

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

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 ДИСЦИПЛИНЫ

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 26 | 26 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 44 | 44 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 14 | 14 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 64 | 64 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «__» _____ 20__ года, протокол № _____.

Разработчики:

д.т.н., профессор каф. ФЭ _____

П. Е. Троян

ассистент каф. ФЭ _____

В. В. Каранский

Заведующий обеспечивающей каф.
ФЭ _____

П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____

А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ФЭ _____

П. Е. Троян

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ) _____

И. А. Чистоедова

Заведующий кафедрой физической электроники (ФЭ) _____

П. Е. Троян

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» является изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной наноэлектроники с целью выработки навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области наноэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей изучения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» является приобретение навыков и умений определения основных тенденций развития отечественной и зарубежной электроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» (Б1.Б.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: История и методология науки и техники в области электроники.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа (рассред.), Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-3 готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;
- ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и наноэлектроники.
- **уметь** оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники.
- **владеть** современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и наноэлектроники.

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 |
|----------------------------------|-------------|-----------|
| | | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 44 | 44 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 26 | 26 |
| Из них в интерактивной форме | 14 | 14 |
| Самостоятельная работа (всего) | 64 | 64 |
| Проработка лекционного материала | 7 | 7 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 57 | 57 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 семестр | | | | | |
| 1 Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники. | 4 | 0 | 2 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 2 Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия. | 0 | 4 | 10 | 14 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 3 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 4 Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 5 Физические основы криoeлектроники, приборы на эффекте Джозефсона. | 6 | 2 | 6 | 14 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 6 Магнитная и сегнетоэлектрическая память. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 7 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника. | 4 | 2 | 4 | 10 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 8 Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 9 Технология аморфного и поликремния для электроники. | 0 | 0 | 4 | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 10 Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 11 Методы анализа наноструктур и материалов. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 12 Гетеро- и нанoeлектроника. | 4 | 4 | 6 | 14 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 13 Интеллектуальная силовая электроника. | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| 14 Спутниковая, сотовая, мобильная и | 0 | 0 | 4 | 4 | ОК-3, ОПК-1, |

| | | | | | |
|-----------------------|----|----|----|-----|-------|
| оптоволоконная связи. | | | | | ОПК-4 |
| Итого за семестр | 18 | 26 | 64 | 108 | |
| Итого | 18 | 26 | 64 | 108 | |

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|--------------------|----------------------------|
| 1 семестр | | | |
| 1 Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники. | Введение. Цели и задачи дисциплины. Мировой рынок электроники. Рынок отечественной электроники. Закон Мура и тенденции развития электроники. Современное состояние отечественной и зарубежной электроники. Наиболее крупные электронные компании, работающие по технологии 22 нм. | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Физические основы криoeлектроники, приборы на эффекте Джозефсона. | Физические основы сверхпроводимости. Куперовские пары. Приборы криoeлектроники. ВТСП. | 6 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника. | Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники: карбид кремния, карбид титана, карбид бора и родственные материалы. Технологии получения. Электрофизические свойства. Структура карбида кремния. Радиационная, механическая, химическая стойкость, теплопроводность, верхний предел рабочих температур для приборов на основе карбида кремния. Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния. Приборы на основе карбида кремния. | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 12 Гетеро- и нанoeлектроника. | Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе. Нанотехнологии, наноинженерия. Полупроводниковые гетеропереходы; общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров. | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 История и методология науки и техники в области электроники | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Научно-исследовательская работа (распред.) | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 Преддипломная практика | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

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

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

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

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|-------------|--------------|------------|-----------|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ОК-3 | + | + | + | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ОПК-1 | + | + | + | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ОПК-4 | + | + | + | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию |

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

| Методы | Интерактивные практические занятия, ч | Интерактивные лекции, ч | Всего, ч |
|--|---------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1 семестр | | | |
| Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением | 2 | 2 | 4 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | 6 | 4 | 10 |
| Итого за семестр: | 8 | 6 | 14 |
| Итого | 8 | 6 | 14 |

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|--------------------------|
| 1 семестр | | | |
| 2 Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия. | Современная литография | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Ионно-плазменные технологии эпитаксия | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 3 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра. | Термоэлектрические преобразователи энергии | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике. | Детекторы ионизирующих излучений | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона. | Основы криоэлектроники | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Магнитная и сегнетоэлектрическая память. | Магнитная и сегнетоэлектрическая память | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная | Высокотемпературная полупроводниковая электроника | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |

| | | | |
|---|---|----|--------------------|
| полупроводниковая электроника. | | | |
| 8 Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике. | Пористый кремний и диоксид кремния в электронике | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 10 Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике. | Технология углеродных кластеров и их применение в нанoeлектронике | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 11 Методы анализа наноструктур и материалов. | Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 12 Гетеро- и нанoeлектроника. | Квантово-размерные эффекты – основа нанoeлектроники | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Приборы нанoeлектроники. Гетероструктурная электроника | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 13 Интеллектуальная силовая электроника. | Интеллектуальная силовая электроника | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 26 | |

