МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ Р. В. Мещеряков
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные методы в сильноточной электронике

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Вакуумная и плазменная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **физики, Кафедра физики**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	72	72	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 31345

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 122 от «16» 2 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. физики	_____	А. В. Медовник
Заведующий обеспечивающей каф. физики	_____	Е. М. Окс

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. физики	_____	Е. М. Окс

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Доцент кафедры физики (физики)	_____	А. В. Медовник
Заведующий кафедрой физики (физики)	_____	Е. М. Окс

Согласована на портале № 31345

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение широких, целостных и глубоких знаний об экспериментальных методах в сильноточной электронике, о принципах функционирования диагностик и измерительных средств, необходимых для вычленения существенных в электронно-вакуумных и плазменных системах явлений и процессов, а также о современном уровне таких систем.

1.2. Задачи дисциплины

– Формирование умений: оценивать условия эксперимента, выбирать и применять на практике экспериментальные методы, наиболее эффективные в диагностике тех или иных электрофизических систем; применять математический аппарат и физические знания при решении задач по разработке конструкций измерительных средств и их использования в экспериментах; делать научно обоснованные выводы по результатам экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию электрофизических устройств и систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Экспериментальные методы в сильноточной электронике» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумная и плазменная электроника, Научно-исследовательская деятельность, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика), Физика пучков заряженных частиц, Эмиссионные и электроразрядные явления в вакууме.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 умение вычленять физические явления и процессы, наиболее существенные в электронно-вакуумных и плазменных системах;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** общую физику, основы классической электродинамики, теоретические основы электротехники, математический анализ, основы физики пучков заряженных частиц, СВЧ-электродинамики и СВЧ-электроники, физики плазмы;

– **уметь** оценивать условия эксперимента, применять наиболее эффективные в диагностике электрофизических систем методы, применять методы математического анализа при решении задач, делать научно обоснованные выводы по результатам экспериментальных исследований;

– **владеть** навыками использования персонального компьютера в научной работе.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Проработка лекционного материала	12	12
Самостоятельное изучение тем (вопросов)	48	48

Согласована на портале № 31345

теоретической части курса		
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Введение в дисциплину	2	0	2	4	ПК-4
2 Импульсные процессы и характеристики сигналов	2	6	10	18	ПК-4
3 Общие вопросы регистрации импульсов	2	2	12	16	ПК-4
4 Измерение высоких импульсных напряжений	2	4	10	16	ПК-4
5 Измерение импульсных токов большой силы	2	2	10	14	ПК-4
6 Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	4	2	12	18	ПК-4
7 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	4	2	16	22	ПК-4
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение в дисциплину	Особенности эксперимента в сильноточной электронике	2	ПК-4
	Итого	2	
2 Импульсные процессы и характеристики	Сигналы в сильноточной электронике. Спектральные характеристики импульсов	2	ПК-4

Согласована на портале № 31345

сигналов	Итого	2	
3 Общие вопросы регистрации импульсов	Осциллографические методы измерения. Линии передачи сигналов. Электромагнитные помехи	2	ПК-4
	Итого	2	
4 Измерение высоких импульсных напряжений	Измерительные цепи высоковольтных делителей напряжения. Разновидности высоковольтных делителей напряжения и их характеристики	2	ПК-4
	Итого	2	
5 Измерение импульсных токов большой силы	Токовые омические шунты. Пояса Роговского	2	ПК-4
	Итого	2	
6 Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	Измерение токовых и энергетических характеристик электронного пучка. Измерение параметров электронного потока	4	ПК-4
	Итого	4	
7 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	Антенные измерения. СВЧ-детекторы мощных импульсов СВЧ-излучения. Измерение энергии мощных импульсов СВЧ-излучения	2	ПК-4
	Спектральные измерения. Дополнительные методы измерения характеристик мощных СВЧ-импульсов	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1 Вакуумная и плазменная электроника	+	+	+	+	+	+	+
2 Научно-исследовательская деятельность	+	+	+	+	+	+	+
3 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук	+	+	+	+	+	+	+
4 Практика по получению профес-	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 31345

сиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика)							
5 Физика пучков заряженных частиц	+	+	+	+	+	+	+
6 Эмиссионные и электроразрядные явления в вакууме	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Тест, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Импульсные процессы и характеристики сигналов	Сигналы в сильноточной электронике	4	ПК-4
	Спектральные характеристики импульсов	2	
	Итого	6	
3 Общие вопросы регистрации импульсов	Линии передачи сигналов	2	ПК-4
	Итого	2	
4 Измерение высоких импульсных напряжений	Измерительные цепи высоковольтных делителей напряжения	2	ПК-4
	Разновидности высоковольтных делителей напряжения и их характеристики	2	
	Итого	4	
5 Измерение импульсных токов большой силы	Токовые омические шунты	2	ПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 31345

