МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	4	4	часов
Самостоятельная работа	88	88	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
		3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	8	
Контрольные работы	8	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78213

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины является формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при эксплуатации элементов, приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники, а также проектирования электронных схем на их основе.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов системы знаний в области физики работы вакуумных и плазменных приборов и устройств.
2. Развитие способности строить простейшие физические и математические модели вакуумных и плазменных приборов.
3. Умение применять физико-математический аппарат для расчета и моделирования физических процессов, протекающих в них.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает основные методы проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных.
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований устройств электроникии наноэлектроники.
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками проведения экспериментальных исследований приборов электроники и наноэлектроники
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 78213

ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	16	16
Лабораторные занятия	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	88
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	73	73
Подготовка к контрольной работе	11	11
Подготовка к лабораторной работе	2	2
Написание отчета по лабораторной работе	2	2
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
8 семестр						

Согласована на портале № 78213

1 Эмиссионная электроника	-	4	1	11	16	ОПК-2
2 Токопрохождение в вакууме	-		1	11	12	ОПК-2, ПК-3
3 Электронно-лучевые приборы	4		1	23	28	ОПК-2, ПК-3
4 Фотоэлектронные приборы	-		1	19	20	ОПК-2
5 Ионные приборы	-		1	12	13	ОПК-2
6 Двухэлектродные лампы	-		1	3	4	ОПК-2, ПК-3
7 Трехэлектродные лампы	-		1	3	4	ОПК-2
8 Генераторные лампы	-		1	3	4	ОПК-2, ПК-3
9 Рентгеновские трубки	-		-	3	3	ОПК-2
Итого за семестр	4	4	8	88	104	
Итого	4	4	8	88	104	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Материальные среды, особенности газовой среды, средняя длина свободного пробега частиц в газе, вакуум, твердое тело, жидкие кристаллы, энергия электронов в кристалле, электрические свойства кристаллов, плотность энергетических уровней, поверхностный потенциальный барьер, термоэлектронная эмиссия, влияние внешнего ускоряющего поля на термоэмиссию, электростатическая (автоэлектронная) эмиссия, взрывная эмиссия, фотоэлектронная эмиссия, вторичная эмиссия, вторичная ионно-электронная эмиссия.	1	ОПК-2
	Итого	1	
2 Токопрохождение в вакууме	Движение электронов в вакууме в электрическом и магнитных полях, движение электрона в однородном электрическом поле , движение электрона в однородном магнитном поле, электрический ток в вакууме при наличии объемного заряда, электронный поток, его формирование	1	ОПК-2, ПК-3
	Итого	1	
3 Электронно-лучевые приборы	Фокусировка электронного потока в электрических полях, магнитные линзы, устройство электронно-лучевой трубки, модуляция электронного луча по плотности, электростатическая отклоняющая система, магнитная отклоняющая система, экран, осциллографические трубки, запоминающие трубки (потенциалоскопы), кинескоп, передающие телевизионные трубки.	1	ОПК-2, ПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 78213

4 Фотоэлектронные приборы	Ток фотоэмиссии, электронный фотоэлемент, ионный фотоэлемент, фотоэлектронные умножители (ФЭУ), микроканальные пластины, электронно-оптические преобразователи (ЭОПы).	1	ОПК-2
	Итого	1	
5 Ионные приборы	Явление газового усиления, условие возникновения самостоятельного разряда, свойства тлеющего разряда, индикаторные панели.	1	ОПК-2
	Итого	1	
6 Двухэлектродные лампы	Устройство и принцип работы диода, электрическое поле в диоде, характеристики диода, дифференциальные параметры диода , применение диодов.	1	ОПК-2, ПК-3
	Итого	1	
7 Трехэлектродные лампы	Устройство и принцип действия триода, действующее напряжение, закон степени трех вторых, статические характеристики, параметры триода, определение параметров по характеристикам, рабочий режим триода, рабочие параметры, схемы включения триода, квазистатический рабочий режим, типы трехэлектродных ламп, триоды для усиления напряжения, триоды для усиления мощности.	1	ОПК-2
	Итого	1	
8 Генераторные лампы	Общие сведения о генераторных лампах, типы генераторных ламп, особенности характеристик генераторных ламп .	1	ОПК-2, ПК-3
	Итого	1	
9 Рентгеновские трубки	Рентгеновские лучи, их природа и свойства, устройство рентгеновской трубки.	0	ОПК-2
	Итого	-	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.
Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-2
2	Контрольная работа	2	ОПК-2
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.
Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Согласована на портале № 78213

