

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вакуумная и плазменная электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **2, 3**

Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 8 | | 8 | часов |
| 2 | Практические занятия | 4 | 2 | 6 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | | 8 | 8 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 12 | 10 | 22 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 2 | 2 | 4 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 96 | 58 | 154 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 68 | 176 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача зачета | | 4 | 4 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 72 | 180 | часов |
| | | 3.0 | 2.0 | 5.0 | 3.E |

Контрольные работы: 5 семестр - 2

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

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 нанoeлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « ___ » _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчик:

Доцент каф. ЭП _____ А. И. Аксенов

Заведующий обеспечивающей каф.
ЭП

_____ С. М. Шандаров

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

Декан ЗиВФ

_____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.
ПрЭ

_____ С. Г. Михальченко

Эксперт:

профессор ТУСУР. кафедра Элек-
тронные приборы

_____ Л. Н. Орликов

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.Б.13.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– 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-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

– 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;

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** – аргументированно 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 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|----------------------------|-------------|-----------|-----------|
| | | 4 семестр | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 22 | 12 | 10 |
| Лекции | 8 | 8 | |

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Практические занятия | 6 | 4 | 2 |
| Лабораторные работы | 8 | | 8 |
| Из них в интерактивной форме | 4 | 2 | 2 |
| Самостоятельная работа (всего) | 154 | 96 | 58 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 34 | 16 | 18 |
| Подготовка к лабораторным работам | 12 | | 12 |
| Проработка лекционного материала | 56 | 56 | |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 30 | 24 | 6 |
| Выполнение контрольных работ | 22 | | 22 |
| Всего (без экзамена) | 176 | 108 | 68 |
| Подготовка и сдача зачета | 4 | | 4 |
| Общая трудоемкость ч | 180 | 108 | 72 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 3.0 | 2.0 |

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 | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 Эмиссионная электроника | 2 | 2 | 12 | 28 | 44 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 2 Электронный поток. | 2 | 0 | 0 | 9 | 11 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 3 Управление электронными потоками | 1 | 2 | 0 | 21 | 24 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 4 Основные свойства плазмы. | 1 | 0 | 4 | 18 | 23 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 5 Методы измерений параметров плазмы. | 1 | 0 | 0 | 12 | 13 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 6 Применение плазмы | 1 | 0 | 0 | 8 | 9 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| Итого за семестр | 8 | 4 | 16 | 96 | 124 | |
| 5 семестр | | | | | | |
| 7 Элементарные процессы в плазме | 0 | 2 | 8 | 58 | 68 | ПК-1, ПК-2, |

| | | | | | | |
|------------------|---|---|----|-----|-----|------|
| | | | | | | ПК-5 |
| Итого за семестр | 0 | 2 | 8 | 58 | 68 | |
| Итого | 8 | 6 | 24 | 154 | 192 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--|-----------------|-------------------------|
| 4 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. | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 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 (катодолуминесценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев). Примеры использования в приборах вакуумной электроники. | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | 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 вакуум- | 1 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|------------------|
| | ной электроники | | |
| | Итого | 1 | |
| 4 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 | 1 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 1 | |
| 5 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 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 1 | |
| 6 Применение плазмы | Применение плазмы в электронике. Плазменные источники ионов газов и металлов. Плазменные источники электрометаллов. Плазменные генераторы и ускорители | 1 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Математика | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Материалы электронной техники | + | | | | + | + | + |
| 3 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

| | Виды занятий | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
|-------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|---|
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |
| ПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |
| ПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, 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 лекции | Интерактивные лабораторные занятия | Всего |
|--|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------|
| 4 семестр | | | | |
| Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением | | 1 | | 1 |
| Решение ситуационных задач | 1 | | | 1 |
| Итого за семестр: | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 5 семестр | | | | |
| Мозговой штурм | 1 | | 1 | 2 |
| Итого за семестр: | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Итого | 2 | 1 | 1 | 4 |

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------|--|--------------------|----------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Эмиссионная электроника | Исследование термоэлектронной эмиссии. Исследование фотоэлектронной эмиссии. Исследование вторичной электронной эмиссии. | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Основные свойства плазмы. | Проверка закона подобия разрядов (закон Пашена) | 4 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| 5 семестр | | | |
| 7 Элементарные процессы в плазме | Измерение контактной разности потенциалов. Глеющий разряд. | 8 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 24 | |

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--|--------------------|----------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Эмиссионная электроника | Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Управление электронными потоками | Движение заряженных частиц в полях | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 5 семестр | | | |
| 7 Элементарные процессы в плазме | газовый разряд | 2 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |

| | | | |
|------------------|--|---|--|
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 6 | |

