно должны выглядеть эти графики?
21. Что необходимо сделать при домашней обработке результатов измерений с использованием электрических термометров? Как определить коэффициент инерции термометра по графикам, построенным по этим результатам?
22. Поясните метод наименьших квадратов для обработки результатов Ваших измерений. Какие расчеты и по каким формулам необходимо проделать для реализации этого метода?

### Вопросы к практической работе №3

1. Нарисуйте по памяти мостовую измерительную схему. Объясните, что такое уравновешенный и неуравновешенный мосты, как схемы для измерения сопротивления.
2. Поясните по нарисованной на память схеме принцип действия уравновешенного термометра сопротивления (УТС).
3. Поясните, что такое чувствительность УТС. Выведите формулу  $S = \alpha \cdot R_2$ . Каков будет вид формулы для  $S$ , если регулируемое плечо противоположно терморезистору?
4. *Примечание:* Во всех вопросах, касающихся чувствительности, ответ должен начинаться с определения чувствительности, как общего свойства любого измерительного прибора.

5. Какие Вы знаете способы увеличения чувствительности УТС?
6. Перечислите погрешности УТС (2 погрешности)
7. Предложите способы устранения погрешности, связанной с нагревом терморезистора током (4 способа).
8. Предложите способы устранения погрешности, связанной с изменением температуры подводящих проводов. Нарисуйте на память трехпроводную схему, объясните особенности ее работы.
9. Поясните по нарисованной на память схеме принцип действия неуравновешенного термометра сопротивления (НТС).
10. Перечислите погрешности НТС (4 погрешности).
11. Предложите способы устранения погрешности, связанной с изменением ЭДС источника питания. Нарисуйте схему с контрольным сопротивлением и объясните её работу. Для чего в схему включен потенциометр?
12. Поясните, что такое чувствительность НТС. Предложите способы увеличения чувствительности. В чем заключается дилемма “чувствительность или погрешность?” и как она решается?
13. Поясните по готовой схеме работу автоматически уравнивающегося термометра сопротивления (АУТС), как следящей системы. Поясните блок-схему следящей системы.
14. Объясните направление движения двигателя в зависимости от разности фаз двух сигналов. Объясните зависимость разности фаз сигналов от направления изменения температуры.
15. Изложите порядок выполнения работы. Как Вы будете использовать термостат для нагрева термометра?
16. Каков порядок градуировки УТС? Как Вы будете использовать потенциометр при градуировке? Как следует выбирать резисторы  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$ ? Почему?
17. Как Вы будете использовать гальванометры с разным положением нуля при градуировке УТС и НТС?
18. Изложите порядок градуировки НТС. Как вы будете выбирать значения резисторов  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$ ? Почему при градуировке НТС нельзя перемещать ползунок потенциометра?
19. Изложите порядок обработки результатов. Какие графики должны быть построены? Как следует графически определять чувствительность УТС и НТС?
20. Какие величины следует измерить для расчета чувствительности УТС и НТС по формулам?

#### **Вопросы к практической работе №4**

1. Поясните причины возникновения термоэлектричества.
2. Какие термоэлектрические явления Вы знаете? Напишите формулы для термоЭДС и термотока.
3. Что такое явление Пельтье? Объясните обратимость явлений Зеебека и Пельтье.
4. Докажите, что при возникновении термотока теплый спай термопары несколько охлаждается, а холодный - нагревается.
5. Как изображается на схемах термопара?
6. Как правильно пользоваться таблицами для термоЭДС при определении величины  $e$  для пары из заданных материалов?
7. Нарисуйте схему термобатарей и объясните, как ее следует собирать.
8. Что такое чувствительность термопары и термобатарей? Дайте определение словами и формулой.

9. Сравните чувствительность термопары и термобатарей. В каких случаях чувствительность термобатарей пропорциональна числу термопар, а в каких - не зависит от их числа?
10. Перечислите все известные погрешности термопары (термобатарей).
11. Нарисуйте компенсационную схему и объясните ее работу.
12. Почему компенсационная схема ликвидирует все погрешности термопары?
13. Каким образом в компенсационной схеме можно избежать употребления двух гальванометров и обойтись лишь одним?
14. Что такое рабочий ток, и как правильно его установить перед измерением?
15. Объясните употребление кнопок "точно" и "грубо" в компенсационных потенциометрах МО-62, ПП-63 и Р-4833.
16. Каков порядок градуировки термопары и термобатарей?
17. Почему при градуировке термопары необходимы два термостата?
18. Какие величины Вы должны измерить, чтобы рассчитать чувствительность термопары и термобатарей по формулам?
19. Как определить чувствительность термопары и термобатарей по градуировочным графикам?
20. Термобатарея состоит из трех термопар. Означает ли это, что ее чувствительность должна быть в три раза больше, чем чувствительность одной термопары?
21. Каков порядок градуировки термопары и термобатарей с помощью компенсационных потенциометров?
22. Вы включили термопару к компенсационному потенциометру. Однако, несмотря на все Ваши усилия, Вам не удается добиться компенсации. Стрелка нуль-индикатора все время резко отклоняется в одну сторону. Каковы возможные причины этого, и каковы будут Ваши дальнейшие действия?
23. Какие графики по результатам работы с компенсационными потенциометрами Вы должны построить? Каков порядок обработки этих графиков при написании отчета?

#### **Вопросы к практической работе №5**

1. Почему в ненасыщенном воздухе температура смоченного термометра ниже температуры сухого термометра?
2. В каком случае температура смоченного термометра равна температуре сухого?
3. Температура сухого термометра  $-12^{\circ}\text{C}$ , а температура смоченного термометра  $-11.7^{\circ}\text{C}$ . В какую погоду возможны такие показания? Объясните, какой процесс нагревает смоченный термометр?
4. Какие потоки тепла действуют на смоченный термометр?
5. Нарисуйте график изменения температуры смоченного термометра, приняв за нуль момент смачивания. Проанализируйте соотношение между потоками тепла в разные промежутки времени.
6. Что такое установившееся состояние для смоченного термометра?
7. Напишите формулу для вычисления парциального давления водяного пара  $e$  по показаниям сухого и смоченного термометров.
8. Какие параметры термометра входят в формулу для психрометрического коэффициента? Напишите эту формулу.
9. От каких атмосферных параметров зависит психрометрический коэффициент?
10. Нарисуйте графическую зависимость психрометрического коэффициента от скорости ветра. Объясните, почему она имеет такой вид?
11. Как пользоваться психрометрическими таблицами для определения влажности? Поясните на примере.
12. Можно ли во время измерений заменить смоченный термометр термометром другой марки?

