

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**

Форма обучения: **заочная**

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

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **1**

Семестр: **1, 2**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности   | 1 семестр | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                      | 10        | 0         | 10    | часов   |
| 2 | Практические занятия        | 4         | 4         | 8     | часов   |
| 3 | Всего аудиторных занятий    | 14        | 4         | 18    | часов   |
| 4 | Самостоятельная работа      | 58        | 59        | 117   | часов   |
| 5 | Всего (без экзамена)        | 72        | 63        | 135   | часов   |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 0         | 9         | 9     | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость          | 72        | 72        | 144   | часов   |
|   |                             |           |           | 4.0   | З.Е.    |

Контрольные работы: 2 семестр - 1

Экзамен: 2 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 ЗиВФ

\_\_\_\_\_ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.  
ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)

\_\_\_\_\_ И. А. Чистоедова

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)

\_\_\_\_\_ Н. С. Легостаев

## 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 | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)       | 18          | 14        | 4         |
| Лекции                           | 10          | 10        |           |
| Практические занятия             | 8           | 4         | 4         |
| Самостоятельная работа (всего)   | 117         | 58        | 59        |
| Подготовка к контрольным работам | 10          | 0         | 10        |
| Проработка лекционного материала | 7           | 7         | 0         |

|   |     |    |    |
|---|-----|----|----|
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 100 | 51 | 49 |
| Всего (без экзамена)                          | 135 | 72 | 63 |
| Подготовка и сдача экзамена                   | 9   | 0  | 9  |
| Общая трудоемкость, ч                         | 144 | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы                              | 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 |
|---|---------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>1 семестр</b>  |         |               |              |                            |                         |
| 1 Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники.                         | 2       | 0             | 2            | 4                          | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 2 Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия.              | 0       | 1             | 10           | 11                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 3 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра.                  | 0       | 1             | 10           | 11                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 4 Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике.   | 0       | 1             | 10           | 11                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 5 Физические основы криoeлектроники, приборы на эффекте Джозефсона.                                 | 2       | 0             | 10           | 12                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 6 Магнитная и сегнетоэлектрическая память.  | 0       | 1             | 4            | 5                          | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 7 Гетеро- и нанoeлектроника.  | 4       | 0             | 6            | 10                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 8 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника. | 2       | 0             | 6            | 8                          | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| Итого за семестр  | 10      | 4             | 58           | 72                         |                         |
| <b>2 семестр</b>  |         |               |              |                            |                         |
| 9 Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике.                                     | 0       | 1             | 15           | 16                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 10 Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике.   | 0       | 1             | 15           | 16                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 11 Методы анализа наноструктур и материалов.  | 0       | 1             | 15           | 16                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |
| 12 Интеллектуальная силовая электроника.  | 0       | 1             | 14           | 15                         | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4      |

|                  |    |   |     |     |  |
|------------------|----|---|-----|-----|--|
| Итого за семестр | 0  | 4 | 59  | 63  |  |
| Итого            | 10 | 8 | 117 | 135 |  |

### 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,<br>ч | Формируемые<br>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.   | 2                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   |
|   | Итого   | 2                  |                            |
| 5 Физические основы криoeлектроники, приборы на эффекте Джозефсона.                                 | Физические основы сверхпроводимости. Куперовские пары. Приборы криoeлектроники. ВТСП.   | 2                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   |
|   | Итого   | 2                  |                            |
| 7 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,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   |
|   | Итого   | 4                  |                            |
| 8 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. | 2                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   |
|   | Итого   | 2                  |                            |
| Итого за семестр  |   | 10                 |                            |
| Итого   |   | 10                 |                            |

### 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 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1 История и методология науки и техники в области электроники                              | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  |
| <b>Последующие дисциплины</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  |
| 2 Научно-исследовательская работа (рас-сред.)  | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  |
| 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        | +            | +          | +         | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ОПК-1       | +            | +          | +         | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ОПК-4       | +            | +          | +         | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Отчет по практическому занятию |

