МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Всего аудиторных занятий			часов
2	Всего (без экзамена)			часов
3	Подготовка и сдача экзамена	54	54	часов
4	Общая трудоемкость	54	54	часов
		1.5	1.5	З.Е

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15652

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 77 от « 11 » 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «11» января 2017 года, протокол № 77.

Разработчики:

доцент каф. ФЭ _____ Чистоедова И. А.

Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ _____ Троян П. Е.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ФЭ _____ Троян П. Е.

Эксперты:

Профессор кафедры ФЭ _____ Данилина Т.И.

Профессор кафедры ФЭ _____ Смирнов С.В.

Доцент кафедры ФЭ _____ Сахаров Ю.В.

Согласована на портале № 15652

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Государственный экзамен является составной частью государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Целью проведения ГЭ по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» является выполнение комплексной оценки полученных за период обучения теоретических знаний и практические навыков выпускника в соответствии с профилем направления подготовки «Микроэлектроника и твердотельная электроника».

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена» (Б3.Г.1) относится к блоку 3 (базовая часть).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе государственного экзамена по данному направлению подготовки оценивается степень освоения комплекса компетенций, содержащих все профессиональные компетенции, согласно выбранным видам деятельности: научно-исследовательской и производственно-технологической:

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

– ПК-8 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;

– ПК-9 готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники;

– ПСК-1 способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования;

– ПСК-2 готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники;

– ПСК-3 готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

Согласована на портале № 15652

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (ГЭ) составляет 1.5 зачетные единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)		
Всего (без экзамена)		
Подготовка и сдача экзамена	54	54
Общая трудоемкость ч	54	54
Зачетные Единицы	1.5	1.5

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий
ПК-1	Подготовка к Государственному экзамену
ПК-2	Подготовка к Государственному экзамену
ПК-3	Подготовка к Государственному экзамену
ПК-8	Подготовка к Государственному экзамену
ПК-9	Подготовка к Государственному экзамену
ПСК-1	Подготовка к Государственному экзамену
ПСК-2	Подготовка к Государственному экзамену
ПСК-3	Подготовка к Государственному экзамену

5. Порядок проведения государственного экзамена

К сдаче государственного экзамена, входящего в состав государственной итоговой аттестации, допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Допуск к государственному экзамену производится распоряжением декана факультета.

Выпускающая кафедра формирует вопросы по спецдисциплинам направления подготовки 11.03.04, из которых составляются экзаменационные билеты для проведения экзамена. Перечень вопросов доводится до сведения студентов не позднее, чем за 1 месяца до даты экзамена. Перед сдачей государственного экзамена проводятся обязательные консультации по вопросам, включенным в данную программу.

Государственный экзамен в рамках ГИА проводится по следующим дисциплинам:

1. «Физика конденсированного состояния»,
2. «Твердотельная электроника»,
3. «Наноэлектроника»,
4. «Материалы электронной техники»,

Согласована на портале № 15652

5. «Основы технологии электронной компонентной базы»,
6. «Процессы микро- и нанотехнологии»,
7. «Технология кремниевой наноэлектроники»,
8. «Технология материалов микро- и наноэлектроники»,
9. «Вакуумная и плазменная электроника»,
10. «Микросхемотехника».

Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса. Первый вопрос - теоретический вопрос по дисциплине «Физика конденсированного состояния». Второй вопрос - теоретический вопрос по технологическим дисциплинам «Основы технологии электронной компонентной базы», «Процессы микро- и нанотехнологии», «Технология кремниевой наноэлектроники». Третий вопрос билета случайным образом формируется из оставшихся дисциплин.

На государственном экзамене студент берет один экзаменационный билет. Билет на экзамене выбирается случайным образом. Государственный экзамен проводится в устной' форме по вопросам, перечень которых прилагается. Время для подготовки к ответу - 1 академический час. Проведение экзамена в устной форме предполагает выступление студента перед экзаменационной комиссией в течение 15-20 минут по вопросам, сформулированным в билете. Экзаменаторам предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы в соответствии с утвержденной программой.

Все заседания и решения ГЭК по приему государственного экзамена протоколируются. Протоколы сохраняются в деканатах до окончания производства дел, после чего сдаются в архив ТУСУРа на постоянный срок хранения.

Оценка по государственному экзамену выставляется по четырёхбальной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты объявляются в день заседания экзаменационной комиссии. Результаты сдачи государственного экзамена записываются в приложение к диплому.

Студентам, не сдавшим государственный экзамен, предоставляется право повторной сдачи экзамена не ранее чем через три месяца и не более чем через пять лет после прохождения государственной итоговой аттестации впервые. Повторные итоговые аттестационные испытания не могут назначаться более двух раз.

В случае неявки студента для сдачи государственного экзамена по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, документально подтверждённых), по заявлению студента экзаменационная комиссия рассматривает и решает вопрос о новых сроках заседания для проведения аттестации в период действия своих полномочий, но не позднее четырёх месяцев после подачи заявления.

