

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Радиофизические измерения в экологии

по направлению подготовки

**03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Радиофизика, электроника и информационные системы**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

М.Л. Громов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;.

– ПК-3 Способен использовать современное оборудование для решения задач в области радиофизики и электроники..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных и теоретических исследований.

ИОПК 2.2 Обрабатывает для получения обоснованных выводов и представляет полученные результаты экспериментальных и теоретических исследований.

ИПК 3.1 Понимает физические принципы действия приборов и устройств, предназначенных для решения профессиональных задач.

ИПК 3.2 Проводит радиофизические измерения с использованием современных средств измерения и контроля.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

– контрольные вопросы.

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, защиты отчетов по лабораторным работам в форме деловой игры, тестов по лекционному материалу, и фиксируется в форме контрольной точки (теста) не менее двух раз в семестр. Критерии оценивания приведены в Таблицах 2.1–2.3.

Тест 1 (ИОПК-2.1.) *Примеры вопросов*

1. RC-фильтр состоит из цепочки двух идентичных интегрирующих звеньев. При каком значении функции передачи по напряжению и на какой частоте фильтр повернёт фазу на  $60^\circ$ , если  $R=20\text{ кОм}$ ,  $C=10\text{ нФ}$ ?

2. К генератору с выходным сопротивлением  $R_0=60\text{ Ом}$  подключён последовательный колебательный контур  $L=0.1\text{ Гн}$ ,  $C=20\text{ нФ}$ ,  $R=60\text{ Ом}$ . Во сколько раз напряжение на индуктивности превышает при резонансе выходное напряжение генератора? Как изменится добротность контура, если параллельно индуктивности включить нагрузочное сопротивление  $R_H=100\text{ Ом}$ ? Изменится ли при этом собственная частота контура?

3. Определить максимально возможный "коэффициент полезного действия" двухполупериодного выпрямителя. Чему равен коэффициент пульсаций (отношение мощности переменной составляющей к мощности выпрямленного напряжения), если не используется фильтр?

Тест 2 (ИПК 3.1., ИПК 3.2.) *Эссе на темы по 1-му из вопросов для самостоятельной работы:*

1. Сформулируйте понятие «ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ ФАКТОРЫ». Перечислите основные.

2. Дайте и проанализируйте определение понятия «ИЗМЕРЕНИЕ» (для физических величин).

3. Что такое ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ. Поясните причины их возникновения.

4. Запишите выражение для определения АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА.
5. Назначение Службы стандартизации, сертификации и метрологии РФ.
6. Запишите формулу для вычисления СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЙ АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ при неравноточных измерениях.
7. Дайте определение понятия «АЛГОРИТМ» измерения.
8. Поясните отличие понятий «МЕТОДИКА» измерения и «МЕТОД» измерения.
9. Правила суммирования погрешностей.
10. Поясните физические принципы работы осциллографа с электронно-лучевой трубкой.
11. Перечислите особенности цифровых осциллографов.
12. Метод дискретного счета.
13. Запишите выражения для определения среднеквадратического значения напряжения.
14. Цифровые вольтметры.
15. Дайте определение «ПЕРИОДА» для периодического сигнала.
16. Изобразите схему частотомера, реализующего метод заряда-разряда конденсатора.
17. Запишите выражение для полной погрешности измерения электронно-счетных фазометров.
18. Применение метода дискретного счета при измерении инфра низких частот.
19. Суть и возможности метода «ИНТЕРПОЛЯЦИИ» применительно к измерению интервалов времени.
20. Что называется в радиофизике набегом фазы?
21. Аналого-цифровые преобразователи.
22. Зачем применяются КВАНТОВАНИЕ и ДИСКРЕТИЗАЦИЯ при цифровой обработке напряжений.
23. Запишите выражение для цифрового определения мощности переменного тока.
24. Перечислите основные параметры магнитных полей.
25. Принципы и возможности магниторазведки.
26. Перечислите основные параметры электрических полей.
27. Перечислите основные задачи электромагнитного картирования территорий.
28. Перечислите основные направления ускорения и автоматизации измерений.

Таблица 2.1 – Формирование оценки результатов текущего контроля заданий

| Оценка        | Критерии оценивания                             |
|---------------|-------------------------------------------------|
| Аттестован    | Отвечает правильно не менее чем на 70% вопросов |
| Не аттестован | Все остальные варианты                          |

Таблица 2.2 – Формирование оценки результатов текущего контроля ПЗ

| Оценка        | Критерии оценивания                                                 |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| Аттестован    | Выполнение правильно не менее чем 70% каждого практического задания |
| Не аттестован | Все остальные варианты                                              |

Таблица 2.3 – Формирование оценки результатов текущего контроля ЛР

| Оценка        | Критерии оценивания    |
|---------------|------------------------|
| Аттестован    | Защитил отчет по ЛР    |
| Не аттестован | Все остальные варианты |

Результаты: 1) ответов на вопросы, 2) прохождения практических занятий и 3) выполнения лабораторных работ, будут учитываться при получении допуска к сдаче зачета.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Зачет в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Первый вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОР-2.1.1, ОР-2.1.3. ОР-3.1.2.

