**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Вакуумные и плазменные приборы и устройства

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 18 | 18 | часов |
| 4 | Курсовая работа (проект) | 18 | 18 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 72 | 72 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 7 семестр
Курсовая работа (проект): 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 24301

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от « 20 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. ЭП _____ А. И. Аксенов

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

профессор тусур. кафедра
Электронные приборы _____ Л. Н. Орликов

доцент каф. ФЭ _____ И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 24301

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Вакуумные и плазменные приборы и устройства» является получение углубленного профессионального образования по разработке, исследованию и эксплуатации приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями, способствующими востребованности на рынке труда.

### 1.2. Задачи дисциплины

– обеспечение возможности быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний в области вакуумной электронной и плазменной техники, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области вакуумной и плазменной электроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вакуумные и плазменные приборы и устройства» (Б1.В.ОД.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вакуумная и плазменная электроника, Математика, Материалы электронной техники, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы технологии электронной компонентной базы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-3 готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

– ПК-6 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

– ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы физики вакуума, плазмы и твердого тела; принципы использования физических эффектов в вакууме и в плазме в приборах и устройствах вакуумной, плазменной электроники; конструкции, параметры и характеристики и методы моделирования приборов вакуумной и плазменной электроники

– **уметь** применять методы расчета параметров и характеристик приборов вакуумной и плазменной электроники; применять методы моделирования и проектирования приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; анализировать информацию о новых типах вакуумных и плазменных приборах

– **владеть** методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; современными программными средствами моделирования и проектирования приборов вакуумной и плазменной электроники; методикой расчета основных узлов приборов вакуумной и плазменной электроники.

Согласована на портале № 24301

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 18 | 18 |
| Курсовая работа (проект) | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (всего) | 72 | 72 |
| Подготовка к контрольным работам | 8 | 8 |
| Выполнение курсового проекта (работы) | 10 | 10 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 15 | 15 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 17 | 17 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14 | 14 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 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 | Ле к., ч | ра к. за | б. ра б., | м. ра б., | с. ра | в (б ез | уе м ые ко м |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | | | | |
| 1 Вакуумные приборы с квазистатическим управлением. | 4 | 5 | 0 | 10 | 18 | 19 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| 2 Электронно-лучевые приборы | 6 | 4 | 8 | 12 | | 30 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| 3 Фотоэлектронные приборы | 4 | 5 | 6 | 12 | | 27 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| 4 Плазменные приборы и устройства | 4 | 4 | 4 | 38 | | 50 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК- |

Согласована на портале № 24301

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 7 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 18 | 72 | 18 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 18 | 72 | 18 | 144 | |

### 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 | ое мкос | ые ко |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 1 Вакуумные приборы с квазистатическим управлением. | Физические процессы в вакуумных приборах. Статический и динамический режимы работы вакуумных приборов. Параметры и характеристики вакуумных приборов. | 4 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Электронно-лучевые приборы | Электронная оптика. Движение электронов в неоднородных электрических и магнитных полях. Системы формирования интенсивных пучков. Принцип построения пушек Пирса. Приемные и передающие электронно-лучевые приборы. Электронно-оптические преобразователи. | 6 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Фотоэлектронные приборы | Фотоэлектронные приборы Фотоэлектронные катоды. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Фотоэлектронные умножители. Электронно-оптические преобразователи. | 4 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Плазменные приборы и устройства | Плазма газовых разрядов. Электрический разряд в газе. Приборы и устройства плазменной электроники. Основные области применения плазменных приборов. | 4 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Вакуумная и плазменная электроника | + | + | + | + |
| 2 Математика | + | + | + | + |
| 3 Материалы электронной техники | | + | + | + |
| 4 Физика | + | + | + | + |

Согласована на портале № 24301

| Последующие дисциплины | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Основы технологии электронной компонентной базы | + | + | + | + |

**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. | Практ. зан. | Лаб. раб. | рс. раб. (п | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |
| ПК-1 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |
| ПК-3 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |
| ПК-5 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |

Согласована на портале № 24301

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ПК-6 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |
| ПК-7 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, часов | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 2 Электронно-лучевые приборы | Исследование электронно-лучевых трубок с электростатическим и магнитным управлением | 8 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Фотоэлектронные приборы | Исследование фотоэлементов и фотоэлектронных умножителей | 6 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Плазменные приборы и устройства | Исследование тиратронов тлеющего разряда | 4 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 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, часов | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 1 Вакуумные приборы с квазистатическим управлением. | Диодный и триодный промежуток. | 5 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, |
| | Итого | 5 | |