Все спорные вопросы, связанные с организацией проведения итоговой аттестации, разрешаются ректором ТУСУРа.

Оценки **«отлично»** заслуживает студент, ответивший на все вопросы экзаменационного билета с привлечением математического аппарата, проявив при этом глубокое понимание физики технологических процессов и работы приборов и устройств и продемонстрировавший понимание междисциплинарных связей, имеющий целостное представление о процессах и явлениях в природе, показавший способность использовать известные методы и модели для количественного и качественного описания процессов и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.

Оценки **«хорошо»** заслуживает студент, ответивший на все вопросы экзаменационного билета, используя основные формулы и соотношения при ответе на некоторые вопросы, продемонстрировавший умение давать ответы на междисциплинарные вопросы, имеющий целостное представление о процессах и явлениях в природе и ориентирующийся в вопросах, относящихся к профессиональной деятельности.

Оценки **«удовлетворительно»** заслуживает студент, ответивший не менее чем на 50% вопросов экзаменационного билета на удовлетворительном уровне, ориентирующийся в вопросах междисциплинарного характера, имеющий общее представление об описании процессов и объектов, относящихся, к области профессиональной деятельности.

Оценки **«неудовлетворительно»** заслуживает студент, который при ответах не раскрыл сущности вопросов, не ориентируется в междисциплинарных связях и в вопросах, относящихся к профессиональной деятельности.

Перечень экзаменационных вопросов приведен в ФОС.

Согласована на портале № 15652

6. Рекомендуемая литература для подготовки к ГЭ

6.1.Дисциплина «Физика конденсированного состояния»

Основная литература

1. Агафонников В.Ф. Физика полупроводниковых структур: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2007.- 198 с. **(42)**

Дополнительная литература

1. Смирнов С.В. Физика твердого тела: учебное пособие. - Томск, ТГУ, 2005. - 276 с. (**8**)

2.Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие / ред.: Л.А. Алешина. - М.: Техносфера, 2007. - 518 с. (**1**)

3.Протасов Ю.С., Чувашев С.Н. Твердотельная электроника. - Изд. МГТУ им. Баумана, 2003. - 189 с. **(2)**

4. Чупрунов Е.В. Кристаллография: Учебник для вузов / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фадеев. - М.: Физматлит, 2000. - 496 с. (1)

5. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. - Изд-во «Лань», 2008. - 624 с. - [электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/693/ (дата обращения 10.01.2017)

6. Павлов П.В. Физика твердого тела: Учебник для вузов / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. - 3-е изд., стереотип. - М.: Высшая школа, 2000. - 496 с. **(60)**

7. Шалимова К.В. Физика полупроводников: учебник для вузов. - 4-е изд. стер. - С.-П.: Лань, 2010. - 384 с. - [электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl_1_cid=25&pl_l_id=648 (дата обращения 10.01.2017)

8. Физика твердого тела: Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов: В 2 т. / ред. А.Ф. Хохлов. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001 - Т. 1: Методы получения твердых тел и исследования их структуры: рекомендовано Минобразования. - М.: Высшая школа, 2001. - 368 с. **(63)**

9. Физика твердого тела: Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов: В 2 т. / Ред. А.Ф. Хохлов. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001 - Т. 2: Физические свойства твердых тел: рекомендовано Мин.образования. - М.: Высшая школа, 2001. — 488 с. **(64)**

10. Физика твердого тела. Под редакцией Верещагина И.К. - М.: Высшая школа, 2001. - 238 с. **(14)**

6.2.Дисциплина «Твердотельная электроника»

Основная литература

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. - СПб.: Лань, 2006.-480 с. (**98**)

2. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие. - М.: Техносфера, 2005. - 408 с. (**57**)

Дополнительная литература

1. Троян П.Е. Твердотельная электроника. - Учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2006. - 321 с. **(50)**

2. Гаман З.И. Физика полупроводниковых приборов: Учебное пособие. - Томск: Изд-во НТЛ, 2000. - 426 с. **(45)**

3. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Сов. радио, 1990. - 264 с. **(15)**

4. Крутякова М.Г., Чарыков Н.А., Юдин В.В. Полупроводниковые приборы и основы их проектирования. - М.: Радио и связь, 1983. - 352 с. (**6**)

6.3.Дисциплина «Наноэлектроника»

Основная литература

1.Основы наноэлектроники: учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. - М.: Физматкнига, 2006; М.: Логос, 2006. - М.: Университетская книга, 2006. - 496 с. (**31**)

2.Сахаров, Ю. В. Наноэлектроника: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. — Томск: ТУСУР, 2010. — 88 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537 (дата обращения 10.01.2017)

Дополнительная литература

1.Основы наноэлектроники: Учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. - Новосибирск: НГТУ, 2000. - 331 [1] с. (**5**)

Согласована на портале № 15652

2.Нанотехнологии в электронике: Монография / Н.И. Боргардт [и др.]; ред. Ю.А. Чаплыгин; Московский государственный институт электронной техники. - М.: Техносфера, 2005. - 446 [2] с. **(20)**