13. Что такое идеальный психрометр? Как сделать термометр для психрометра, близкого к идеальному?
14. На графике  $A(V)$  нарисуйте несколько кривых с разным наклоном. Какая из них характеризует психрометр, близкий к идеальному?
15. Напишите формулу зависимости  $A(V)$ .
16. Какими преимуществами обладает аспирационный психрометр по сравнению со стационарным?
17. Что такое чувствительность психрометра?
18. Нарисуйте графическую зависимость чувствительности психрометра от температуры. Каков порядок величины чувствительности?
19. Как объяснить, почему чувствительность психрометра является отрицательной величиной?
20. Поясните, каковы основные правила смачивания термометра аспирационного психрометра?
21. Каким образом Вы будете снимать зависимость показаний смоченного термометра от времени? Как следует подготовить рабочую тетрадь для этого?
22. При снятии зависимости  $t'(\tau)$  Вы получите ряд значений  $t'$ . Какое из них Вы используете для определения влажности?
23. Как подготовить исследуемый (электрический) психрометр для работы?
24. Как по показаниям электрического и аспирационного психрометров определить психрометрический коэффициент для электрического психрометра?
25. Каким образом Вы будете устанавливать скорость воздушного потока в опытах с электрическим психрометром?
26. Поясните схему электрического психрометра. Как Вы будете пользоваться ключами, имеющимися на схеме, при выполнении работы?
27. Вы установили новое значение скорости обдува электрического психрометра и собираетесь измерить разность температур  $t - t'$ . Однако, стрелка измерительного прибора непрерывно медленно движется. Каковы Ваши действия?
28. Какие графики Вы должны построить при обработке результатов?
29. Как определить графически величину  $A_{\infty}$ ?
30. Какова размерность психрометрического коэффициента  $A$ ?
31. Можно ли представить условия, при которых температура смоченного термометра окажется выше, чем сухого? Какие это условия?

### Вопросы к практической работе №6

1. Поясните разницу между электрическими и сорбционными гигрометрами.
2. Как устроены датчики сорбционного гигрометра АСГ-210? Поясните его действие.
3. Какова зависимость сопротивления гигристора от влажности для сорбционного гигрометра? Сравните ее с аналогичной зависимостью для электрического гигрометра.
4. На основе Ваших знаний о чувствительности приборов определите, что такое чувствительность датчика сорбционного гигрометра. Проанализируйте график  $R(f)$  и сделайте вывод о зависимости чувствительности от влажности.
5. Какие погрешности сорбционного гигрометра Вы знаете? Перечислите их.
6. Что такое гистерезис пленки сорбционного гигрометра? Поясните ответ графически. Как уменьшить гистерезис?
7. Нарисуйте график зависимости  $R(f)$  с учетом гистерезиса. Обратите внимание на направление стрелок на графике.
8. Почему при измерении сопротивления гигристора используют переменный ток?

9. Как компенсируется температурная погрешность гигристора? Поясните ответ с помощью схемы, нарисуйте ее наизусть.
10. Что такое имитатор (в приборе АСГ-210)? Сколько и какие имитаторы входят в комплект прибора.
11. Каков порядок настройки прибора АСГ-210?
12. Почему после настройки начала и конца шкалы рекомендуется повторить цикл настройки 2-3 раза?
13. Каков порядок выполнения работы?
14. С каким прибором Вы будете сравнивать показания АСГ-210 при измерении влажности в помещении? Умеете ли Вы пользоваться этим образцовым прибором? Расскажите порядок работы с ним.
15. Каким образом Вы будете определять зависимость  $R(f)$ , не имея возможности изменять влажность?
16. Как вывести формулу (6.1)?
17. Какие вычисления Вы должны сделать при обработке результатов? Какие графики Вам необходимо построить для отчета?

### **Вопросы к практической работе №7**

1. Что такое пороговая скорость ротоанемометра? Как уменьшить пороговую скорость?
1. Какие типы ротоанемометров Вы знаете?
2. Поясните принцип действия ручного механического анемометра. Каков порядок измерения скорости ветра с его помощью?
3. Нарисуйте рисунок, поясняющий принцип действия и устройство контактного анемометра.
4. Что такое геркон? Каковы преимущества геркона при использовании его в контактном анемометре?
5. Дайте определение понятия чувствительности контактного анемометра.
6. Нарисуйте градуировочный график контактного анемометра. Как по этому графику определить его чувствительность и пороговую скорость?
7. Каков порядок градуировки контактного анемометра?
8. Каким образом Вы будете регулировать скорость воздушного потока в аэродинамической трубе и определять ее значение?
9. Поясните устройство индукционного анемометра.
10. Нарисуйте схему индукционного анемометра и поясните ее работу.
11. Как зависит от скорости амплитуда и частота выходного сигнала индукционного анемометра?
12. Поясните принцип работы мостовой диодной схемы двухполупериодного выпрямителя.
13. Какие функции выполняет сопротивление нагрузки в схеме индукционного анемометра?
14. Какие функции выполняет конденсатор в схеме индукционного анемометра? Как изменится выходной сигнал в отсутствие конденсатора?
15. Перечислите погрешности индукционного анемометра и способы их устранения.
16. Нарисуйте градуировочный график для индукционного анемометра. Как по этому графику определить чувствительность и пороговую скорость?
17. Какие способы Вы рекомендуете для увеличения чувствительности индукционного анемометра?
18. Каков порядок градуировки индукционного анемометра?
19. Нарисуйте градуировочный график фотоэлектрического анемометра. Как по этому графику определить чувствительность и пороговую скорость?
20. Каков порядок градуировки фотоэлектрического анемометра?