Второй вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОР-2.1.2, ОР-3.1.1. ОР-3.2.2.

Задача служит для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОР-3.1.2

Примерный перечень теоретических вопросов к зачету по дисциплине

1. Вопрос 1. Задачи, значение и роль метрологии как науки об измерениях.
2. Вопрос 2. Основные узлы низкочастотного RC–генератора (назначение и основные характеристики).
3. Вопрос 3. Погрешности стрелочных электронных вольтметров.
4. Вопрос 4. Цифровые осциллографы.
5. Вопрос 5. Основные узлы стрелочных электронных вольтметров (назначение и основные характеристики).
6. Вопрос 6. Погрешности измерения электронно-счетных частотомеров.
7. Вопрос 7. Методы преобразования фазового сдвига в интервал времени между импульсами.
8. Вопрос 8. Меры частоты.
9. Вопрос 9. Учет и исключение систематических погрешностей.
10. Вопрос 10. Эталоны времени. Международное Атомное Время.
11. Вопрос 11. Генераторы шумовых сигналов.
12. Вопрос 12. Погрешности измерения электронно-счетных частотомеров.
13. Вопрос 13. Измерение мощности переменного тока.
14. Вопрос 14. Измерение компонент магнитных полей. Магнитометры.
15. Вопрос 15. Способы анализа спектров.
16. Вопрос 16. Измерительные преобразователи.

Примеры задач:

1. Задача 1.

На выходе магнитной антенны с коэффициентом передачи 10дБ среднеквадратическое значение гармонического напряжения  $U$  составляет 0.4 В требуется определить индукцию магнитной компоненты ЭМ–волны, падающей на антенну в момент измерения. Провести также расчеты для  $U=0.75$  мкВ. Считать, что угол прихода волны соответствует максимуму диаграммы направленности антенны.

2. Задача 2.

Определит модуль вектора Пойнтинга для заданных напряженностей магнитного и электрического полей.

### 3. Задача 3.

Для заданной экспериментальной выборки напряженности вертикальной электрической компоненты ЭМП определить наличие систематической ошибки измерений.

### 4. Задача 4.

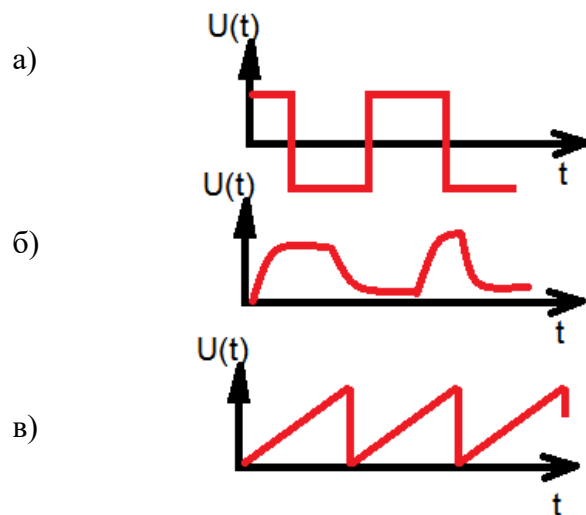
Частота дискретизации АЦП равна 100 Гц, к чему приведет подача гармонического напряжения с частотами: а) 75 Гц, б) 100 Гц, в) 25 Гц, г) 676 Гц, при полосе пропускания АЦП, равной 20 кГц.

Результаты зачета определяются по системе «зачтено»/ «не зачтено» согласно Таблице 3.1.