Согласована на портале № 24301

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | ПК-6, ПК-7 |
| 2 Электронно-лучевые приборы | Отклоняющие и фокусирующие системы, токопрохождение в ЭЛТ | 4 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Фотоэлектронные приборы | вакуумный и ионный фотоэлемент, многокаскадные ФЭУ | 5 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 5 | |
| 4 Плазменные приборы и устройства | Тлеющий разряд | 4 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 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, | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| 1 Вакуумные приборы с квазистатическим управлением. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 | Защита курсовых проектов (работ), Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Электронно-лучевые приборы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 | Защита курсовых проектов (работ), Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |

Согласована на портале № 24301

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | Тест, Экзамен |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 2 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 3 Фотоэлектронные приборы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 | Защита курсовых проектов (работ), Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 2 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 2 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Плазменные приборы и устройства | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-7 | Защита курсовых проектов (работ), Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 11 | | |
| | Проработка лекционного материала | 9 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 4 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 2 | | |
| | Итого | 38 | | |
| Итого за семестр | | 72 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 108 | | |

**10. Курсовая работа (проект)**

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Согласована на портале № 24301

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

| Содержание курсовой работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 7 семестр | | |
| Представление списка используемой литературы, рабочих материалов, чернового наброска содержания (плана) курсового проекта | 8 | ОПК-1; ПК-1; ПК-3; ПК-5, ПК-7 |
| Представление чернового варианта курсового проекта | 4 | |
| Защита курсового проекта:- содержание пояснительной записки, глубина раскрытия темы;- оформление;- доклад;- ответы на вопросы;- творческие моменты. | 6 | |
| Итого за семестр | 18 | |

### 10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– 1) электронно-оптическая система установки для размерной обработки материалов;

– 2) электронно-оптическая система установки для сварки материалов электронным лучом;

– 3) электронно-оптическая система установки для плавки металлов электронным лучом;

– 4) электронно-оптическая система установки для электронной литографии;

– 5) электронно-оптическая система установки для электронно-лучевого испарения материала;

– 6) электронно-оптическая система приемной телевизионной трубки.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| Защита курсовых проектов (работ) | 2 | 2 | 6 | 10 |
| Конспект самоподготовки | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Контрольная работа | 3 | 4 | 6 | 13 |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | 4 | 8 |
| Отчет по курсовой работе | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Отчет по лабораторной работе | 2 | 3 | 4 | 9 |
| Тест | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Итого максимум за период | 19 | 21 | 30 | 70 |

Согласована на портале № 24301

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 19 | 40 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Аксенов, А. И. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Аксенов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 131 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7241., дата обращения: 25.04.2018.

2. Аксенов, А. И. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Аксенов, Е. М. Окс, А. Ф. Злобина. — Томск: ТУСУР, 2018. — 165 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7236.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Джонс, Мартин Хартли. Электроника - практический курс : Пер. с англ. / М. Х. Джонс ; пер. : Е. В. Воронов, А. Л. Ларин. - 2-е изд., испр. . - М. : Техносфера, 2006. - 510[2] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 22). - Библиогр.: с.498-499 . - Предм. указ.: с. 500-510. - ISBN 5-94836-086-5 : 212.13 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Жигарев, Андрей Александрович. Электронная оптика и электроннолучевые приборы : учебник для вузов / А. А. Жигарев. - М. : Высшая школа, 1972. - 538[2] с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

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

4. Яблонский, Феликс Максимович. Средства отображения информации : учебник для вузов / Ф. М. Яблонский, Ю. В. Троицкий. - М. : Высшая школа, 1985. - 198[2] с. : ил. (наличие в

Согласована на портале № 24301

библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Аксенов, А. И. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Методические указания к практическим занятиям [Электронный ресурс] / Аксенов А. И. — Томск: ТУСУР, 2018. — 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7244., дата обращения: 25.04.2018.
2. Аксенов, А. И. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] / А. И. Аксенов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7245., дата обращения: 25.04.2018.
3. Аксенов, А. И. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Методические указания по самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Аксенов А. И. — Томск: ТУСУР, 2018. — 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7243., дата обращения: 25.04.2018.
4. Аксенов, А. И. Вакуумные и плазменные приборы и устройства: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / А. И. Аксенов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 85 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7242., дата обращения: 25.04.2018.