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

#### 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,<br>ч | Формируемые компетенции  |
|--|---|--------------------|--------------------------|
| <b>1 семестр</b>   |   |                    |                          |
| 2 Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия. | Современная литография  | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| 3 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра.     | Термоэлектрические преобразователи энергии                        | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| 4 Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике.                                  | Детекторы ионизирующих излучений                                  | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| 6 Магнитная и сегнетоэлектрическая память.   | Магнитная и сегнетоэлектрическая память                           | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| Итого за семестр   |   | 4                  |                          |
| <b>2 семестр</b>   |   |                    |                          |
| 9 Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике.                        | Пористый кремний и диоксид кремния в электронике                  | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| 10 Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике.                              | Технология углеродных кластеров и их применение в нанoeлектронике | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| 11 Методы анализа наноструктур и материалов.   | Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия           | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| 12 Интеллектуальная силовая электроника.   | Интеллектуальная силовая электроника                              | 1                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4 |
|  | Итого   | 1                  |                          |
| Итого за семестр   |   | 4                  |                          |
| Итого  |   | 8                  |                          |

## 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,<br>ч | Формируемые<br>компетенции | Формы контроля   |
|---|---|--------------------|----------------------------|--|
| 1 семестр   |   |                    |                            |  |
| 1 Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники.                         | Проработка лекционного материала              | 2                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>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,<br>ОПК-1,<br>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 | 10                 | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест                          |
|   | Итого   | 10                 |                            |  |
| 4 Детекторы ионизирующих излучений в науке и технике.   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10                 | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест                          |
|   | Итого   | 10                 |                            |  |
| 5 Физические основы криoeлектроники, приборы на эффекте Джозефсона.                                 | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест |
|   | Проработка лекционного материала              | 2                  |                            |  |
|   | Итого   | 10                 |                            |  |
| 6 Магнитная и сегнетоэлектрическая память.  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест                          |
|   | Итого   | 4                  |                            |  |
| 7 Гетеро- и нанoeлектроника.  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест |
|   | Проработка лекционного материала              | 2                  |                            |  |
|   | Итого   | 6                  |                            |  |
| 8 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5                  | ОК-3,<br>ОПК-1,<br>ОПК-4   | Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по практическому занятию, Тест |
|   | Проработка лекционного материала              | 1                  |                            |  |
|   | Итого   | 6                  |                            |  |

|   |   |     |                    |   |
|---|---|-----|--------------------|---|
| Итого за семестр  |   | 58  |                    |   |
| 2 семестр   |   |     |                    |   |
| 9 Пористый кремний и его применение в кремниевой микрофотонике. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 15  | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест                     |
|   | Итого   | 15  |                    |   |
| 10 Углеродные кластеры и их применение в наноэлектронике.       | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 15  | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест                     |
|   | Итого   | 15  |                    |   |
| 11 Методы анализа наноструктур и материалов.                    | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5   | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Отчет по практическому занятию, Тест |
|   | Подготовка к контрольным работам              | 10  |                    |   |
|   | Итого   | 15  |                    |   |
| 12 Интеллектуальная силовая электроника.                        | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14  | ОК-3, ОПК-1, ОПК-4 | Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию, Тест                     |
|   | Итого   | 14  |                    |   |
| Итого за семестр  |   | 59  |                    |   |
|   | Подготовка и сдача экзамена                   | 9   |                    | Экзамен   |
| Итого   |   | 126 |                    |   |

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

### 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 12.1. Основная литература

1. Троян П.Е. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники: 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](http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Troyan/Troyan_APE_UP.pdf) (дата обращения: 26.06.2018).

#### 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 наноэлектроники [Текст] : учебное пособие / Т. И. Данилина, В. А. Кагадей, Е. В. Анищенко ; Министерство образования и науки Российской Фе-

дерации, 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 наноэлектроники: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим и семинарским занятиям и самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 210100 «Электроника и наноэлектроника». - 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](http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Troyan/Troyan_APE_UMP.pdf) (дата обращения: 26.06.2018).

#### **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 зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

## **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. Алфёрова 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 напряжение;
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 нанoeлектроники, 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 нанoeлектроники, 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 нанoeлектронике
10. Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия
11. Квантово-размерные эффекты – основа нанoeлектроник
12. Приборы нанoeлектроники. Гетероструктурная электроника
13. Интеллектуальная силовая электроника

#### **14.1.5. Темы контрольных работ**

1. Зондовые методы микроскопии и спектроскопии.
2. Дифракционные методы исследования.

#### **14.1.6. Вопросы на самоподготовку**

1. Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники.
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 нанoeлектронике.
11. Методы анализа наноструктур и материалов.
12. Гетеро- и нанoeлектроника.
13. Интеллектуальная силовая электроника.
14. Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи.

#### **14.1.7. 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 нанoeлектронике
10. Дифракционный анализ и сканирующая зондовая микроскопия
11. Квантово-размерные эффекты – основа нанoeлектроник
12. Приборы нанoeлектроники. 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.