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 |
|--|---|-----------------|-------------------------|---|
| 1 семестр | | | | |
| 1 Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники. | Проработка лекционного материала | 2 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Конспект самоподготовки, Тест |
| | Итого | 2 | | |
| 2 Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Детекторы ионизирующих | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по прак- |

| | | | | |
|---|---|---|--------------------|--|
| излучений в науке и технике. | рам | | ОПК-4 | тическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Магнитная и сегнетоэлектрическая память. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 7 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 8 Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 9 Технология аморфного и поликремния для электроники. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 10 Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 11 Методы анализа наноструктур и материалов. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 12 Гетеро- и нанoeлектроника. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 13 Интеллектуальная силовая электроника. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 14 Спутниковая, сотовая, | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОК-3, | Выступление (доклад) на |

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----|--------------|---|
| мобильная и оптоволоконная связи. | ским занятиям, семинарам | | ОПК-1, ОПК-4 | занятия, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 100 | | |

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---------------------------------|--|---|---|------------------|
| 1 семестр | | | | |
| Выступление (доклад) на занятии | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по практическому занятию | 3 | 4 | 3 | 10 |
| Тест | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 23 | 24 | 23 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 23 | 47 | 70 | 100 |

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|-----------------------|--|---------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |

| | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------------|
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | В (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | С (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | Е (посредственно) |
| | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Троян П.Е. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 224 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Troyan/Troyan_APE_UP.pdf, дата обращения: 13.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Процессы микро- и нанотехнологии: учеб. пособие / Данилина Т.И. [и др.]. – Томск: ТУСУР, 2005. – 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

2. Данилина Т.И. Технология СБИС: учебн. пособие / Т.И. Данилина, В.А. Кагадей. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 287 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

3. Основы силовой электроники: учебное пособие для вузов / Г.С. Зиновьев. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: НГТУ, 2003. – 664 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 79 экз.)

4. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 4-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 800 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.)

5. Данилина, Т. И. Технология кремниевой нанoeлектроники [Текст] : учебное пособие / Т. И. Данилина, В. А. Кагадей, Е. В. Анищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2-е изд. - Томск : ТУСУР, 2015. - 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Троян П.Е. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим и семинарским занятиям и самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 210100 «Электроника и нанoeлектроника». - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. - 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Troyan/Troyan_APE_UMP.pdf, дата обращения: 13.05.2018.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;

- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- PDF-XChange Viewer
- Windows XP

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

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

14.1.1. Тестовые задания

1. Самым крупным поставщиком интегральных схем в 2011 г. стала компания...
 1. Samsung Electronics;
 2. Intel;
 3. Elpida Memory;
 4. Globalfoundries.

2. Наиболее массовой областью применения технологии наногетероструктур является...
 1. волоконно-оптическая связь;
 2. спутниковая связь;
 3. сотовая связь;
 4. цифровое ТВ.

3. По мнению Ж. Алферова перспективными направлениями в области гетероструктурной электроники являются...
 1. солнечные элементы на гетероструктурах и фотоприемные приборы и устройства;
 2. кремниевые солнечные элементы и полупроводниковые инжекционные лазеры;
 3. сверхъяркие светодиоды и кремниевые солнечные элементы;
 4. полупроводниковые инжекционные лазеры и оптопары.

4. Знаменитый закон Г. Мура гласит...
 1. число транзисторов на кристалле будет удваиваться приблизительно каждый год;
 2. число транзисторов на кристалле будет удваиваться приблизительно каждые 2 года;
 3. число транзисторов на кристалле будет утраиваться приблизительно каждый год;
 4. число транзисторов на кристалле будет утраиваться приблизительно каждые 2 года.

5. Новые развивающиеся технологии переориентируют электронную промышленность от транзисторов на основе...
 1. кремниевых наноразмерных молекул к устройствам из нанопроводов;
 2. кремниевых нанопроводов к устройствам из наноразмерных кластеров;
 3. кремниевых нанопроводов к устройствам из наноразмерных молекул;

4. кремниевых наноразмерных молекул к устройствам из наноразмерных кластеров.

6. Лидеров по производству кремниевых пластин на 2011 г. являлась компания...

1. SMIC;
2. UMS;
3. TowerJazz;
4. TSMC.

7. В 2011 году в десятку лидеров по производству кремниевых пластин не вошла компания...

1. Samsung;
2. Intel;
3. UMS;
4. Globalfoundries.

8. Какой процент рынка гетероструктур занимает военная электроника...

1. 1-2 %;
2. 2-3%;
3. 3-4%;
4. 4-5%.

9. Уменьшение минимального размера элемента при проекционной литографии может быть связано...

1. с увеличением числовой апертуры;
2. с уменьшением числовой апертуры;
3. с уменьшением радиуса линз;
4. с увеличением расстояния от пластины до линзы.

10. Максимальное значение величины числовой апертуры на 1990 г. составляло...

1. 0,25;
2. 0,5;
3. 0,75;
4. 1.