6 Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	Измерение параметров электронного потока	2	ПК-4
	Итого	2	
7 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	Антенные измерения. СВЧ-детекторы мощных импульсов СВЧ-излучения. Спектральные измерения	2	ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение в дисциплину	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Итого	2		
2 Импульсные процессы и характеристики сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
3 Общие вопросы регистрации импульсов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
4 Измерение высоких импульсных напряжений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		

Согласована на портале № 31345

	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
5 Измерение импульсных токов большой силы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
6 Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
7 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	16		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Владимиров Г. Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 368 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/38838. — Загл. с экрана. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/38838 (дата обращения: 15.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Форвакуумные плазменные источники электронов [Электронный ресурс] : монография / В. А. Бурдовицин [и др.] ; рец.: Н. В. Гаврилов, Н. Н. Коваль ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство Томского

Согласована на портале № 31345

университета, 2014. - 287 с. — Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye_plazmennye_istochniki_ehlektronov.pdf. — Загл. с экрана. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye_plazmennye_istochniki_ehlektronov.pdf (дата обращения: 15.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Применение форвакуумных плазменных источников электронов для обработки диэлектриков [электронный ресурс] : моногр. / А.С. Климов [и др.]. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2017. – 186, [2] с. — Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/115739/Primenenie_forvakuumnyh_plazmennyh_istochnikov_ehlektronov.pdf. — Загл. с экрана. (Используется для практических занятий) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/115739/Primenenie_forvakuumnyh_plazmennyh_istochnikov_ehlektronov.pdf (дата обращения: 15.06.2018).
2. Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Покровская Е. М. - 2018. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7289 (дата обращения: 15.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для про-

Согласована на портале № 31345

ведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 31345

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

Какой параметр показывает, как изменяется ток при изменении анодного напряжения?

1) Выходная мощность

2) Крутизна

3) Внутреннее сопротивление

Снижение потерь энергии, связанных с возбуждением вихревых токов в многослойном сердечнике трансформатора, может быть достигнуто за счет:

1) Уменьшения сечения сердечника;

2) Уменьшения толщины единичного слоя;

3) Использования ферромагнитного материала с меньшим удельным электрическим сопротивлением;

4) Увеличения длины сердечника.

Скорость распространения электромагнитной волны по передающей линии с прямолинейными электродами определяется:

1) формой анода линии

2) магнитной проницаемостью межэлектродного заполнения

3) диэлектрической проницаемосью межэлектродного заполнения

4) магнитной и диэлектрической проницаемостью межэлектродного заполнения

Указать верное определение линии с магнитной самоизоляцией:

1) Линия с проводниками из материалов, имеющих магнитные свойства.

2) Линия, на которую наложено внешнее магнитное поле.

3) Линия, магнитная изоляция которой обеспечивается утечками на фронте импульса, распространяющегося по линии.

Что определяет термин «неоднородная линия с плавно меняющимися параметрами»:

1) саму линию.

2) свойства распространяющегося по линии импульса.

3) то и другое вместе взятое.

Указать пути повышения стабильности срабатывания разрядников и уменьшения времени развития разряда:

1) снижать давление газа при фиксированном произведении p·d;

2) увеличивать перенапряжение на промежутке за счет импульсной зарядки накопителя энергии;

3) исключить подсветку разрядного промежутка;

4) усилить неоднородность поля на катод.

Какой из газов в качестве рабочей среды в разрядниках высокого давления обеспечивает реализацию наименьшего времени коммутации:

1) Азот

2) Гелий

3) Аргон

4) Углекислый газ

Какой из газов обладает наибольшей электрической прочностью при идентичных условиях пробоя (pd=const) для правой ветви Пашена:

1) Азот

2) Водород

3) Аргон

4) Элегаз

Для уменьшения времени коммутации газоразрядного промежутка необходимо:

1) увеличивать давление и снижать длину зазора – при любой скорости нарастания напряжения;

Согласована на портале № 31345

2) уменьшать давление и увеличивать длину зазора – при любой скорости нарастания напряжения;

3) увеличивать величину перенапряжения, т.е. подавать напряжение на промежуток очень быстро и очень большой амплитуды.

Какой источник помех называют функциональным?

1) Если электромагнитная помеха для источника является полезным сигналом.

2) Если помехи носят побочный эффект в процессе работы источника.

3) Если источник создает индуктивные помехи.

4) Если источник создает широкополосные помехи.

К основным техническим характеристикам осциллографов относят:

1) Полоса пропускания.

2) Коэффициент отклонения.

3) Время нарастания переходной характеристики

4) Все перечисленные

Какой из указанных материалов, используемых при изготовлении цилиндров Фарадея, обеспечивает наименьшую интенсивность тормозного излучения:

1) Свинец.

2) Алюминий.

3) Графит.