3.Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. - М.: Техносфера, 2005. - 147 [5] с. (**9**)

4.Нанотехнологии в полупроводниковой электронике: Коллективная монография / Российская Академия наук, Сибирское отделение, Институт .физики полупроводников; ред. А.J1. Асеев. - Новосибирск: Издательство СО РАН, 2004. - 367 [1] с. **(10)**

5.Электроника: Учебное пособие для вузов / А.А. Щука; ред. А.С. Сигов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 799 с. (**3**)

6.Основы наноэлектроники: Учебное пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. - 2-е изд., исп. и доп. - Новосибирск: НГТУ, 2004. - 494 [2] с. **(20)**

7.Наноэлектроника [Текст]: учебное пособие / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственная корпорация "Российская корпорация нанотех- нологий", Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2010.-88 с. **(15)**

8.Микросхемотехника и наноэлектроника [Текст]: учебное пособие для вузов / А.Н. Игнатов. - СПб.: Лань, 2011.-528 с. (**5**)

9.Физика низкоразмерных систем: Учебное пособие для вузов / А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин, С.А. Рыков; Ред. В.И. Ильин, Ред. А.Я. Шик. - СПб.: Наука, 2001. - 160 с. (**5**)

6.4.Дисциплина «Материалы электронной техники»

Основная литература

1. Легостаев, Н. С. Учебное пособие «Материалы электронной техники»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» [Электронный ресурс] / Легостаев Н. С. — Томск: ТУСУР, 2014. — 74 с. - [электронный ресурс]. - адрес: https://edu.tusur.ru/publications/4287 (дата обращения 10.01.2017)

Дополнительная литература

1. Электротехнические материалы и изделия: справочник / И. И. Алиев, С. Г. Калганова. - М.: РадиоСофт, 2005.-350. **(51)**
2. Битнер Л.Р. Материалы и элементы электронной техники: Учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2007-212 с. (**47**)

6.5. Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы»

Основная литература

1.Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 **(103)**

2. Технология тонкопленочных микросхем: учебное пособие / Т. И. Данилина; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 151 с. (**49**)

Дополнительная литература

1. Микроэлектроника: Физические и технологические основы, надежность: Учебное пособие для вузов / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь, Ю. И. Горбунов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986.- 464 с. **(52)**
2. Технология микросхем: Учебное пособие для вузов / О. Д. Парфенов. - М.: Высшая школа, 1986. — 318[2] с. **(121)**
3. Технология микроэлектронных устройств: Справочник / 3. Ю. Готра. - М.: Радио и связь, 1991. - 528 с. **(45)**
4. Тонкопленочные микросхемы для приборостроения и вычислительной техники / В. Д. Гимпельсон, Ю. А. Радионов. - М.: Машиностроение, 1976. - 328 с. **(42)**

6.6. Дисциплина «Процессы микро- и нанотехнологии»

Основная литература

1. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем

Согласована на портале № 15652

управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 **(103)**

Дополнительная литература

1. Микроэлектроника: Физические и технологические основы, надежность: Учебное пособие для вузов / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь, Ю. И. Горбунов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986.-464 с. **(52)**
2. Технология микроэлектронных устройств: Справочник / 3. Ю. Готра. - М.: Радио и связь, 1991 .- 528 с. **(45)**
3. Процессы микро- и нанотехнологии: учебное пособие / К. И. Смирнова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 183 с. (**51**)

6.7. Дисциплина «Технология кремниевой наноэлектроники»

Основная литература

1. Технология кремниевой наноэлектроники [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 : рис., цв. ил., табл. - Библиогр.: с. 317-318. - ISBN 978-5-86889-713-9 (**30**)

Дополнительная литература

1. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов [Текст]: учебное пособие / Г. Я. Красников. - 2-е изд., испр. - М.: Техносфера, 2011. - 800 с. **(2)**
2. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем [Текст]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / ред. Ю. А. Чаплыгин. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. / Ч. 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М. А. Королев, Т. Ю. Крупкина, М. А. Ревелева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 397 с. **(10)**
3. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем [Текст]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / ред. Ю. А. Чаплыгин. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. / Ч. 2: Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / М. А. Королев [и др.]. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 423 с. **(35)**
4. Технология СБИС: учебное пособие / Т. И. Данилина, В. А. Кагадей; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 287 с. **(51)**

6.8.Дисциплина «Технология материалов микро- и наноэлектроники»

Основная литература

1. Жигальский А. А. Технология материалов электронной техники: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 152 с. – [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Jigalsky/%D0%96%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%90_-_%D0%A2%D0%9C%D0%AD%D0%A2.zip (дата обращения 10.01.2017)

Дополнительная литература

1. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учебник для вузов / Ю. М. Таиров, В. Ф. Цветков. - 3-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2002. - 424 с. **(212)**

6.9.Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника»