21. Напишите уравнение для разности  $\omega - \Omega$  и поясните, что такое путь синхронизации чашечной вертушки.
22. Нарисуйте график зависимости угловой скорости вертушки от времени  $\omega(\tau)$  и проиллюстрируйте понятие времени синхронизации.
23. Что является постоянной величиной для вертушки - путь синхронизации или время синхронизации?
24. От каких параметров вертушки зависит путь синхронизации?
25. Нарисуйте график зависимости  $\omega(\tau)$  при разной величине установившейся угловой скорости  $\Omega$ . Проиллюстрируйте на графике зависимость времени синхронизации от скорости ветра.
26. Поясните формулой зависимость времени синхронизации от скорости ветра.
27. Как Вы нарисуете график изменения показаний ротоанемометра при прямоугольных флуктуациях скорости ветра?
28. Какую ошибку совершает метеонаблюдатель при осреднении показаний ротоанемометра? Поясните происхождение этой ошибки.
29. Поясните, как определить время синхронизации индукционного анемометра, пользуясь стрелочным прибором.
30. Какие расчеты Вам необходимо сделать при определении времени синхронизации? Поясните на графике  $\omega(\tau)$ , какие величины Вы будете рассчитывать.
31. Какие графики Вы должны построить при домашней обработке результатов?
32. Как рассчитать путь синхронизации по результатам Ваших измерений?

#### **Вопросы к практической работе №8**

1. Какие актинометрические приборы используются в метеорологии?
2. Какие способы измерения актинометрических величин Вам известны? Сравните их по чувствительности и спектру длин волн измеряемого диапазона.
3. Что такое относительные и абсолютные приборы? Какие из актинометрических приборов относятся к абсолютным, а какие – к относительным?
4. Изобразите по памяти схему компенсационного пиргелиометра и объясните его действие.
5. Почему в компенсационном пиргелиометре используются два измерительных прибора?
6. Почему в компенсационном пиргелиометре нет ветровой погрешности?
7. В каких случаях целесообразно использовать компенсационный пиргелиометр, а в каких – актинометр?
8. Изобразите схему термоэлектрического актинометра и объясните его действие.
9. Как осуществляется наводка актинометра на солнце?
10. Какова роль ограничительных диафрагм в актинометре? Почему используется несколько диафрагм?
11. Что такое переводной множитель для актинометра? Зависит ли его значение от того, какой регистрирующий прибор используется в измерениях – гальванометр или самописец КСП-4?
12. Почему актинометр не имеет ветровой погрешности?
13. Изобразите схему пиранометра и объясните его действие. Какие актинометрические величины можно измерить с его помощью?
14. Каковы поглощательные свойства сажи и магнезии?
15. Почему суммарная радиация обычно не измеряется пиранометром, а вычисляется суммированием прямой и рассеянной радиации, измеренной актинометром и пиранометром соответственно?
16. Какой элемент в конструкции пиранометра позволяет избежать ветровой погрешности?

17. Что такое переводной множитель для пиранометра? Зависит ли он от использования того или иного регистрирующего прибора?
18. Каким образом можно измерить альbedo подстилающей поверхности с помощью пиранометра?
19. Изобразите схему балансомера и объясните его действие.
20. Как уничтожается ветровая погрешность балансомера?
21. Какие радиационные потоки действуют на верхнюю пластину балансомера, а какие – на нижнюю?
22. Что такое переводной множитель для балансомера? Зависит ли он от использования того или иного регистрирующего прибора?
23. Что такое гелиостат и каково его назначение в актинометрии?
24. Какие величины необходимо знать для использования гелиостата и правильной его установки? Каков порядок установки гелиостата?
25. . Что такое интегратор? Какие физические принципы позволили сконструировать такой прибор?
26. . Изобразите схему интегратора и объясните его действие.
27. Каким образом осуществляется установка интегратора на ноль?
28. Изобразите схему самописца КСП-4 и объясните его действие.
29. В чем заключается особенность использования мостовой схемы в КСП-4 (по сравнению с известными Вам мостовыми схемами)?
30. Какова последовательность Ваших действий при определении переводного множителя для самописца КСП-4?
31. Почему рекомендуется сразу же после регистрации по гальванометру переключить ключ и осуществить измерения по КСП-4, а только потом изменить величину светового потока?
32. Какие графики должны быть построены при обработке данных Вашей работы? Какие величины должны быть вычислены и каким образом?

### **Вопросы к практической работе №9**

1. В чем заключается принцип действия струнного микробарометра?
2. Что такое сильфон? Какие погрешности свойственны сильфону? Почему в струнном микробарометре практически отсутствует упругий гистерезис сильфона?
3. Как связаны между собой атмосферное давление и частота собственных колебаний струны в струнном генераторе?
4. Почему в струнном генераторе колебания струны являются незатухающими?
5. Приведите схему струнного генератора и поясните ее принцип действия.
6. Что такое положительная и отрицательная обратная связь? Какая связь - положительная или отрицательная - используется в струнном генераторе? Почему?
7. Какую роль играют магниты в струнном генераторе? Должна ли струна быть выполнена из магнитного материала? Ответ объясните.
8. Что такое шумовой ток? Какую роль он играет в работе струнного генератора?
9. Что такое относительная и абсолютная чувствительность прибора? Почему относительная чувствительность при прямом методе измерения частоты сравнительно невелика?
10. Что такое дифференциальный метод измерения и как он реализуется в струнном микробарометре? Приведите блок-схему, поясняющую реализацию дифференциального метода измерения в струнном микробарометре.
11. Поясните, почему при применении дифференциального метода измерения относительная чувствительность многократно возрастает.
12. Почему в кварцевом опорном генераторе струнного микробарометра предусмотрены четыре сменных кварца?