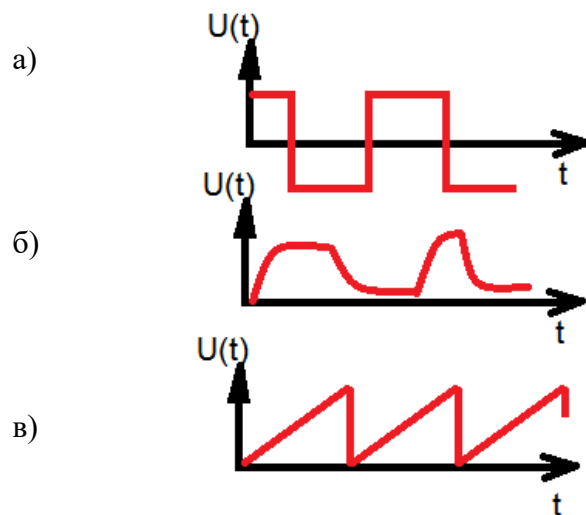
Таблица 3.1 – Промежуточная аттестация по дисциплине

| Компетенция                                                                                                                                                                   | Индикатор компетенции                                                                                                                                                | Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)                                                                                                                                                                                                                                      | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Не зачет                                                                                                                                                                                                                       | Зачет                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>ОПК-2</b><br>Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные. | <b>ИОПК 2.1</b><br>Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных и теоретических исследований. | <b>ОР-2.1.1</b> Знает основные экологические характеристики окружающей среды и современные средства измерения значений их величины.<br><br><b>ОР-2.1.2</b> Использует алгоритмы и методики радиофизических измерений, необходимые для определения экологических характеристик окружающей среды.<br><br><b>ОР-2.1.3</b> Знает принципы автоматизации измерений. | Обучающийся не имеет четкого представления об изучаемом материале, не знает определений, характеристик ОС и средств измерений.<br><br>Не владеет алгоритмами измерений.<br><br>Не знаком с принципами автоматизации измерений. | Достижение обучающимся необходимого уровня знаний о характеристиках окружающей среды и средствах измерений их величин.<br><br>Владеет навыками использования алгоритмов и методик РФИ в экологии.<br><br>Знает основные принципы автоматизации измерений в экологии. |
|                                                                                                                                                                               | <b>ИОПК 2.2</b><br>Обрабатывает для получения обоснованных выводов и представляет полученные результаты экспериментальных и теоретических исследований..             | <b>ОР-2.2.1</b> Проводит обработку исходных данных и результатов радиофизических измерений характеристик окружающей среды с использованием вычислительной техники.                                                                                                                                                                                             | Имеет задолженности по практическим заданиям.                                                                                                                                                                                  | Выполнил и сдал 6 практических заданий.                                                                                                                                                                                                                              |





2. Укажите, какое напряжение носит название меандр?



3. Уберите из списка параметров те, которые НЕ относятся к значимым экологическим факторам:

- а) Модуль индукции геомагнитного поля,
- б) Радиационный фон окружающей среды,
- в) Концентрация электронов в ионосфере Земли,
- г) Альбедо Урана,
- д) Температура тропосферы Земли.

4. Период гармонического напряжения принято измерять в международной системе единиц СИ в:

- а) герцах,
- б) молях,
- в) ваттах,
- г) амперах,
- д) секундах.

5. Точное предписание о выполнении в определенном порядке совокупности операций, обеспечивающих измерение значения физической величины – это:

- а) Методика измерений,

- б) Алгоритм измерения,
  - в) Метод замещения
6. Как называется измерительное устройство, предназначенное для непосредственного преобразования напряженности электрического поля в напряжение?
- а) Усилитель-ограничитель,
  - б) Стробоскопический осциллограф,
  - в) Рамочная антенна,
  - г) Частотомер,
  - д) Цифровой вольтметр.
7. Для корректного определения мощности переменного тока ваттметр должен производить операцию:
- а) Деления напряжения на ток:  $U/I$
  - б) Умножения тока на напряжение:  $I*U$
  - в) Логарифмирования напряжения по основанию тока:  $\log_I U$
  - г) Возведения в степень:  $I^U$

Ключи: 1 в), 2 а), 3 г), 4 д), 5 б), 6 в), 7 б).

Теоретические вопросы (ИПК 3.1, ИПК 3.2):

1. Привести и описать пример организации ПРЯМЫХ измерений среднеквадратических значений гармонических низкочастотных напряжений в диапазоне значений 1мВ – 500 В.
2. Привести и описать пример организации КОСВЕННЫХ измерений среднеквадратических значений гармонических низкочастотных напряжений в диапазоне значений 1мВ – 500 В.
3. Привести и описать пример организации СОВОКУПНЫХ измерений омических сопротивлений для случая  $N=3$  (три последовательно соединенных в кольцо резистора). Решение должно предполагать, что соединение резисторов при измерениях не нарушается.

Ответ должен содержать формальную постановку задач, ее решение и интерпретацию полученных выводов. Предполагается, что для получения решения можно использовать реально существующие средства измерений.

### Информация о разработчиках

Колмаков Александр Анатольевич, к.ф.-м.н., РФФ, кафедра КФиЭ, доцент