Основная литература

1. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / Л. Р. Битнер; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. – Томск : ТУСУР, 2007. - 150 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 149-150 (**50**).
2. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учебное пособие для вузов / А. Д. Сушков. - СПб.: Лань, 2004. - 462 с. (**37**)

Согласована на портале № 15652

Дополнительная литература

1.Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения: монография / Е.М. Окс; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Издательство научно-технической литературы, 2005. - 212 с. (**5**)

2. Основы физики низкотемпературной плазмы: Методическое пособие для студ. вузов / Е.М. Оке; Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации, Томская государственная академия систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физики. - Томск: [б. и.], 1997. - 87 с. (**26**)

3. Физические основы электронной техники: Учебник для вузов / В.Д. Соболев. - М.: Высшая школа, 1979.-448 с. **(42)**

4. Физические основы электронной техники: Учебник для вузов / Станислав Антонович Фридрихов, Савелий Михайлович Мовнин. - М.: Высшая школа, 1982. - 608 с. **(18)**

5. Расчет и конструирование электронных ламп: учебное пособие / Б.М. Царев. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Энергия, 1967. - 670 с. **(40)**

6.10 Дисциплина «Микросхемотехника»

Основная литература

1. Легостаев, Н. С. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» [Электронный ресурс] / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 238 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4289. (дата обращения 10.01.2017)

2. Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники: Учебник. - 3-е., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 384 с. - [электронный ресурс]. - адрес: http://e.lanbook.com/viem/book/709 (дата обращения 10.01.2017)

Дополнительная литература

1. Шарапов А.В. Микроэлектроника: Учебн. пособие / А.В. Шарапов. - Томск: Томск, гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. - 138 с. - [электронный ресурс]. - адрес: http://www.ie.tusur.ru (дата обращения 10.01.2017)

2. Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Учебное пособие / А.В. Шарапов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. - 162 с. **(90)**

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОБ ОБРАЗОВАНИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 29.12.2012 N 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/support/downloads/1102/?f=uploadfiles/zakony/273_02_2015.pdf (дата обращения 10.01.2017)
2. Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры. Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 (в ред. от 28.04.2016 №502) [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/prikaz_miobr/0001201507240021.pdf (дата обращения 10.01.2017)
3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата). Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218 [Электронный ресурс]. URL http://old.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/education/documents/federal/11.03.04.pdf (дата обращения 10.01.2017)

7.2. Дополнительная литература

1. Агафонников В.Ф. Физика полупроводниковых структур: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2007.- 198 с. **(42)**

Согласована на портале № 15652

2. Сахаров, Ю. В. Наноэлектроника: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. — Томск: ТУСУР, 2010. — 88 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537 (дата обращения 10.01.2017)
3. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 **(103)**
4. Технология тонкопленочных микросхем: учебное пособие / Т. И. Данилина; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 151 с. (**49**)
5. Технология кремниевой наноэлектроники [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 : рис., цв. ил., табл. - Библиогр.: с. 317-318. - ISBN 978-5-86889-713-9 (**30**)
6. Жигальский А. А. Технология материалов электронной техники: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 152 с. – [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Jigalsky/%D0%96%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%90_-_%D0%A2%D0%9C%D0%AD%D0%A2.zip (дата обращения 10.01.2017)
7. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / Л. Р. Битнер ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. – Томск : ТУСУР, 2007. - 150 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 149-150 (**50**).
8. Легостаев, Н. С. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» [Электронный ресурс] / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 238 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4289 (дата обращения 10.01.2017)

7.3 Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ: Учебно-методическое пособие по государственной итоговой аттестации для студентов направлений подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника/ И. А. Чистоедова, Т.И. Данилина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2017. - 23 с. [Электронный ресурс]. URL: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Drugie/GIA.pdf (дата обращения 10.01.2017)

7.3.2 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:

Согласована на портале № 15652

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система «Издательства «Лань». - Режим доступа: http://e.lanbook.com/
2. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. - Режим доступа: http://window.edu.ru/
3. «eLlBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. - Режим доступа: http://elibrary.ru
4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения подготовки к сдаче государственного экзамена необходимо помещение, в котором рабочие места оборудованы оснащенными лицензионным программным обеспечением компьютерами:

– подключенными к сети Интернет;

– обеспеченными доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

– обеспеченными доступом к базам данных (п.6.4).

Для проведения процедуры сдачи ГЭ необходимо помещение, вместимостью не менее 18 человек, в котором оборудованы рабочие места для всех членов ГЭК, с возможностью вести записи, протоколы, проверять письменные ответы, выслушивать устные ответы экзаменуемых.

8.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Форма проведения государственного экзамена для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (инвалидностью) устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере и т.п.).

Подготовка к государственному экзамену для студентов из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств общего и специального назначения. Перечень используемого материально-технического обеспечения:

- учебные аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в интернет, видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном;
- библиотека, имеющая рабочие места для студентов, оборудованные доступом к базам данных и интернетом;
- компьютерные классы;
- аудитория Центра сопровождения студентов с инвалидностью с компьютером, оснащенная специализированным программным обеспечением для студентов с нарушениями зрения, устройствами для ввода и вывода голосовой информации.