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
3 Электронно-лучевые приборы	Электронная-лучевая трубка с электростатическим управлением	4	ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Эмиссионная электроника	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	11		
2 Токопрохождение в вакууме	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	11		
3 Электронно-лучевые приборы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	17	ОПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе	2	ОПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	23		

Согласована на портале № 78213

4 Фотоэлектронные приборы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	17	ОПК-2	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	19		
5 Ионные приборы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	11	ОПК-2	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
6 Двухэлектродные лампы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	2	ОПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	3		
7 Трехэлектродные лампы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	2	ОПК-2	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	3		
8 Генераторные лампы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	2	ОПК-2, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	3		
9 Рентгеновские трубки	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	2	ОПК-2	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	3		
Итого за семестр		88		

Согласована на портале № 78213

	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
	Итого	92		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-3	+		+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Злобина А.Ф. Вакуумная, плазменная, квантовая и оптическая электроника.: Учебное пособие / Злобина А.Ф. - Томск: ТМЦ ДО, 2004. - 106 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

2. Панковец Н. Г. Вакуумные и плазменные приборы и устройства.: Учебное пособие / Панковец Н. Г., Носков Д. А., Аксенов А. И., Злобина А. Ф. - Томск: ТМЦДО, 2008. - 128 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.).

2. Агеев, И. М. Физические основы электроники и наноэлектроники : учебное пособие / И.М. Агеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/131007.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Злобина А.Ф. Вакуумная, плазменная, квантовая и оптическая электроника.: Учебно-методическое пособие / Злобина А.Ф., Шангин А.С. - Томск: ТМЦ ДО, 2004. - 20 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

2. Аксенов А. И. Вакуумная и плазменная электроника. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Аксенов А. И., Михальченко С. Г. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

3. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания к лабораторным работам / А. И. Аксенов - 2018. 82 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7238.

Согласована на портале № 78213

7.3.2. 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.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Аксенов А.И. Вакуумная и плазменная электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / А.И. Аксенов. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .
2. Аксенов А.И. Вакуумная и плазменная электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / А.И. Аксенов. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 78213

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Эмиссионная электроника	ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Токопрохождение в вакууме	ОПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78213

3 Электронно-лучевые приборы	ОПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Фотоэлектронные приборы	ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Ионные приборы	ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Двухэлектродные лампы	ОПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Трехэлектродные лампы	ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Генераторные лампы	ОПК-2, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78213

9 Рентгеновские трубки	ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.

Согласована на портале № 78213

4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какому закону подчиняется распределение электронов по скоростям ?
   а. Закону Больцмана;
   б. Закону Максвелла;
   с. По закону Столетова;
   д. По закону Эйнштейна. .
2. Какая электронная пушка считается высокопервиансной?
   а. Значение первеанса меньше 10-9 А/В3/2 ;
   б. Значение первеанса больше 10-8 А/ В3/2 ;
   с. Значение первеанса меньше 10-6 А/В3/2;
   д. Значение первеанса больше 10-6 А/ В3/2.
3. Под каким углом к оптической оси размещен управляющий электрод в пушке Пирса?
   а. 30 градусов ;
   б. 60 градусов;
   с. 67,5 градусов;
   д. 45 градусов.
4. По какому закону изменяется ток электронной пушки?
   а. По закону степени «3/2»;
   б. По закону степени «5/2»;
   с. По закону степени «1/2» ;
   д. По закону «7/2» .
5. Какое излучение называют тормозным рентгеновским излучением?
   а. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов со свободными и связанными электронами кристалла;
   б. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с молекулами газа;
   с. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с электронами кристалла;
   д. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов со свободными и связанными электронами кристалла.
6. Какое излучение называют характеристическим рентгеновским излучением?
   а. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов в глубине атомов, с принадлежащими им электронами;
   б. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с электронами кристалла;
   с. Излучение, связанное с взаимодействием медленных электронов с молекулами газа;
   д. Излучение, связанное с взаимодействием ускоренных электронов в глубине атомов, с принадлежащими им электронами.
7. При каком типе столкновений налетающий электрон передает свою энергию электрону кристалла?
   а. Упругое столкновение ;
   б. Таких соударений не существует;
   с. При всех типах столкновений;
   д. Неупругое столкновение.
8. При каком типе столкновений налетающий электрон не передает свою энергию электрону

Согласована на портале № 78213

кристалла?
а. Неупругое столкновение;
б. При всех видах столкновений;
с. Таких соударений не существует;
д. Упругое столкновение.