13. Насколько отличаются между собой частоты кварцев опорного генератора? Приведите все частоты применяемых кварцев.
14. Каким правилом следует руководствоваться при выборе частоты рабочего кварца? Почему слишком малая или слишком большая разностная частота являются нежелательными?
15. Почему в экспериментах с различными кварцами могут встретиться ситуации, когда определение разностной частоты с каким-либо кварцем окажется невозможным?
16. Возможна ли такая погодная ситуация, когда можно измерить только одну разностную частоту с одним кварцем, а с остальными тремя - невозможно? Какая это ситуация? Как в этом случае определять частоту струнного генератора?
17. Каким образом переменный синусоидальный ток с частотой  $\Delta f$  преобразуется в импульсный ток, необходимый для работы электромеханического счетчика?
18. Как следует определять разностную частоту по электромеханическому счетчику?
19. Вы включили питание счетного пульта, поставив ручку “кварцы” в одно из положений. Каким образом вы можете убедиться в том, что кварцевый генератор работает?
20. Каков порядок выбора рабочего кварца в Ваших экспериментах?
21. Каков порядок определения частоты струнного генератора?
22. Как Вы будете определять атмосферное давление по известной частоте струнного генератора?
23. Как переводится значение атмосферного давления, измеренного в миллиметрах ртутного столба в гектопаскали?
24. При проведении экспериментов с кварцами Вы получили следующие значения  $\Delta f$ :
  - a. с первым кварцем - 4,5 Гц;
  - b. со вторым кварцем - 44,5 Гц.
25. Какова частота струнного генератора согласно этим измерениям? Какие результаты могли бы быть получены при эксперименте с третьим кварцем? (При опросе преподавателем могут быть заданы другие численные данные).

### **Вопросы к практической работе №11**

1. Почему не работает канал направления, если винт не вращается?
2. Увеличивается ли частота поступления импульсов в канал средней скорости при замыкании кнопки “0-30” ?
3. Какие функции выполняет масштабный делитель? Чем он отличается от простой масштабной линейки на триггерах?
4. С какой целью в канале измерения направления ветра предусмотрена подача напряжения на S-вход триггера импульсов либо основной, либо сдвинутой серии?
5. Как изменится время зарядки дозирующего конденсатора  $C_d$  при вращении резистора “контроль скорости”?

### **Вопросы к практической работе №13**

1. Для какой цели в приборе ФИ-1 вводится опорный канал?
2. Почему в приборе ФИ-1 используется два отражателя? Как осуществляется переключение режимов работы с одного отражателя на другой?
3. Почему для измерения МДВ в приборе ФИ-1 используется модулированный световой пучок?
4. Какую роль выполняет измерительный блок?
5. Предположим, что в приборе вышел из строя ФЧК<sub>оп</sub>. Как изменится работа прибора? Будет ли он давать показания?

### **Вопросы к практической работе №14**

1. Опишите принцип действия прибора ИВО.
2. Какую функцию в приборе ИВО выполняет передатчик сигнала?
3. Какую функцию в приборе ИВО выполняет приемник сигнала?
4. Какую функцию в приборе ИВО выполняет электронно-лучевая трубка?
5. Опишите работу ЭЛТ.
6. Какую функцию в приборе ИВО выполняет генератор развертки?
7. Какую функцию в приборе ИВО выполняет схема компенсации?
8. Какую функцию в приборе ИВО выполняет генератор меток?
9. Какую функцию в приборе ИВО выполняет видеоусилитель?
10. Почему в передатчике ИВО предусмотрен фотоусилитель?
11. Для чего существует блок АРУ? Как он работает?
12. Как правильно провести измерение высоты облаков с помощью ИВО? Опишите последовательность Ваших действий.

### **Вопросы к практической работе №16**

1. Что такое радиоактивность, и в каких единицах она измеряется?
2. Какие виды излучения, возникающие при ядерном распаде, Вы знаете?
3. Объясните смысл понятий "поглощенная доза" и "мощность дозы" В каких единицах измеряются эти величины?
4. Что такое экспозиционная доза? Объясните физический смысл понятия "рентген" и "рентген в час". Каково соотношение между этими единицами и единицами системы СИ?
5. Что такое эквивалентная доза? Какие единицы применяются для её измерения?
6. Что такое удельная радиоактивность продуктов? В каких единицах она измеряется? Каковы допустимые значения удельной активности для пищевых продуктов? Для строительных материалов?
7. Каковы основные нормы радиоактивного облучения для населения? Почему эти нормы различны для разных групп населения?
8. Вы измеряете уровень радиоактивности на метеорологической станции. Полученное Вами значение - 0,7 мкЗв/час. Является ли это нормальным? Ваши действия в этом случае.
9. Объясните принцип действия счетчика Гейгера.
10. Для чего в схеме счетчика Гейгера ставится гасящее сопротивление?
11. В чем отличие между счетчиком Гейгера и пропорциональными счетчиками? Когда следует применять эти счетчики?
12. Каков принцип действия сцинтилляционного счетчика? В каких случаях целесообразно его употребление?
13. Объясните принцип фотoluminesцентного метода измерения радиоактивности. В каких случаях целесообразно применять этот метод?

### **Вопросы к практической работе №17**

1. Опишите принцип действия электронно-лучевой трубки.
2. Каким образом можно добиться устойчивой неподвижной картины на экране осциллографа? Опишите все известные Вам способы.
3. Каковы преимущества использования ждущего режима?
4. Почему при использовании внутренней синхронизации в ждущем режиме картина на экране может отсутствовать? Что необходимо сделать для её наблюдения?

5. Вы работаете в ждущем режиме и используете внутреннюю синхронизацию, однако уровень сигнала, наблюдаемого на экране, слишком велик. Желая его уменьшить, Вы переключаете усиление ручкой «вольт/дел» и вдруг вся картина пропадает. Почему это произошло? Что нужно сделать для дальнейшего наблюдения?
6. При использовании двухканального осциллографа Вы подали сигнал на оба канала, а видите только один из них. Каковы могут быть причины этого и как их устранить?
7. Вы измерили амплитуду сигнала по делениям на сетке осциллографа и получили неверный результат. Какую ошибку при измерении Вы скорее всего допустили?