Для лиц с нарушениями зрения материалы предоставляются:

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

Согласована на портале № 15652

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для проведения процедуры сдачи ГЭ для лиц с нарушениями зрения государственный экзамен проводится в устной форме. На время сдачи государственного экзамена в аудитории должна быть обеспечена полная тишина. Гарантируется допуск в аудиторию, где проходит сдача ГЭ, собаки-проводника при наличии документа, подтверждающего ее специальное обучение, выданного по форме и в порядке, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 21 июля 2015г., регистрационный номер 38115).

Для лиц с нарушениями слуха сдача ГЭ проводится без предоставления устного ответа. Вопросы комиссии и ответы на них представляются в письменной форме. В случае необходимости, вуз обеспечивает предоставление услуг сурдопереводчика.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата сдача ГЭ проводится в аудитории, оборудованной в соответствии с требованиями доступности. Помещения, где могут находиться люди на креслах-колясках, должны размещаться на уровне доступного входа или предусматривать пандусы, подъемные платформы для людей с ограниченными возможностями или лифты. В аудитории должно быть предусмотрено место для размещения студента на коляске.

Дополнительные требования к материально-технической базе, необходимой для проведения процедуры сдачи ГЭ лицом с ограниченными возможностями здоровья, студент должен предоставить на кафедру не позднее, чем за два месяца до проведения процедуры сдачи ГЭ.

9. Фонд оценочных средств

ФОС для государственной итоговой аттестации используется для общей оценки достижения целей обучения.

Фонд оценочных средств (ФОС) для ГЭ представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (экзаменационные вопросы государственного экзамена) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС для ГЭ используется при проведении итоговой аттестации студентов.

Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 9.1.

Согласована на портале № 15652

Таблица 9.1 – 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 экзамену	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к экзамену, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные работы, вопросы к экзамену	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные работы, вопросы к экзамену, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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.

Согласована на портале № 15652

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:
- доцент каф. ФЭ Чистоедова И. А.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15652

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) для ГЭ представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (экзаменационные вопросы государственного экзамена) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС для ГЭ используется при проведении государственной итоговой аттестации студентов.

Перечень проверяемых при ГЭ компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень проверяемых при ГЭ компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПСК-3	готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	Должен знать методы научно-исследовательских работ в области производства и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. Должен уметь выбирать конкретный метод исследований. Должен владеть конкретными экспериментальными исследованиями и опытно-конструкторскими работами.
ПСК-2	готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	Должен знать современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники; Должен знать технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов. Должен уметь освоить и выполнять технологические операции на закрепленном за студентом месте; Должен уметь осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники. Должен владеть навыками разработки операционных карт изготовления изделий микро- и наноэлектроники.
ПСК-1	способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования	Должен уметь физико-математический аппарат и программное обеспечение для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники. Должен уметь пользоваться программным обеспечением для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники. Должен владеть методикой расчета и проектирования приборов и

Согласована на портале № 15652

		устройств микро-, нано- и твердотельной электроники.
ПК-9	готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, приемы обработки и представления экспериментальных данных. Должен уметь применять методы и средства измерения физических величин, учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности. Должен владеть приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных.
ПК-8	способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать физико-технологические основы процессов производства материалов и изделий электронной техники, особенности проведения отдельных технологических операций. Должен уметь рассчитать физико-технологические режимы для получения активных и пассивных элементов изделий микро- и наноэлектроники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами. Должен владеть навыками выбора и применения основных операций технологии создания изделий микро- и наноэлектроники с учетом их особенностей и конкретных целей; навыками работы на оборудовании, используемом в производстве изделий микро- и наноэлектроники.
ПК-3	готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Должен знать принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы. Должен уметь устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики. Должен владеть навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.
ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную	Должен знать физические принципы основных экспериментальных методов

Согласована на портале № 15652

	методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Должен выбирать методы методику исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств. Должен владеть методами измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники.
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	Должен знать основные принципы физического и математического моделирования приборов и устройств электроники. Должен знать стандартные программные средства компьютерного моделирования. Должен выбирать средство для построения модели, в том числе стандартные программы компьютерного моделирования. Должен владеть навыками построения модели для решения конкретной задачи.