9. Назовите основную характеристику катода.
а. Зависимость эффективной работы выхода от материала катода;
б. Зависимость тока эмиссии от способа нагрева катода;
с. Зависимость эффективной работы выхода от толщины катода;
д. Зависимость тока эмиссии от температуры катода.
10. Для каких катодов применяется параметр допустимая плотность катодного тока?
а. Для лантан-боридных катодов;
б. Для активированных катодов;
с. Для неактивированных катодов;
д. Для всех типов катодов.
11. Какой электронный пучок считается параксиальный?
а. Если траектории электронов параллельны;
б. Отсутствует симметрия относительно оптической оси;
с. Расстояние от оптической оси до крайнего электрона много меньше квадрата этого расстояния;
д. Расстояние от оптической оси до крайнего электрона много больше квадрата этого расстояния.
12. Что представляет собой электронная пушка осциллографических трубок?
а. Симметричная линза;
б. Иммерсионная линза;
с. Квадрупольная линза;
д. Иммерсионный объектив.
13. В каком из указанных приборах происходит мгновенное преобразование видимого изображения в электрический сигнал ?
а. Иконоскоп;
б. Суперортикон;
с. Видикон;
д. Диссектор.
14. В какой передающей трубке применяется полупроводниковая фотопроводящая мишень ?
а. Иконоскоп;
б. Суперортикон;
с. Диссектор;
д. Видикон.
15. Какой тип разряда называется самостоятельным ?
а. Разряд, который может существовать только при воздействии внешнего ионизирующего фактора;
б. Разряд, который может существовать без электрического поля;
с. Разряд, который может существовать только при наличии внешнего электрического поля;
д. Разряд, который может существовать без воздействия внешнего ионизирующего фактора.
16. Какие системы отклонения имеют больший частотный диапазон?
а. Магнитные;
б. В любых системах;
с. Квадрупольные;
д. Электростатические.
17. Какой тип разряда используется в газоразрядных индикаторных панелях постоянного тока ?
а. Темновой;
б. Дуговой;
с.Аномальный тлеющий;
д. Нормальный тлеющий.

Согласована на портале № 78213

18. На какой электрод осциллографической трубки подается исследуемый сигнал ?
    а. На модулятор;
    б. Ускоряющий электрод;
    с. На пластины горизонтального отклонения;
    д. На пластины вертикального отклонения.
19. Укажите величину анодного напряжения, при котором наблюдается характеристическое рентгеновское излучение.
    а. Больше критического напряжения;
    б. Равному критическому напряжению;
    с. Меньше критического напряжения;
    д. Равно напряжению накала.
20. Назовите основное достоинство лантан-боридного катода.
    а. Высокая рабочая температура;
    б. Устойчивость к травлению;
    с. Эффект взаимодействия борида лантана в накаленном состоянии с материалом держателя;
    д. Малая цена.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Площадь термокатода равна 0,5 см2 , рабочая температура Тк = 1400 К, эффективная работа выхода электрона φэф = 2,77 эВ, D = 1. Определить ток эмиссии в мА. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#12,8±0,5 }
2. Молибденовый термокатода равна 0,5 см2 , рабочая температура Тк = 1400 К, эффективная работа выхода электрона φэф = 2,77 эВ, D = 1. Определить ток эмиссии в мА. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#12,8±0,5 }
3. Определить эффективность катода, дающего ток эмиссии Iе = 15 мА при напряжении накала Uн =6,3В и токе накала Iн =100 мА. Ответ дать в мА/Вт. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ : {#23,8±0,5}
4. Вычислить работу выхода с фотокатода при длине волны, равной, λ =1,5 мкм. Ответ дать в эВ. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#1,2±0,05}
5. Под действием монохроматического пучка света с длиной волны λ = 0,7 мкм из сурьмяно-цезиевого фотокатода, работа выхода которого равна $\varphi_{эфф} = 1{,}2$ эВ, вылетают электроны. Определить их максимальную скорость. Ответ дать в м/с. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#(3,17±0,05) ·105}
6. Фотокатод с эффективной работой выхода электрона φэф = 1,2 эВ, облучается монохроматическим потоком света. Максимальная скорость, вылетевших электронов υ = 6· 105 м/с. Определить скорость электронов, если уменьшить длину волны в три раза. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ: {#(8,0±0,5) ·105}
7. Динод фотоэлектронного умножителя имеет коэффициент вторичной эмиссии $\sigma = 2{,}5$. На этот электрод падает поток первичных электронов, и во внешней цепи электрода протекает ток 6 мА. Каким станет этот ток (в мА), если $\sigma = 3$. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ: {# 8±0,1}
8. На динод однокаскадного умножителя падает поток первичных электронов 3 мА, а во внешней цепи электрода протекает ток 6 мА. Определить коэффициент вторичной эмиссии динода. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ: {# 3±0,1}
9. На сколько электрон-вольт изменится работа выхода электрона, если около катода создать электрическое поле, напряженность которого составляет Е = 6·108 В/м? Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#0,79±0,01}
10. При какой напряженности электрического поля эффективная работа выхода электрона изменится на 1,5 электрон-вольта? Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#(1,56±0,04)·109}