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---------------------------------------|---|--------------------|----------------------------|---|
| 4 семестр | | | | |
| 1 Эмиссионная электроника | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 28 | | |
| 2 Электронный поток. | Проработка лекционного материала | 9 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 9 | | |
| 3 Управление электронными потоками | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 11 | | |
| | Итого | 21 | | |
| 4 Основные свойства плазмы. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 5 Методы измерений параметров плазмы. | Проработка лекционного материала | 12 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Итого | 12 | | |
| 6 Применение плазмы | Проработка лекционного материала | 8 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 96 | | |

| 5 семестр | | | | |
|----------------------------------|---|-----|------------------------|---|
| 7 Элементарные процессы в плазме | Выполнение контрольных работ | 22 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | | |
| | Подготовка к лабораторным работам | 12 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | | |
| | Итого | 58 | | |
| Итого за семестр | | 58 | | |
| | Подготовка и сдача зачета | 4 | | Зачет |
| Итого | | 158 | | |

9.1. Темы контрольных работ

1. Газовый разряд

9.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях
2. Термоэлектронная эмиссия

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / Битнер Л. Р. - 2007. 151 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/545>, дата обращения: 26.05.2017.
2. 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: 26.05.2017.
3. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

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.)

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: 26.05.2017.
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: 26.05.2017.
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: 26.05.2017.
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: 26.05.2017.
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: 26.05.2017.
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: 26.05.2017.

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 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 зрения 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.

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.

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): **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **2, 3**

Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:

– Доцент каф. ЭП А. И. Аксенов

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

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 |
|------|--|--|
| 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 | <p>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 нанoeлектроники. ;</p> <p>Должен уметь – аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</p> <p>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. ;</p> |
| ПК-2 | способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения | |
| ПК-1 | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | |

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 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) | Знает факты, принципы, | Обладает диапазоном | Берет ответственность за |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|---|
| уровень) | процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | 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 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-5

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.

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 | Простейшие физические и математические модели приборов электроники и и наноэлектроники различного функционального назначения. | выполнять расчет и проектирование электронных приборов. | Стандартными программными средствами компьютерного конструирования электронных приборов в соответствии с техническим заданием. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Зачет; |

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) | <ul style="list-style-type: none"> Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости; | <ul style="list-style-type: none"> Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем; | <ul style="list-style-type: none"> 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) | <ul style="list-style-type: none"> Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ; | <ul style="list-style-type: none"> Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | <ul style="list-style-type: none"> Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> Обладает базовыми общими знаниями; | <ul style="list-style-type: none"> Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | <ul style="list-style-type: none"> Работает при прямом наблюдении; |

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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 | методы экспериментальных, исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. | выбирать методику исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств. | навыками экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> Интерактивные практические занятия; Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> Интерактивные практические занятия; Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> Интерактивные практические занятия; Самостоятельная работа; |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Зачет; |

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) | <ul style="list-style-type: none"> • • Методы экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения ; | <ul style="list-style-type: none"> • • Выбирать методику исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств ; | <ul style="list-style-type: none"> • • Навыками экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств ; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • • Базовые методы экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения ; | <ul style="list-style-type: none"> • • Выбирать методику исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств требуемых для решения определенных проблем в области исследования ; | <ul style="list-style-type: none"> • • Навыками экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств для конкретной области применения ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • • Базовые методы экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения ; | <ul style="list-style-type: none"> • • Выбирает конкретные методы для базовых исследований; | <ul style="list-style-type: none"> • • Навыками экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств при прямом наблюдении оператора; |

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 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. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; | <ul style="list-style-type: none"> • Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольная работа; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Зачет; |

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 диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем; | • Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития твор- |

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| | | | ческих решений, абстрагирования проблем Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы ; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области ; | <ul style="list-style-type: none"> Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | <ul style="list-style-type: none"> Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> Обладает базовыми общими знаниями; | <ul style="list-style-type: none"> Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | <ul style="list-style-type: none"> Работает при прямом наблюдении; |

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 Зачёт

- 1. Использование электронных потоков в приборах вакуумной электроники
- 2. Управление электронными потоками
- 3. Ионизованный газ и плазма
- 4. Основные методы генерации плазмы
- 5. Типы газовых разрядов, явления переноса

3.3 Вопросы на собеседование

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

3.4 Темы опросов на занятиях

- Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях
- Термоэлектронная эмиссия

3.5 Темы контрольных работ

- Газовый разряд

3.6 Темы контрольных работ

- Эмиссия заряженных частиц из твердого тела

- Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

3.7 Темы лабораторных работ

- 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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие / Битнер Л. Р. - 2007. 151 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/545>, свободный.
2. Вакуумная и плазменная электроника: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и нанoeлектроника» / Аксенов А. И., Окс Е. М., Злобина А. Ф. - 2013. 128 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3456>, свободный.
3. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Измерение контактной разности потенциалов: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и нанoeлектроника / 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 нанoeлектроника / 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 нанoeлектроника / 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 нанoeлектроника / 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 нанoeлектроника» / 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