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

Согласована на портале № 15652

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

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	Методы научно-исследовательских работ в области производства и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники	Выбирать конкретный метод исследований	Осуществлять конкретные экспериментальные исследования и опытно-конструкторские работы
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

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)	*Методы научно-исследовательских работ в области производства и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники*	*Выбирать методы исследований с учетом современных достижений в области наноэлектроники и микросистемной технике*	*Самостоятельно осуществлять конкретные экспериментальные исследования и опытно-конструкторские работы*
Хорошо (базовый уровень)	*Базовые методы научно-исследовательских работ в области производства и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники*	*Выбирать конкретный метод исследований*	*Осуществлять экспериментальные исследования и опытно-конструкторские работы для конкретной области исследований*
Удовлетворительн	*Базовые методы научно-*	*Выбирать конкретный*	*Осуществлять*

Согласована на портале № 15652

о (пороговый уровень)	*исследовательских работ в области производства и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники*	*метод исследований для узкого круга задач*	*экспериментальные исследования при прямом наблюдении оператора*

2.2 Компетенция ПСК-2

ПСК-2: готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.

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	Знать современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники; Знать технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов.	Уметь освоить и выполнять технологические операции на закрепленном за студентом месте; Уметь осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники.	Владеть навыками разработки операционных карт изготовления изделий микро- и наноэлектроники.
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

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)	• *знает современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *знает технологическое*	• *знает современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *знает технологическое*	• *знает современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *знает технологическое*

Согласована на портале № 15652

	оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов	*оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов*	*оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов*
Хорошо (базовый уровень)	• *знает базовые технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *знает основное технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов*	• *знает базовые технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *знает основное технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов*	• *знает базовые технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *знает основное технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *имеет представление о базовых технологических процессах изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *имеет представление об основном технологическом оборудовании, аппаратуре, контрольно-измерительных приборах и инструментах*	• *имеет представление о базовых технологических процессах изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *имеет представление об основном технологическом оборудовании, аппаратуре, контрольно-измерительных приборах и инструментах*	• *имеет представление о базовых технологических процессах изготовления изделий микро- и наноэлектроники;* • *имеет представление об основном технологическом оборудовании, аппаратуре, контрольно-измерительных приборах и инструментах*

Согласована на портале № 15652

2.3 Компетенция ПСК-1

ПСК-1: способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования.

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	физико-математический аппарат и программное обеспечение для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники	пользоваться программным обеспечением для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники	методикой расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

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)	*вывод основных расчетных формул, используемых для расчета приборов и устройств микро-. нано- и твердотельной электроники.. Знает перечень современного программного обеспечения для расчета и проектирования приборов и устройств микро-. нано- и твердотельной электроники*	*проводить вывод основных формул применяемых для расчета приборов и устройств микро-. нано- и твердотельной электроники. Умеет в совершенстве пользоваться программным обеспечением применяемым для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники;*	*физико-математическим аппаратом для решения задач возникающих в ходе профессиональной деятельности. Владеет в совершенстве программным обеспечением применяемым для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники;*
Хорошо (базовый уровень)	*основные расчетные формулы, используемые для расчета приборов и устройств микро-. нано-*	*решать типовые задачи по расчету приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной*	*методикой расчета типовых задач возникающих в ходе профессиональной*

Согласована на портале № 15652

	и твердотельной электроники. Знает перечень основного программного обеспечения для расчета и проектирования приборов и устройств микро-. нано- и твердотельной электроники	*электроники. Умеет в совершенстве пользоваться программным обеспечением применяемым для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники;*	*деятельности. Владеет типовым программным обеспечением применяемым для расчета и проектирования приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	*основные параметры приборов и устройств микро-. нано- и твердотельной электроники, а также перечень справочной и методической литературы с примерами расчета приборов и устройств наноэлектроники*	*решать простые задачи, используя справочную и методическую литературу с примерами расчета приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники.*	*методикой расчета параметров гетероструктур, а также методикой поиска справочной и методической литературы с примерами расчета приборов и устройств микро-, нано- и твердотельной электроники;*

2.4 Компетенция ПК-9

ПК-9: готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники.

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

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, приемы обработки и представления экспериментальных данных.	уметь применять методы и средства измерения физических величин, учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности.	владеть приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

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

Согласована на портале № 15652

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• *знает основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин,* • *знает приемы обработки и представления экспериментальных данных.*	• *умеет применять методы и средства измерения физических величин* • *умеет, учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности;* • *умеет вычислять доверительные вероятности погрешностей измерений.*	• *владеет практическими навыками определения погрешностей приборов;* • *выбором методики измерений;* • *владеет приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных*
Хорошо (базовый уровень)	• *знает основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин,* • *знает приемы обработки и представления экспериментальных данных.*	• *умеет применять методы и средства измерения физических величин;* • *умеет вычислять доверительные вероятности погрешностей измерений*	• *владеет практическими навыками определения погрешностей приборов;* • *выбором методики измерений;* • *владеет приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *знает основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин,* • *знает приемы обработки и представления экспериментальных данных.*	• *умеет применять методы и средства измерения физических величин*	*владеет приемами обработки и оценки погрешности результатов измерений, правилами представления экспериментальных данных*