### **Вопросы к практической работе №18**

1. Какие орбиты спутников Вы знаете
2. Как подразделяются орбиты спутников по высоте? По направлению движения? По склонению орбиты?
3. Что такое геостационарные спутники? Какова высота их орбиты и угловая скорость обращения кругом Земли?
4. Почему геостационарные спутники можно запускать только над экватором?
5. Каково направление движения геостационарных спутников?
6. Как подразделяются режимы передачи изображения со спутников на Землю?
7. Опишите устройство передающей телевизионной трубки «видикон».
8. Опишите устройство ПЗС-матрицы.
9. Какие существуют три стадии формирования изображения с помощью трубки «видикон»?
10. Что такое разрешающая способность изображения?
11. Какую метеорологическую информацию Вы можете получить, рассматривая телевизионное изображение Земли, полученное со спутника?
12. Какие диапазоны длин волн используются при передаче телевизионного изображения Земли? Почему именно такие?
13. Как привязать к карте полученное телевизионное изображение Земли?
14. Каким образом можно сделать заключение о наличии циклона или антициклона в районе рассматриваемого телевизионного изображения Земли? Как проверить эти выводы с помощью карты приземного анализа?
15. Как предсказать направление движения фронтов и идентифицировать фронты с помощью рассматриваемого телевизионного изображения Земли?
16. Можно ли сделать заключение о типе облачности с помощью рассматриваемого телевизионного изображения Земли?

### **Вопросы к практической работе №21**

1. Что такое барическая ступень? Какова ее величина в приземном слое?
2. Опишите устройство сетевого барометра БРС-1.
3. Каким образом можно определить величину барической ступени с помощью барометра БРС?
4. Каким образом, зная барическую ступень, измерить разность высот (например, высот этажей здания) с помощью барометра БРС?
5. Какой порядок выполнения в работе операций по определению барической ступени?
6. Каков порядок выполнения в работе операций по определению разности высот этажей здания, в котором проводится работа?

**Критерии оценивания:**

Показатели	Зачтено	Не зачтено
<b>Допуск к выполнению практической работы</b>	Ориентируется в заданной области анализа, дает правильные ответы на вопросы, обосновывает собственную позицию. Понимает и способен пояснить принцип работы метеорологических приборов, знает порядок проведения измерений. Приведены необходимые формулы, при необходимости – схемы метеорологических приборов.	Не ориентируется в терминологии и содержании, не способен изложить материал, допускает грубые ошибки.
<b>Выполнение практической работы</b>	Соблюдены правила техники безопасности, выполнены требуемые эксперименты, по каждому опыту записаны наблюдения.	Замечены нарушения правил техники безопасности при выполнении практической работы, уклонение от выполнения практической работы, отсутствие записей наблюдений.
<b>Письменный отчет по результатам выполнения лабораторных работ</b>	Отчет по практической работе оформлен аккуратно и правильно, приведены необходимые формулы, правильно выполнены расчеты, построены требуемые в описании графики (зарисованы эпюры). Даны правильные ответы на поставленные в описании практической работы вопросы.	Отчет по практической работе выполнен небрежно, содержит грубые ошибки. Отсутствуют требуемые в описании графики (эпюры). Ответы на поставленные в описании практической работы вопросы не даны (или ответы неправильные).
<b>Защита практической работы</b>	Показано понимание проводимых экспериментов, умение проводить измерение метеорологических параметров. Продемонстрирована способность устанавливать причинно-следственные связи, даны правильные ответы на все вопросы, приведенные в описании практической работы.	Выявлено непонимание проводимых экспериментов, незнание порядка проведения измерений метеорологических параметров, неумение использовать метеорологические приборы.

**3.2. Самостоятельная работа (решение задач):**

### Примеры задач

1. Для определения влажности применен весовой метод. Масса пробирок, содержащих гигроскопическое вещество, до прокачки воздуха составила 150 г, после прокачки - 164,1 г. Объем воздуха, пропущенного через пробирки, - 1,5 м<sup>3</sup>. Температура воздуха  $t$  °С. Определите относительную влажность.

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t$ , °С	10	12	15	17	20	22	24	26	28	30

2. Относительная влажность воздуха  $f$  давление 995 гПа. При определении влажности с помощью психрометра получены следующие показания:  $t_{\text{сух}}$  и  $t_{\text{смоч}}$ . Определите психрометрический коэффициент этого психрометра.

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f$ , %	75	60	50	45	43	40	38	37	36	42
$t_{\text{сух}}$ , °С	16	20	21	23	25	26	25	24	25	23
$t_{\text{смоч}}$ , °С	13	16	15	15	17	16	16	15	14	14

3. Температура воздуха  $t$ . Температура точки росы, измеренная с помощью конденсационного гигрометра,  $t_d$ . Рассчитайте относительную влажность.

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t$ , °С	10	11	15	17	20	22	24	26	28	30
$t_d$ , °С	5	7	9	10	11	13	14	15	15	16

4. Станция расположена на широте  $\varphi$ , на высоте  $h$  над уровнем моря, температура в помещении, где установлен барометр, равна  $t$ . Отсчет по барометру равен  $P_0$ , инструментальная поправка  $\Delta p$ . Определите давление на станции с учетом всех поправок.

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varphi$ , °	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$h$ , м	1000	150	400	300	110	70	250	50	400	20
$t$ , °С	+25	+30	+15	+20	+25	+15	+5	-15	-18	-30
$P_0$ , гПа	930	985	960	960	991	1010	985	1015	970	995
$\Delta p$ , гПа	+0,5	-0,4	-1,2	-0,7	+0,4	-1,5	+0,7	-0,4	+1,2	-1,1

5. Вертушка анемометра имеет радиус плеча  $R$  и вращается со скоростью  $n$  оборотов в секунду. Определите скорость ветра.

