МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная и плазменная электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Из них в интерактивной форме	52	52	часов
6	Самостоятельная работа	56	56	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13239

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. ЭП _____ Аксенов А. И.

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

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

Согласована на портале № 13239

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

– Задачей дисциплины является формирование у студентов системы знаний в области физики работы вакуумных и плазменных приборов и устройств, способности строить простейшие физические и математические модели вакуумных и плазменных приборов, применять физико-математический аппарат для расчета и моделирования физических процессов, протекающих в них.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Материалы электронной техники, Твердотельная электроника, Физика.

Последующими дисциплинами являются: .

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;

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– 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;

В результате изучения дисциплины студент 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 , схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники.

– **уметь** – аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования; – 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; - основными приемами обработки и предоставления экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 13239

		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	20	20
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	52	52
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
5 семестр						
1 Эмиссионная электроника	9	8	12	24	53	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
2 Электронный поток.	2	0	0	5	7	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
3 Управление электронными потоками	2	6	0	10	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
4 Элементарные процессы в плазме.	2	0	0	4	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
5 Основные свойства плазмы.	2	2	4	10	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
6 Методы измерений параметров плазмы.	1	0	0	2	3	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
7 Применение плазмы	2	0	0	1	3	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 13239

Итого за семестр	20	16	16	56	108	
Итого	20	16	16	56	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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Основы электронной теории твердого тела. Энергетические зоны в кристалле. Движение электронов в кристалле. Статистика электронов в твердом теле. Электропроводность металлов и полупроводников. Контактная разность потенциалов. Поверхностный потенциальный барьер.	9	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	9	
2 Электронный поток.	Электронный поток, его формирование и транспортировка, интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки, способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы), транспортировка электронного потока и способы ограничения его поперечных размеров. Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии, способы, основанные на взаимодействии с внешними электромагнитными полями, энергетический эффект взаимодействия. Способы, основанные на взаимодействии с твердыми телами и структурами, эффекты взаимодействия (катодолюминесценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев). Примеры использования в приборах вакуумной электроники.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 13239

	Итого	2	
3 Управление электронными потоками	Управление электронными потоками. Электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов. Квазистатические и динамические способы управления. Примеры использования в приборах вакуумной электроники	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
4 Элементарные процессы в плазме.	Ионизованный газ и плазма. Элементарные процессы в плазме и на пограничных поверхностях. Основные методы генерации плазмы. Модели для описания свойств плазмы. Эффективные сечения взаимодействия. Кулоновские столкновения. Неупругие столкновения в плазме первого и второго рода. Перезарядка. Рекомбинация заряженных частиц. Движение заряженных частиц в плазме. Дрейфовое и направленное движение заряженных частиц.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
5 Основные свойства плазмы.	Типы газовых разрядов. Общие свойства плазмы. Радиус Дебая. Квазинейтральность плазмы. Классификация плазмы. Электропроводность плазмы. Явления переноса. Плазма в магнитном поле. Колебания. Неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
6 Методы измерений параметров плазмы.	Излучения плазмы. Методы ускорения плазменных потоков. Диагностика параметров плазмы. Зондовый метод диагностики. Одиночный зонд. Двойной зонд. Эмиссионный зонд. Методы СВЧ и лазерной диагностики плазмы	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	1	
7 Применение плазмы	Применение плазмы в электронике. Плазменные источники ионов газов и металлов. Плазменные источники электрометаллов. Плазменные генераторы и ускорители	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

Согласована на портале № 13239

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 представ-лены 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 Математика	+	+	+	+	+	+	+
2 Материалы электронной техники	+				+	+	+
3 Твердотельная электроника	+	+				+	
4 Физика	+	+	+	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 13239

ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
5 семестр				
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением	5	5	6	16
Работа в команде	5	5	6	16
Решение ситуационных задач	6	6	8	20
Итого за семестр:	16	16	20	52
Итого	16	16	20	52

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Измерение контактной разности потенциалов. Исследование термоэлектронной эмиссии.	12	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-

Согласована на портале № 13239

	Исследование фотоэлектронной эмиссии. Исследование вторичной электронной эмиссии.		3
	Итого	12	
5 Основные свойства плазмы.	Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена)	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
5 семестр			
1 Эмиссионная электроника	Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия.	8	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	8	
3 Управление электронными потоками	Движение заряженных частиц в полях	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	6	
5 Основные свойства плазмы.	Зондовая диагностика	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 13239

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Эмиссионная электроника	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		
2 Электронный поток.	Проработка лекционного материала	5	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Опрос на занятиях
	Итого	5		
3 Управление электронными потоками	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
4 Элементарные процессы в плазме.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Итого	4		
5 Основные свойства плазмы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
6 Методы измерений параметров плазмы.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	2		

Согласована на портале № 13239

7 Применение плазмы	Проработка лекционного материала	1	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
5 семестр				
Компонент своевременности	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Контрольная работа	4	6	6	16
Опрос на занятиях	4	3	3	10
Отчет по лабораторной работе	4	4	6	14
Собеседование	2	2	2	6
Итого максимум за период	22	23	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	45	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.