#### 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. База данных журнала "Физика плазмы" на платформе elibrary.ru: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8251.
2. Интернет ресурсы:

Ионизация - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1422.html
Ионная эмиссия - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1432.html
Ионные приборы - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1439.html
Плазма - http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2843.html
Поверхностная ионизация - http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2900.html

## 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

Согласована на портале № 24301

иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (16 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (16 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

**13.1.4. 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;
- 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.

Согласована на портале № 24301

### 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.

## 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

По какому закону изменяется ток электронной пушки при изменении ускоряющего напряжения, в режиме ограничения тока пространственным зарядом? По закону степени «5/2»
По закону степени «3/2»
По закону степени «1/2»
По закону степени «7/2»

Какая из указанных электронных линз длиннофокусная ?
Линза-диафрагма
Квадрупольная
Симметричная линза
Иммерсионная линза

Какое количество электронных линз чаще всего используется в осциллографических трубках ?
Одна
Две
Четыре
Три

Назовите основное достоинство вольфрамового катода
Высокая рабочая температура
В нагретом состоянии не боится прорыва атмосферы
Большое значение эффективной работы выхода
Постоянство эмиссионных свойств

На какой электрод осциллографической трубки подается исследуемый сигнал ?
На модулятор
Ускоряющий электрод
На пластины горизонтального отклонения
На пластины вертикального отклонения

Согласована на портале № 24301

Какой формы сигнал подается на пластины горизонтального отклонения Синусоидальный
Прямоугольный
Постоянный
Пилообразный

Какой из указанных приборов позволяет дважды производить преобразование изображения
Суперортикон
Видикон
Диссектор
Электронно-оптический преобразователь

В каком из указанных приборах происходит мгновенное преобразование видимого изображения в электрический сигнал ?
Иконоскоп
Суперортикон
Видикон
Диссектор

В какой передающей трубке применяется полупроводниковая фотопроводящая мишень ?
Иконоскоп
Суперортикон
Диссектор
Видикон

Какой тип разряда называется самостоятельным ?
Разряд, который может существовать только при воздействии внешнего ионизирующего фактора
Разряд, который может существовать без электрического поля
Разряд, который может существовать только при наличии внешнего электрического поля
Разряд, который может существовать без воздействия внешнего ионизирующего фактора

Какой тип разряда используется в газоразрядных индикаторных панелях постоянного тока ?
Темновой
Дуговой;
Аномальный тлеющий
Нормальный Тлеющий

Какая электронная пушка считается высокопервеансной? значение первеанса меньше 10-9 А/В3/2
значение первеанса больше 10-8 А/В3/2
значение первеанса меньше 10-6 А/В3/2
значение первеанса больше 10-6 А/В3/2

Под каким углом к оптической оси размещен управляющий электрод в пушке Пирса? 30 градусов
60 градусов
45 градусов
67,5 градусов

Укажите формулу Гайне

$$U_o = U_M + D \cdot U_a$$

$$I_k = 3 \cdot \frac{(U_3 - U_M)^{7/2}}{I_{km} I_{am}}$$

Согласована на портале № 24301

$$I_k = 3 \cdot \frac{(U_З + U_M)^{7/2}}{I_{km} I_{am}}$$

$$U_З = 0{,}034 \cdot \frac{(D - \delta)^2}{I_{km} I_{am}}$$

Укажите формулу для вычисления фокусного расстояния магнитной линзы.

$$f = 100 \cdot \frac{U_a \cdot R_{CP}}{(n \cdot I)^2}$$

$$f = 100 \cdot \frac{U_M \cdot R_{CP}}{(n \cdot I)^2}$$

$$f = 100 \cdot \frac{(U_a \cdot R_{CP})^2}{n \cdot I}$$

$$f = 100 \cdot \frac{(U_a \cdot R_{CP})^3}{n \cdot I}$$

Укажите формулу для вычисления чувствительности к отклонению электрических отклоняющих систем

$$\varepsilon_e = k \cdot \frac{l \cdot L}{2 \cdot d}$$

$$\varepsilon_e = k \cdot \frac{2 \cdot d \cdot U_a}{l \cdot L}$$

$$\varepsilon_e = k \cdot \frac{l \cdot L}{2 \cdot d}$$

$$\varepsilon_e = k \cdot \frac{l \cdot L}{2 \cdot d \cdot U_a}$$

Укажите формулу для расчета чувствительности магнитного отклонения.