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Тема “Вакуумная и плазменная электроника”

1. Определить энергию электронов (в эВ), эмитированных фотокатодом, под действием монохроматического пучка света с длиной волны λ = 0,4 мкм, если эффективная работа

Согласована на портале № 78213

выхода $\varphi_{эф} = 1$ эВ. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {# 2,1 ±0,2}

2. Поток света падает на фотокатод. Рассчитать энергию электронов (в эВ), эмитированных фотокатодом, под действием монохроматического пучка света с длиной волны λ = 0,8 мкм, если эффективная работа выхода $\varphi_{эф} = 1{,}5$ эВ. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {# (5,15 ±0,05) ·10 -2 }
3. Определить скорость электронов (в м/с), выбиваемых фотонами, с энергией 2,5 эВ, если эффективная работа выхода фотокатода $\varphi_{эф} = 1{,}81$ эВ. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#(4,93±0,05)·105}
4. Динод фотоэлектронного умножителя имеет коэффициент вторичной эмиссии $\sigma = 2$. На этот электрод падает поток первичных электронов, и во внешней цепи электрода протекает ток 4 мА. Каким станет этот ток (в мА), если $\sigma = 3$. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ: {# 8±0,1}
5. Катод имеет эффективную работу выхода $\varphi_{эф} = 4{,}5$ эВ, температуру 2200 К. Плотность тока эмиссии 70 А/см2, проницаемость D=1. Определить на сколько надо изменить величину эффективной работы выхода для получения заданной плотности тока эмиссии. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ: {# 1,5±0,1}
6. Эффективная работа катода (Mo) $\varphi_{эф} = 4{,}44$ эВ. Определить величину критической напряженности электрического поля, при которой будет наблюдаться автоэлектронная эмиссия. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ: {#(1,37±0,05)·1010}
7. На какую величину изменится эффективная работа выхода катода, если между катодом и анодом приложено напряжение 20 кВ, а расстояние между катодом и анодом 1 см? Ответ округлить до третьего знака после запятой. ОТВЕТ: {# 0,054±0,001}
8. В ионном фотоэлементе при Ф=1Лм; К=100 мкА/Лм, на Rн=2Мом , коэффициент газового усиления Кгу = 4. Определить значение мощности, которая выделяется мощность на нагрузочном сопротивлении в рабочей точке. Ответ округлить до второго знака после запятой. ОТВЕТ : {#(0,32±0,01)}
9. Вычислить интегральную чувствительность фотокатода, если при световом потоке Ф = 0,05 лм ток фотокатода составляет 5 мкА. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ : {# 100,0±0,1}
10. На отклоняющие пластины подано постоянное напряжение. На экране, на расстояние 4 см от центра, видна светящая точка. Определить амплитудное значение напряжения, если чувствительность по отклонению εст = 0,8 мм/В. Ответ округлить до первого знака после запятой. ОТВЕТ : {#50,0±0,5}

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Электронная-лучевая трубка с электростатическим управлением

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для

Согласована на портале № 78213

индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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:

Согласована на портале № 78213

– 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 № 78213

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол №01-23 от «13» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ТЭО	А.В. Гураков	Согласовано, 4bfa5749-993c-4879-adcf-c25c69321c91
Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Разработано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092-902a-95591a9d4047

Согласована на портале № 78213