4) Сталь.

С помощью какого измерительного устройства можно определить ток непрерывного электронного пучка

1) Пояс Роговского

2) Спектрометр

3) Калориметр

4) Цилиндр Фарадея

14.1.2. Вопросы дифференцированного зачета

Сигналы в сильноточной электронике. Взаимодействие видеоимпульсов с регистрирующими устройствами. Интегральные и локальные параметры видеоимпульсов. Параметры радиоимпульсов и импульсов оптического излучения. Требования, предъявляемые к регистрирующей аппаратуре.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Измерение мощности СВЧ-излучения с помощью ответвителей. Характеристики ответвителей. Примеры конструкций. Схема калибровки.

Спектральные параметры импульсов. Преобразование Фурье. Спектры импульсно-периодических и одиночных импульсов. Условия неискаженной передачи сигнала через измерительную цепь.

Цифровые запоминающие осциллографы. Принцип действия, блок-схема, основные параметры и погрешности.

Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Виды осциллографов. Блок-схема и принцип действия простейшего ЭЛО. Основные погрешности осциллографов. Условия неискаженного воспроизведения формы электрических сигналов.

Измерение высоких импульсных напряжений с помощью делителей напряжения и осциллографа, демпфированные и смешанные делители напряжения их измерительные цепи и переда-точные характеристики.

Радиосигнальные линии. Волновые процессы в коаксиальных кабелях. Телеграфные уравнения. Волновое сопротивление, нагрузка, коэффициенты отражения и прохождения сигнала в нагрузку.

Использование СВЧ-разряда в газе для измерения мощности импульсов СВЧ-излучения, визуализации распределения плотности потока мощности в пространстве и исследования когерентности импульсов СВЧ-излучения.

Измерение высоких импульсных напряжений с помощью делителей напряжения и осциллографа. Виды делителей напряжения. Омические делители, их измерительные цепи и передаточные характеристики. Определение передаточных характеристик путём измерения реакции на прямо-

Согласована на портале № 31345

угольный импульс.

Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Виды осциллографов. Запоминающие осциллографы. Широкополосные осциллографы.

Измерение высоких импульсных напряжений с помощью делителей напряжения и осциллографа. Виды делителей напряжения. Емкостные делители напряжения, их измерительные цепи и передаточные характеристики. Определение передаточных характеристик путём измерения реакции на прямоугольный импульс.

Электромагнитные помехи и наводки. Помехи за счет смещения потенциала в разрядной цепи.

Измерение импульсных токов с помощью шунтов. Схема замещения шунта. Виды шунтов и их характеристики. Измерение тока электронного пучка с помощью шунта.

Электромагнитные помехи и наводки за счет падения напряжения на заземляющем проводнике и индуктированные и наведенные ЭДС.

Измерение параметров электронных пучков. Цилиндр Фарадея. Калориметрический метод. Измерение энергии электронов по пробегу и поглощению в веществе.

Измерение параметров электронных пучков. Измерение энергетического спектра импульсного электронного пучка. Спектрометры. Измерение профиля и размеров электронного пучка. Измерение поперечной скорости электронов.

Радиосигнальные линии. Волновые процессы в коаксиальных кабелях. Телеграфные уравнения. Волновое сопротивление, нагрузка, коэффициенты отражения и прохождения сигнала в нагрузку.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Общая схема антенных измерений. Эффективная поверхность приемной рупорной и волноводной антенны. Вибраторные антенны. Измерение эффективной поверхности приемных рупорных, волноводных и вибраторных антенн.

Спектральные параметры импульсов. Преобразование Фурье. Спектры импульсно-периодических и одиночных импульсов. Условия неискаженной передачи сигнала через измерительную цепь.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Регистрация СВЧ-сигналов и детекторные измерения. Детектор на диоде Шоттки, его конструкция, характеристики и схема замещения. Ламповые детекторы, их конструкция. Детекторы на горячих носителях. Схемы калибровки детекторов.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Калориметрические измерения. Широкополосные « сухие» калориметры, их конструкции и методы калибровки. Узкополосные «сухие» калориметры, их конструкции и методы калибровки. Широкополосный жидкостный вакуумный калориметр с терморезистором, его принцип действия, конструкция и методы калибровки. Широкополосный жидкостный апертурный калориметр, принцип действия, конструкция, калибровка.

Цифровые запоминающие осциллографы. Принцип действия, блок-схема, основные параметры и погрешности.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Спектральные измерения. Метод отсечки. Дисперсионная линия. Резонансный метод. Гетеродинный метод. Измерение спектральных характеристик с помощью широкополосных цифровых осциллографов.

Измерение импульсных токов с помощью пояса Роговского. Принцип действия пояса Роговского. Режим трансформатора тока. Схема с интегрирующей цепочкой. Измерение наносекундных сигналов.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 31345

С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 31345