Согласована на портале № 13239

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. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Аксенов А. И., Окс Е. М., Злобина А. Ф. - 2013. 128 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3456, дата обращения: 03.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения : монография ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство научно-технической литературы, 2005. – 212 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Окс Е.М. Основы физики низкотемпературной плазмы. Методическое пособие. – Томск: ТУСУР, 1997. - 87 с. . (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
3. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 1979. – 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)
4. Фридрихов С.А., Мовнин С.Н. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов .-М.: Высшая школа, 1982. – 608 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
5. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / Битнер Л. Р. - 2007. 151 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/545, дата обращения: 03.02.2017.
6. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерение контактной разности потенциалов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3452, дата обращения: 03.02.2017.
2. Исследование термоэлектронной эмиссии: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3453, дата обращения: 03.02.2017.
3. Исследование вторичной электронной эмиссии: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3454, дата обращения: 03.02.2017.

Согласована на портале № 13239

4. Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена): Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3455, дата обращения: 03.02.2017.

5. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Аксенов А. И. - 2013. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3450, дата обращения: 03.02.2017.

6. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания по самостоятельной работе / Аксенов А. И. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1695, дата обращения: 03.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

1. Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор LG – 1 шт.; лабораторные стенды-7 шт., измерительные приборы 6 шт.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд. 511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 13239

возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Согласована на портале № 13239

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 13239

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Вакуумная и плазменная электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- Доцент каф. ЭП Аксенов А. И.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13239

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	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 , схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. ; Должен уметь – аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования; – 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. ; Должен 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; - основными приемами обработки и предоставления экспериментальных данных. ;
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	
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	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия

Согласована на портале № 13239

	изучаемой области с пониманием границ применимости	творческих решений, абстрагирования проблем	работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Адекватную современному уровню знаний научную картину мира	Представлять основные положения законов и методов естественных наук и математики	Методами естественных наук и математики
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 13239

	• Экзамен;	• Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Адекватную современному уровню знаний научную картину мира;	• Представлять основные положения законов и методов естественных наук и математики;	• Методами естественных наук и математики;
Хорошо (базовый уровень)	• Общие понятия в пределах изучаемой области ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• Завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;;

2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	физико-математическим аппаратом
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые	• Контрольная работа;	• Контрольная работа;	• Отчет по

Согласована на портале № 13239

средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;	• Привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;	• Физико-математическим аппаратом для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ;;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• Берет ответственность за завершение задач , приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;;

2.3 Компетенция ПК-1

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Простейшие физические и математические модели приборов электроники и и наноэлектроники различного функционального назначения. Стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Использовать полученные теоретические знания при разработке простейших физических и математических моделей приборов.	Стандартными программными средствами компьютерного моделирования.

Согласована на портале № 13239

Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапа¬зоном практических умений, требуемых для развития твор¬ческих решений, абстрагирования проблем;	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;

Согласована на портале № 13239

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуе¬мыми для выполне¬ния простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

2.4 Компетенция ПК-3

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы анализа и систематизации результатов исследований	Систематизировать результаты исследований параметров и характеристик приборов, устройств.	Навыками обработки результатов измерений и расчетов, навыками написания отчетов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Методы анализа и систематизации результатов исследований ;	• Систематизировать результаты исследований компонентов нано- и микросистемной	• Навыками обработки результатов исследований, навыками написания отчетов ;

Согласована на портале № 13239

		техники ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Методы анализа и систематизации результатов исследований в узкой области знаний ;	• Систематизировать результаты исследований для конкретной области нано- и микросистемной техники ;	• Навыками обработки результатов исследований в конкретной области, навыками написания отчетов ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Базовые методы анализа и систематизации результатов исследований ;	• Систематизировать результаты исследований для конкретной области нано- и микросистемной техники ;	• Базовые методы анализа и систематизации результатов исследований • Систематизировать результаты исследований для конкретной области нано- и микросистемной техники. ●Навыками обработки результатов исследований в конкретной области при прямом наблюдении оператора, навыками написания отчетов ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Фотоэлектронная эмиссия
- Термоэлектронная эмиссия
- Контактная разность потенциалов.
- Параметры плазмы.
- Назовите основные типы газовых разрядов.
- Приведите основные конструкции зондов.