11. Какое травление обусловлено удалением поверхностных слоев материала в результате химических реакций между химически активными частицами (ХАЧ), к которым относятся свободные атомы и радикалы, и поверхностными атомами материалов

1. Ионное травление;
2. Реактивное ионное травление;
3. Плазмохимическое травление;
4. Жидкостное травление.

12. Каким параметром процесс травления не характеризуется?

1. минимальный размер при травлении;
2. скорость травления;
3. анизотропия травления;
4. селективность травления.

13. Параметрами ионного легирования являются...

1. масса ионов и энергия;
2. масса ионов и доза облучения;
3. доза облучения и плотность ионного тока;
4. доза облучения и энергия ионов.

14. При каком типе столкновений налетающий электрон передает свою энергию электрону кристалла?

1. Упругое столкновение;
2. Неупругое столкновение;
3. При всех типах столкновений.
4. Таких соударений не существует.

15. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых точках:

1. только по направлению X;
2. только по направлению Y;
3. только по направлению Z;
4. по направлениям XYZ.

16. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых нитях (шнурах):

1. по направлениям X и Y;
2. по направлению Y и Z;
3. только по направлению Z;
4. по направлениям X и Z.

17. Какой из методов эпитаксии, позволяет получать качественную гетерограницу в гетроструктурах:

1. молекулярно – лучевая;
2. химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений (MOCVD);
3. жидкостная;
4. газовая.

18. Практическое применение целочисленного эффекта Холла...

1. эталон силы тока;
2. эталон сопротивления;
3. эталон напряжения;
4. эталон заряда.

19. Какой квантовый эффект лежит в основе работы сверхпроводящего квантового интерференционного датчика (СКВИД)?

1. эффект Штарка
2. эффект Джозефсона
3. эффект Холла
4. эффект Ааронова – Бома

20. Какой из методов эпитаксии может быть использован при изготовлении транзисторов с высокой подвижностью НЕМТ

1. молекулярно – лучевая;
2. химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений (MOCVD);
3. жидкостная;
4. газовая.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Этапы развития электроники.
2. Основные идеи микроэлектроники и наноэлектроники, функциональной электроники.
3. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
4. Ионно-лучевые технологии.
5. Литография: электронная, рентгеновская, ионная.
6. Ионное легирование полупроводников.
7. Инструментальные методы нанотехнологии.

8. Материалы для высокотемпературной полупроводниковой электроники: SiC, TiC, BC.
9. Свойства карбида кремния.
10. Приборы на основе SiC.
11. Квантово-размерные эффекты. Сверхрешетки, квантовые точки.
12. Эволюция развития силовых полупроводниковых ключей.
13. IGBT-транзисторы.
14. Интеллектуальные силовые модули.
15. Сверхмощные полупроводниковые ключи новых технологий.
16. Нанонаука: нанотехнологии, наноинженерия.
17. АСМ, СТМ.
18. Гетеролазеры и их применение.
19. Высокотемпературная сверхпроводимость.
20. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.

14.1.3. Темы докладов

1. Основные идеи микроэлектроники и наноэлектроники, функциональной электроники.
2. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
3. Ионно-лучевые технологии.
4. Литография: электронная, рентгеновская, ионная.
5. Приборы на основе SiC.
6. IGBT-транзисторы.
7. Интеллектуальные силовые модули.
8. Сверхмощные полупроводниковые ключи новых технологий.
9. Гетеролазеры и их применение.
10. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

1. Современная литография
2. Ионно-плазменные технологии эпитаксия
3. Термоэлектрические преобразователи энергии
4. Детекторы ионизирующих излучений
5. Основы криоэлектроники
6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память
7. Высокотемпературная полупроводниковая электроника
8. Пористый кремний и диоксид кремния в электроник
9. Технология углеродных кластеров и их применение в наноэлектронике
10. Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия
11. Квантово-размерные эффекты – основа наноэлектроник
12. Приборы наноэлектроники. Гетероструктурная электроника
13. Интеллектуальная силовая электроника

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

1. Современное состояние и тенденции развития электроники и наноэлектроники.
2. Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия.
3. Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра.
4. Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике.
5. Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона.
6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память.
7. Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника.
8. Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике.
9. Технология аморфного и поликремния для электроники.
10. Углеродные кластеры и их применение в наноэлектронике.
11. Методы анализа наноструктур и материалов.
12. Гетеро- и наноэлектроника.

13. Интеллектуальная силовая электроника.
14. Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи.

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Современная литография
2. Ионно-плазменные технологии эпитаксия
3. Термоэлектрические преобразователи энергии
4. Детекторы ионизирующих излучений
5. Основы криоэлектроники
6. Магнитная и сегнетоэлектрическая память
7. Высокотемпературная полупроводниковая электроника
8. Пористый кремний и диоксид кремния в электроник
9. Технология углеродных кластеров и их применение в наноэлектронике
10. Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия
11. Квантово-размерные эффекты – основа наноэлектроник
12. Приборы наноэлектроники. Гетероструктурная электроника
13. Интеллектуальная силовая электроника

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

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

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

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

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

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

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

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

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;

- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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