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

n, об/с	1,5	2,0	2,5	8,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
R, м	0,3	0,1	0,25	0,1	0,3	0,2	0,25	0,2	0,1	0,3

6. Высота облака определяется триангуляционным способом. Точка наблюдения находится на расстоянии  $L$  от точки, в которой располагается источник света, и смещена по высоте от нее на  $\Delta h$ . Световое пятно наблюдается под углом  $\alpha$ . Определите высоту нижней границы облака.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L$ , м	200	150	400	500	180	250	310	140	100	50
$\Delta h$ , м	+20	-15	-10	+23	-5	+10	-15	-10	0	0
$\alpha$ , °	52	78	38	47	71	63	56	68	73	81

7. Длительность импульса развертки в приборе ИВО-1М составляет  $\tau$ . Исходя из этого, определите верхний предел измерения высоты нижней границы облака с помощью ИВО-1 М.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\tau$ , мкс	13,30	13,31	13,32	13,33	13,34	13,35	13,36	13,37	13,38	13,39

8. Затененный пиранометр имеет переводной множитель  $k_{\pi} = 0,003$  кВт\*м<sup>2</sup>/дел и показывает  $n_1$  делений. В тот же момент времени актинометр, имеющий переводной множитель  $k_a = 0,007$  кВт\*м<sup>2</sup>/дел, показывает  $n_2$  делений. Каковы будут показания пиранометра без теневого экрана? Место нуля обоих приборов принять равным нулю.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_1$ , дел	30	45	36	32	42	38	21	18	28	31
$n_2$ , дел	20	15	25	18	24	31	30	25	25	21

#### Критерии выставления оценки:

**Оценка «зачтено»:** все задания выполнены верно, в полном объеме (даны ответы на все поставленные в заданиях вопросы), в решении не содержатся грубые ошибки, прослеживается логика решения, приведены необходимые расчетные формулы, промежуточные вычисления, правильно указаны размерности конечных и промежуточных величин.

**Оценка «не зачтено»:** выполнены не все задания или задания выполнены не полностью (отсутствуют ответы на поставленные в заданиях вопросы), в написании расчетных формул допущены ошибки, размерности конечных и промежуточных величин не указаны или указаны неверно.

### 3.3. Контрольные вопросы

1. Что такое чувствительность измерительного прибора
2. В чем отличие контактных и дистанционных методов измерения
3. Назовите прямые методы измерений
4. Назовите косвенные методы измерений
5. Какой термометр имеет больший коэффициент инерции - с шарообразным или с цилиндрическим резервуаром (при условии одинаковой их массы)?
6. Какой термометр имеет больший коэффициент инерции - с шарообразным резервуаром радиуса  $R$  или  $2R$ ? Как зависит коэффициент инерции от радиуса резервуара? Показать полностью.
7. Доказать, что кривая  $T(\tau)$  для термометра имеет экстремум в точке пересечения с прямой зависимости температуры воздуха от времени.
8. Как зависит чувствительность ртутного термометра от радиуса резервуара и от радиуса капилляра? Желательно вывести формулу.
9. Как изменится формула чувствительности УТС, если в качестве регулируемого плеча взять  $R_3$ ?
10. Может ли радиационная поправка для термометра быть отрицательной? Когда?
11. Вывести формулу для чувствительности НТС.
12. Придумать пример следящей системы с отрицательной обратной связью.
13. Как обеспечить реверс двигателя в АУТС в зависимости от того, увеличивается температура или падает?
14. Вывести формулу для тока и чувствительности дифференциального термометра сопротивления.
15. Доказать, что явление Пельтье полностью обратимо по отношению к явлению Зеебека.
16. Может ли быть такое состояние атмосферы, когда смоченный термометр теплее сухого? Если да, то при какой погоде?
17. Почему в аспирационном психрометре нет смысла заботиться о том, чтобы термометр по своим параметрам был близок к "идеальному психрометру"?
18. Вывести уравнение чувствительности для конденсационного гигрометра.
19. Как зависит электрическое сопротивление растворов электролитов от температуры? Почему именно так?
20. Вывести формулу для разности угловых скоростей при неустановившемся режиме анемометра.
21. Объяснить, почему при определении понятия "инерция анемометра" нельзя воспользоваться временем синхронизации, так как оно получается зависящим от скорости ветра. В чем отличие от инерции термометра?
22. Как увеличить чувствительность индукционного анемометра?
23. Доказать, что в анемометре АРИ-49 вторичное магнитное поле тормозит магнит, а не ускоряет его.
24. Почему в жидкостных барометрах используется сама тяжелая жидкость – ртуть, хотя это обуславливает самую малую чувствительность прибора?
25. Почему в сифонно-чашечном барометре не требуется скомпенсированная шкала?
26. Каким образом можно исключить гистерезис сильфона в автоматических станциях?
27. Рассчитайте длительность импульса развертки в измерителе высоты облаков ИВО-1м.
28. Почему в приборе ИВО (РВО) необходимо поставить на центр экрана середину переднего фронта облачного импульса, а не его максимум?
29. Почему в приборе ИВО (РВО) отключают АРУ во время дождя?
30. Для чего в озонметре М-121 необходимо введение поправки на высоту Солнца?
31. Почему в нефелометрах зависимость яркости принятого сигнала от МДВ носит обратный характер по отношению к трансмиссометрам?
32. Что такое уравнение Кошмидера? Выведите его.

33. Почему в трансмиссометрах типа ФИ используются два отражателя?
34. Почему при измерении радиоактивного фона измерения проводятся на высоте 1,5 метра?
35. Счетчик Гейгера измеряет мощность дозы, радиофотолуминесцентный счетчик – поглощенную дозу. Какой из этих приборов является интегральным прибором?
36. Доказать, что при изменении регулируемого резистора «контроль скорости» в приборе М-64 изменяются показания мгновенной скорости ветра.
37. Доказать, что при изменении регулируемого резистора «контроль направления» в приборе М-63 изменяются показания направления ветра.
38. Иногда в метеорологической станции М-49 наблюдается медленное снижение показаний скорости ветра (год от года). С чем это связано?
39. Почему в приборе М-49 для получения питания сельсинов переменный ток от сети (50Гц) сначала преобразуется в постоянный, а затем снова в переменный (400Гц)?
40. Можно ли запустить геостационарный спутник, который был бы «неподвижен» и находился в зените над Москвой? Над Петербургом?
41. Каким образом можно на спутниковых снимках отличить туман от облачности?
42. Почему лазерные измерительные системы практически не используются при метеорологических измерениях, несмотря на все их преимущества (дистанционность, отсутствие инерции и т.д.)?
43. Приведите примеры метеорологических измерительных приборов, в которых осуществляется программный метод компенсации ошибок измерения.