3.2 Вопросы на собеседование

- Использование электронных потоков в приборах вакуумной электроники
- Управление электронными потоками
- Основные методы генерации плазмы
- Типы газовых разрядов, явления переноса

3.3 Темы опросов на занятиях

– Основы электронной теории твердого тела. Энергетические зоны в кристалле. Движение электронов в кристалле. Статистика электронов в твердом теле. Электропроводность металлов и полупроводников. Контактная разность потенциалов. Поверхностный потенциальный барьер.

– Электронный поток, его формирование и транспортировка, интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки, способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы), транспортировка электронного потока и способы ограничения его поперечных размеров.

Согласована на портале № 13239

Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии, способы, основанные на взаимодействии с внешними электромагнитными полями, энергетический эффект взаимодействия. Способы, основанные на взаимодействии с твердыми телами и структурами, эффекты взаимодействия (катодолюминесценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев). Примеры использования в приборах вакуумной электроники.

– Управление электронными потоками. Электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов. Квазистатические и динамические способы управления. Примеры использования в приборах вакуумной электроники

– Ионизованный газ и плазма. Элементарные процессы в плазме и на пограничных поверхностях. Основные методы генерации плазмы. Модели для описания свойств плазмы. Эффективные сечения взаимодействия. Кулоновские столкновения. Неупругие столкновения в плазме первого и второго рода. Перезарядка. Рекомбинация заряженных частиц. Движение заряженных частиц в плазме. Дрейфовое и направленное движение заряженных частиц.

– Типы газовых разрядов. Общие свойства плазмы. Радиус Дебая. Квазинейтральность плазмы. Классификация плазмы. Электропроводность плазмы. Явления переноса. Плазма в магнитном поле. Колебания. Неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы

– Излучения плазмы. Методы ускорения плазменных потоков. Диагностика параметров плазмы. Зондовый метод диагностики. Одиночный зонд. Двойной зонд. Эмиссионный зонд. Методы СВЧ и лазерной диагностики плазмы

– Применение плазмы в электронике. Плазменные источники ионов газов и металлов. Плазменные источники электрометаллов. Плазменные генераторы и ускорители

3.4 Экзаменационные вопросы

– .Электронная эмиссия:

– Основы электронной теории твердого тела

– Термоэлектронная, автоэлектронная, взрывная, вторично- -электронная, фотоэлектронная эмиссия

– Формирование и транспортировка электронных потоков

– Примеры использования электронных пушек и прожекторов в приборах вакуумной электроники;

– Электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов;

– Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии

– Эффекты взаимодействия (катодолюминисценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев);

– Ионизованный газ и плазма. Основные методы генерации плазмы. Типы газовых разрядов

– Эмиссионные свойства плазмы. Диагностика параметров плазмы. Применение плазмы в электронике.

3.5 Темы контрольных работ

– Эмиссия заряженных частиц из твердого тела

– Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

3.6 Темы лабораторных работ

– Измерение контактной разности потенциалов. Исследование термоэлектронной эмиссии. Исследование фотоэлектронной эмиссии. Исследование вторичной электронной эмиссии.

– Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена)

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

Согласована на портале № 13239

4.1. Основная литература

1. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Аксенов А. И., Окс Е. М., Злобина А. Ф. - 2013. 128 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3456, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения : монография ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство научно-технической литературы, 2005. – 212 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Окс Е.М. Основы физики низкотемпературной плазмы. Методическое пособие. – Томск: ТУСУР, 1997. - 87 с. . (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
3. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 1979. – 448 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)
4. Фридрихов С.А., Мовнин С.Н. Физические основы электронной техники: Учебник для ВУЗов .-М.: Высшая школа, 1982. – 608 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
5. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / Битнер Л. Р. - 2007. 151 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/545, свободный.
6. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерение контактной разности потенциалов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3452, свободный.
2. Исследование термоэлектронной эмиссии: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3453, свободный.
3. Исследование вторичной электронной эмиссии: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3454, свободный.
4. Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена): Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Аксенов А. И. - 2013. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3455, свободный.
5. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Аксенов А. И. - 2013. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3450, свободный.
6. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания по самостоятельной работе / Аксенов А. И. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1695, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 13239