$$\varepsilon_M = \sqrt{\frac{e}{2m}} \cdot \frac{l \cdot L}{\sqrt{U_a}}$$

$$\varepsilon_M = \sqrt{\frac{e}{2m}} \cdot \frac{\sqrt{U_a}}{l \cdot L}$$

$$\varepsilon_M = \sqrt{\frac{2m}{e}} \cdot \frac{l \cdot L}{\sqrt{U_a}}$$

$$\varepsilon_M = \frac{l \cdot L}{\sqrt{U_a}}$$

Что представляет собой электронная пушка осциллографических трубок ?

$$j_e = A \cdot T^2 \cdot \exp(\frac{e \cdot \varphi_0}{kT})$$

Согласована на портале № 24301

$$j_e = P \cdot U^{3/2}$$

$$j_e = T^2 \cdot \exp(-\frac{e \cdot \varphi_0}{kT})$$

$$j_e = A \cdot T^2 \cdot \exp(-\frac{e \cdot \varphi_0}{kT})$$

Укажите условие зажигания самостоятельного разряда.

$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) - 1) < 1$
$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) - 1) = 1$
$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) + 1) > 1$
$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) - 1) > 1$

Укажите условие зажигания несамостоятельного разряда.

$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) - 1) < 1$
$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) - 1) = 1$
$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) + 1) > 1$
$\gamma \cdot (\exp(\alpha \cdot d) - 1) > 1$

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

.

1. Способы усиления яркости в ЭОП.
2. Вакуумный фотоэлемент.
3. Фотоэлектронная эмиссия.
4. Ионный фотоэлемент.
5. Индикаторная панель постоянного тока.
6. Устройство и принцип действия микроканальных пластин.
7. Устройство и принцип действия ФЭУ на дискретных динодах.
8. Индикаторный тиратрон.
9. Устройство и принцип действия ФЭУ на распределенном диноде.
10. Закон степени «3/2» в диодной системе.
11. Электронно-оптический преобразователь.
12. Радиолокационная (индикаторная) ЭЛТ.
13. Умножительная система ФЭУ.
14. Тиратрон тлеющего разряда с токовым управлением.
15. Катодная камера ФЭУ
16. Тиратрон тлеющего разряда с потенциальным управлением.
17. Осциллографическая трубка.
18. Электронно-оптический преобразователь.
19. Цветной кинескоп.
20. Газоразрядная индикаторная панель постоянного тока.
21. Электронный фотоэлемент.
22. Газоразрядная панель постоянного тока с самосканированием.
23. Многокаскадные фотоэлектронные умножители ( ВАХ и параметры )
24. Запоминающая осциллографическая трубка.
25. Суперортикон.

Согласована на портале № 24301

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Токопрохождение в диодном и триодном промежутках

Электронно-лучевые приборы

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Физические процессы в вакуумных приборах. Статический и динамический режимы работы вакуумных приборов. Параметры и характеристики вакуумных приборов.

Электронная оптика. Движение электронов в неоднородных электрических и магнитных полях. Системы формирования интенсивных пучков. Принцип построения пушек Пирса. Приемные и передающие электронно-лучевые приборы. Электронно-оптические преобразователи.

Фотоэлектронные приборы Фотоэлектронные катоды. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Фотоэлектронные умножители. Электронно-оптические преобразователи.

Плазма газовых разрядов. Электрический разряд в газе. Приборы и устройства плазменной электроники. Основные области применения плазменных приборов.

### 14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Рентгеновский электронно-оптический преобразователь

Прибор ночного видения.

Электронные коммутаторы на основе дугового разряда

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование электронно-лучевых трубок с электростатическим и магнитным управлением

Исследование фотоэлементов и фотоэлектронных умножителей

Исследование тиратронов тлеющего разряда

### 14.1.7. Темы курсовых проектов (работ)

1. Электронно-оптическая система установки для размерной обработки материалов.
2. Электронно-оптическая система установки для сварки материалов электронным лучом.
3. Электронно-оптическая система установки для плавки металлов электронным лучом.

## 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 |
|---|---|---|
| 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;

Согласована на портале № 24301

– 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 № 24301