#### **Критерии оценивания:**

- оценка «зачтено»: ориентируется в заданной области, владеет приемами поиска и систематизации, понимает физические основы методов измерения метеорологических параметров, обосновывает собственную позицию при ответе;

- оценка «не зачтено»: не ориентируется в терминологии и содержании, не способен изложить материал, допускает грубые ошибки.

#### **4. Курсовое проектирование**

##### **Примерные темы для курсового проектирования**

1. Сравнение различных способов измерения температуры.
2. Сравнение различных способов измерения влажности воздуха.
3. Сравнение различных способов измерения скорости ветра.
4. Сравнение различных способов измерения направления ветра. Способы дистанционной передачи информации о направлении флюгарки.
5. Сравнение различных способов измерения атмосферного давления.
6. Сравнение различных способов измерения актинометрических величин.
7. Сравнение различных способов измерения высоты нижней границы облачности.
8. Сравнение различных способов измерения метеорологической дальности видимости.
9. Сравнение различных способов измерения содержания озона в атмосфере.
10. Сравнение различных способов измерения параметров атмосферных аэрозолей.
11. Измерение радиоактивного фона и радиоактивного заражения местности.
12. Измерение количества осадков. Автоматизация процесса измерения осадков.
13. Информативный подход к проблеме измерения метеорологических параметров. Основные принципы устройства цифровых приборов.
14. Передача метеорологической информации по каналам связи. Скорость передачи, проблема искажения сигналов.
15. Цифровые метеорологические измерительные приборы. Принципы конструирования цифровых приборов.

16. Соотношение тепловой инерции и чувствительности термометрических датчиков.
17. Измерение параметров атмосферного электричества. Электричество «хорошей погоды», грозное электричество. Приборы и методы измерения.
18. Радиолокационное зондирование атмосферы. Использование радиолокаторов для измерения метеорологических величин.
19. Лазерное зондирование атмосферы. Лидары и их возможности для измерения метеопараметров.
20. Измерения атмосферных параметров с помощью искусственных спутников Земли.

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

Приведенные темы являются обзорными, при выполнении которых обучающийся должен составить возможно полное описание способов измерения соответствующей метеорологической величины, пользуясь литературой и сведениями, почерпнутыми из Интернета (рекомендуется использовать поисковые системы, вводя в строку поиска название исследуемой величины). Обязательны ссылки на литературные источники. Описание должно быть составлено своими словами, с избеганием прямого «скачивания», что сразу же будет замечено при проверке. В конце работы должно быть приведено *собственное суждение обучающегося* 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 выставления оценки по курсовому проекту**

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.

Работы не зачитываются и возвращаются для полной переделки

- ✓ при обнаружении дословного сходства сданных работ (или дословного сходства с одной из работ, сданных в предыдущие годы);
- ✓ при обнаружении работ полностью и/или дословно соответствующих интернет или книжному источнику).

### **5. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации. Критерии оценивания**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **дифференцированный зачет**  
 Форма проведения зачета – **устно по вопросам или в виде тестов**

#### **Перечень вопросов для подготовки:**

1. Тепловая инерция термометров.

2. Резисторы и термисторы. Зависимость сопротивления от температуры.
3. Мостовые измерительные схемы.
4. Уравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
5. Следящие системы с отрицательной обратной связью. Автоматически уравновешивающийся термометр сопротивления.
6. Неуравновешенный термометр сопротивления. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
7. Дифференциальный термометр сопротивления.
8. Термопара и термобатарея. Принцип действия, чувствительность, погрешности.
9. Деформационные термометры. Термограф.
10. Радиационные термометры.
11. Влажность. Основные понятия. Психрометрический метод измерения.
12. Деформационные гигрометры. Гигрограф.
13. Конденсационные гигрометры.
14. Электролитические гигрометры.
15. Сорбционные гигрометры.
16. Радиационные гигрометры.
17. Конденсаторные гигрометры.
18. Ротоанемометры. Теория действия.
19. Импульсные анемометры.
20. Фотоэлектрический анемометр.
21. Индукционные анемометры.
22. Акустические анемометры.
23. Лазерный доплеровский измеритель скорости ветра (ЛДИС).
24. Флюгарка. Измерители направления ветра с сельсинной передачей.
25. Жидкостные барометры.
26. Деформационные барометры. Барограф.
27. Барометр рабочий сетевой БРС-1
27. Измерение прямой солнечной радиации. Пиргелиометр и актинометр.
28. Измерение рассеянной и суммарной радиации. Пиранометр.
29. Измерение радиационного баланса. Балансомер.
30. Измерение высоты нижней границы облаков. Светолокационная установка ИВО-1м.
31. Измерение содержания озона.
32. Поляризационный измеритель дальности видимости М-53.
33. Импульсный фотометр ФИ-1.
34. Анеморумбометр М-63. Устройство датчика, канал измерения средней скорости.
35. Анеморумбометр М-63. Канал измерения мгновенной и максимальной скорости.
36. Анеморумбометр М-63. Канал измерения направления ветра.
37. Единицы измерения радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности.
38. Методы измерения радиоактивного фона и радиоактивного загрязнения местности. Цифровой счетчик Гейгера.
39. Станция КРАМС-2. Общая схема размещения блоков станции на аэродроме.
40. Датчик давления КРАМСа.
41. Датчик температуры и влажности КРАМСа.
42. Датчик близких гроз КРАМСа.
43. Станция КРАМС-4. Общая схема размещения блоков станции на аэродроме.
44. Датчики метеорологических величин станция КРАМС-4.
45. Перспективы развития метеорологической измерительной техники.
46. Лазерные системы зондирования.

### **Критерии оценивания:**

- оценка «отлично»: свободно ориентируется в области методов и средств гидрометеорологических наблюдений; знает физические основы функционирования метеорологической измерительной техники, основные физические величины, характеризующие эффективность её функционирования, принципы построения метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; грамотно обосновывает собственную позицию относительно решения современных проблем в области гидрометеорологических измерений;

- оценка «хорошо»: свободно излагает материал, понимает физические основы функционирования метеорологической измерительной техники, основные физические величины, принципы построения метеорологических измерительных приборов, основные их блоки, понимает взаимодействие этих блоков;

- оценка «удовлетворительно»: владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал, в общих чертах понимает физические основы функционирования метеорологической измерительной техники, имеет представление об основных физических величинах, характеризующие эффективность её функционирования, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой; знает основные блоки метеорологических измерительных приборов, однако не демонстрирует понимания их взаимодействия;

- оценка «неудовлетворительно»: не ориентируется в терминологии и содержании, не выделяет основные методы измерений, не знает измерительных метеорологических приборов, при ответе допускает грубые ошибки.

### **Пример тестов к зачету**

#### **1. Какие из следующих единиц употребляются для измерения температуры?**

- А) Миллибары
- Б) Гектопаскали
- В) Кельвины
- Г) Проценты

#### **2. Что такое коэффициент тепловой инерции термометра?**

- А) Это минимальное значение температуры, которое может измерить термометр
- Б) Это время, в течение которого разность температур между термометрическим телом и средой уменьшается в  $e$  раз.
- В) Это время, в течение которого термометр принимает температуру окружающей среды.
- Г) Это максимально возможная точность измерения температуры данным термометром.

#### **3. Какой из перечисленных ниже элементов является датчиком температуры?**

- А) Сильфон
- Б) Сельсин
- В) Терморезистор
- Г) Фотодиод

#### **4. Что такое чувствительность измерительного прибора?**

- А) Это время, в течение которого разность показания прибора изменяется в  $e$  раз.
- Б) Это производная от выходной величины прибора по входной величине.
- В) Это точность измерений прибора.
- Г) Это максимальная величина, которую может измерить данный прибор.

#### **5. В каких метеорологических измерительных приборах применяется термопара и термобатарея?**

- А) В измерителе высоты облаков ИВО.
- Б) В озонметре М-121.

- В) В счетчике Гейгера для измерения радиоактивного фона.  
Г) В актинометрических приборах.
- 6. С помощью какого из перечисленных ниже приборов можно с земной поверхности измерить температуру нижней границы облака?**
- А) С помощью радиационного термометра.  
Б) С помощью термометра сопротивления.  
В) С помощью шара-пилота.  
Г) С помощью деформационного термометра.
- 7. Какой способ измерения температуры используется в термографе?**
- А) Радиационный термометр.  
Б) Термометр сопротивления.  
В) Жидкостный термометр.  
Г) Деформационный термометр (биметаллическая пластинка).
- 8. Для измерения какой величины предназначен пиранометр?**
- А) для измерения прямой солнечной радиации.  
Б) для измерения рассеянной радиации,  
В) для измерения радиационного баланса,  
Г) для измерения уровня радиоактивности.
- 9. Для устранения какой погрешности в чашечном барометре применяется скомпенсированная шкала?**
- А) Для устранения температурной погрешности.  
Б) Для устранения погрешности, связанной с изменением высоты места.  
В) Для устранения погрешности, связанной с изменением места нуля прибора.  
Г) Для устранения погрешности, связанной с изменением широты места наблюдения.
- 10. Основным инструментом для измерения времени в приборе ИВО является -**
- А) секундомер.  
Б) цифровой таймер.  
В) электронно-лучевая трубка.  
Г) химический датчик времени.
- 11. В каком из следующих приборов применен принцип отрицательной обратной связи?**
- А) ИВО (РВО).  
Б) Ртутный барометр.  
В) Импульсный фотометр ФИ-1 (ФИ-2, ФИ-3).  
Г) Озонометр М-121.
- 12. На основании какого явления можно в принципе измерять скорость ветра с помощью лазеров?**
- А) на основании закона Буге-Ламберта,  
Б) на основании явления изменения амплитуды сигнала при движении объекта,  
В) на основании явления Доплера,  
Г) на основании явления измерения времени прохождения лазерным лучом расстояния до исследуемого объема и обратно.
- 13. Какая из перечисленных ниже установок является автоматической метеорологической станцией?**
- А) ИВО.  
Б) М-121.  
В) КРАМС.  
Г) М-63.
- 14. На какой высоте находится геостационарный спутник Земли?**
- А) Около 36000 километров.  
Б) Около 100 километров.

- В) От 100 до 1000 километров.
- Г) От 1000 до 10000 километров

**15. В каком случае температура смоченного термометра равна температуре сухого?**

- А) При относительной влажности, равной нулю.
- Б) При относительной влажности, равной 100%.
- В) При ненасыщенном воздухе.
- Г) При ясной солнечной погоде в летний день.

**16. Какая величина является выходной для конденсационного гигрометра?**

- А) Температура смоченного термометра.
- Б) Разность температур между сухим и смоченным термометром.
- В) Температура точки росы.
- Г) Длина волоса.

**17. Что такое дифференциальный метод измерения?**

А) Это такой метод, в котором измеряется не сама величина, а ее производная по времени.

Б) Это такой метод, в котором измеряется не сама величина, а разность между ней и постоянный величиной, имеющей тот же порядок.

В) Это такой метод, в котором измеряется не сама величина, а частота её изменения.

Г) Это такой метод, в котором измеряемая величина представляется в виде импульсов разной амплитуды.

**Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзаменационного теста**

- оценка «отлично»: правильные ответы составляют 75% и более от общего количества вопросов (более 22 правильных ответов из 30 вопросов);
- оценка «хорошо»: правильные ответы составляют 50-75% от общего количества вопросов (от 15 до 22 правильных ответов из 30 вопросов);
- оценка «удовлетворительно»: правильные ответы составляют 20-50% от общего количества вопросов (от 6 до 15 правильных ответов из 30 вопросов);
- оценка «неудовлетворительно»: правильные ответы менее 20% от общего количества вопросов (менее 6 правильных ответов из 30 вопросов).

## **УРОВЕНЬ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТНЦИЙ**

**Оценка «отлично»:** продвинутый уровень.

**Оценка «хорошо»:** базовый уровень.

**Оценка «удовлетворительно»:** минимальный уровень.

**Оценка «неудовлетворительно»:** компетенция не усвоена.