Согласована на портале № 15652

2.5 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Физико-технологические основы процессов производства материалов и изделий электронной техники, особенности проведения отдельных технологических операций.	Рассчитать физико-технологические режимы для получения активных и пассивных элементов изделий микро- и наноэлектроники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами.	Навыками выбора и применения основных операций технологии создания изделий микро- и наноэлектроники с учетом их особенностей и конкретных целей; навыками работы на оборудовании, используемом в производстве изделий микро- и наноэлектроники.
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• *физико-технологические основы процессов производства материалов и изделий электронной компонентной базы,* • *современные технологии создания изделий микро- и наноэлектроники;* • *особенности проведения отдельных технологических операций*	• *оценить влияние технологических режимов на выходные параметры электронного изделия;* • *рассчитать физико-технологические режимы для получения активных и пассивных элементов электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами*	• *способен самостоятельно выбирать и применять технологические операции для создания изделий микро- и наноэлектроники с учетом их особенностей и конкретных целей;* • *владеть навыками работы на оборудовании, используемом в производстве изделий микро- и наноэлектроники*

Согласована на портале № 15652

Хорошо (базовый уровень)	• *физико-технологические основы процессов производства материалов и изделий электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники,* • *базовые технологии создания изделий микро- и наноэлектроники;* • *особенности проведения отдельных технологических операций*	• *рассчитать физико-технологические режимы для получения активных и пассивных элементов электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами*	• *навыками выбора и применения основных операций технологии создания изделий микро- и наноэлектроники с учетом их особенностей и конкретных целей;* • *навыками работы на оборудовании, используемом в производстве элементов микро- и наноэлектроники*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *имеет представление о физико-технологических основах процессов производства материалов и изделий микро- и наноэлектроники,* • *ознакомлен с основными технологическими процессами создания изделий микро- и наноэлектроники*	• *применяет методы расчета физико-технологические режимов*	• *способен выбрать технологические операции для создания элементов электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники;* *владеет навыками работы на оборудовании, используемом в производстве изделий микро- и наноэлектроники*

2.6 Компетенция ПК-3

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знать принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы.	Уметь устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики.	Владеть навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Согласована на портале № 15652

Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• *знает принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы*	• *умеет устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики*	• *свободно владеет навыками анализа и систематизации результатов исследований,* • *свободно владеет разными способами представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций*
Хорошо (базовый уровень)	• *знает принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы*	• *умеет устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики*	• *владеет навыками анализа и систематизации результатов исследований, а также разными способами представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *ознакомлен с принципами организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы*	• *умеет работать со справочной литературой для установления связи между теоретическими знаниями и результатами практической работы*	• *способен представлять материалы и результаты исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций*

Согласована на портале № 15652

2.7 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 15.

Таблица 15 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знать физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.	Выбирать методы методику исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств	Владеть методами измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники.
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• *знает физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения,* • *понимает условия и границы применения этих методов;*	• *демонстрирует базовые инженерные знания и понимание научных принципов, лежащих в основе методов экспериментального исследования;* • *обладает диапазоном практических умений, требуемых для сравнения и выбора методов экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем,*	• *свободно владеет методами эффективного измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники*

Согласована на портале № 15652

		устройств электроники и наноэлектроники • *умеет объяснить и интерпретировать полученные экспериментальные результаты*	
Хорошо (базовый уровень)	• *знает физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения,* • *понимает условия и границы применения этих методов;*	• *умеет выбирать методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники*	• *владеет методами измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• *имеет представление об физических принципах основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения*	• *умеет решать простые задачи по выбору методов экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники*	• *способен проводить измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники при прямом наблюдении*

Согласована на портале № 15652

2.8 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 17.

Таблица 17 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные принципы физического и математического моделирования приборов и устройств электроники стандартные программные средства компьютерного моделирования	выбирать средство для построения модели, в том числе стандартные программы компьютерного моделирования	навыками построения модели для решения конкретной задачи
Виды занятий	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)	Подготовка к государственному экзамену (ГЭ)
Используемые средства оценивания	сдача ГЭ	сдача ГЭ	сдача ГЭ

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	*знает методику и технику моделирования простых приборов и устройств электроники; знает возможности стандартных программных средств для построения физических и математических моделей;*	*умеет аргументировано выбирать средство для построения модели в нестандартной ситуации*	*способен проанализировать и оценить результаты работы; владеет навыками построения физических и математических моделей приборов и устройств электроники*
Хорошо (базовый уровень)	*знает возможности стандартных программных средств для построения моделей*	*умеет моделировать приборы и устройства с помощью стандартных программных средств*	*способен корректировать работу с программными средствами по построению моделей в соответствии с обстоятельствами*
Удовлетворительно (пороговый	*знает некоторые программные средства*	*умеет создавать простейшие модели в*	*способен выполнять стандартные действия*

Согласована на портале № 15652

уровень)	*для компьютерного моделирования*	*стандартной программной сред*	*в заданной программной среде*

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы:

3.1. Экзаменационные вопросы

Государственный экзамен в рамках ГИА проводится по следующим дисциплинам:

1. «Физика конденсированного состояния»,
2. «Твердотельная электроника»,
3. «Наноэлектроника»,
4. «Материалы электронной техники»,
5. «Основы технологии электронной компонентной базы»,
6. «Процессы микро- и нанотехнологии»,
7. «Технология кремниевой наноэлектроники»,
8. «Технология материалов микро- и наноэлектроники»,
9. «Вакуумная и плазменная электроника»,
10. «Микросхемотехника».

Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса. Первый вопрос - теоретический вопрос по дисциплине «Физика конденсированного состояния». Второй вопрос - теоретический вопрос по технологическим дисциплинам «Основы технологии электронной компонентной базы», «Процессы микро- и нанотехнологии», «Технология кремниевой наноэлектроники». Третий вопрос билета случайным образом формируется из оставшихся дисциплин.

Перечень вопросов к Государственному экзамену:

Дисциплина «Физика конденсированного состояния»

1. Тепловые колебания кристаллической решетки. Фононы. Инфракрасная колебательная спектроскопия.
2. Ангармонические эффекты в кристаллах. Тепловое расширение.
3. Поверхностные состояния. Эффект поля.
4. Квазичастицы. Электроны и дырки. Эффективная масса. Циклотронный резонанс.
5. Функция распределения Ферми-Дирака. Плотность состояний и концентрация электронов в зоне проводимости. Методы измерения концентрации носителей заряда.
6. Неравновесные носители заряда. Рекомбинация. Методы измерения параметров неравновесных носителей.
7. Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность. Термо-ЭДС.
8. Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла как метод определения концентрации и подвижности носителей заряда.
9. Электропроводность собственных и примесных полупроводников. Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов.
10. Оптические свойства полупроводников. Оптические методы анализа.

Дисциплина «Твердотельная электроника»

1. Механизм образования p-n перехода. Односторонняя проводимость p-n перехода по энергетическим диаграммам.
2. Односторонняя проводимость контакта металл-полупроводник по энергетическим диаграммам. Диод Шоттки.
3. Принцип действия биполярного транзистора (БТ). Потоки носителей заряда в транзисторе.

Согласована на портале № 15652

Внутренние и внешние физические параметры биполярного транзистора.
4. Эффект модуляции толщины базы транзистора коллекторным напряжением (эффект Эрли) и его следствия.
5. Частотные свойства биполярного транзистора.
6. Виды тиристоров. Принцип действия диодного тиристора.
7. Классификация полевых транзисторов (ПТ). Принцип действия полевого транзистора с индуцированным и встроенным каналами. Основные характеристики полевых транзисторов.
8. Классификация ИС по различным признакам.
9. Особенности биполярного транзистора интегральных схем.

Дисциплина «Наноэлектроника»

1. Транзисторы с высокой подвижностью p-HEMT и т-HEMT. Устройство, принцип работы.
2. Квантовые каскадные лазеры. Устройство, принцип работы.
3. Резонансно - туннельный диод. Устройство, принцип работы.
4. Сверхрешетки. Энергетические диаграммы сверхрешеток. Свойства электронов в сверхрешетках.
5. Эффект Джозефсона. Практическое применение эффекта Джозефсона.
6. Гетероструктуры. Требования, предъявляемые к гетероструктурам. Энергетические диаграммы двойной гетероструктуры.
7. Кулоновская блокада. Кулоновская блокада с одним туннельным переходом.
8. Квантовое ограничение. Классификация наноразмерных объектов.
9. Целочисленный и дробный эффект Холла. Практическое применение целочисленного эффекта Холла.

Дисциплина «Материалы электронной техники»

1. Влияние температуры и примеси на электрические свойства металлов и сплавов.
2. Свойства ферро и ферримагнетиков. Магнитные потери и способы их снижения.
3. Электропроводность диэлектриков. Зависимость от температуры. Сквозной, абсорбционный, объемный и поверхностный токи.
4. Механизмы поляризации диэлектриков. Сравнение свойств полярных и неполярных диэлектриков.
5. Потери в диэлектриках. Виды диэлектрических потерь.

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы»

1. Сопоставить разрешающую способность фотолитографических процессов в зависимости от способов экспонирования.
2. Технология формирования рисунка интегральных схем.
3. Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме. Анализ факторов, влияющих на время осаждения пленок.
4. Ионно-плазменное распыление как метод получения тонкопленочных покрытий.
5. Параметры тонкопленочных резисторов и выбор материалов для их изготовления.
6. Технология сборочных процессов. Методы герметизации корпусов приборов.

Дисциплина «Процессы микро- и нанотехнологии»

1. Представить структуры элементов и распределение концентрации примеси в биполярных ИМС.
2. Технология получения диффузионных областей методами двухстадийной и одностадийной диффузии. Профили распределения примеси.
3. Эпитаксиальные пленки. Условия их роста. Методы получения эпитаксиальных структур.
4. Диэлектрические пленки в технологии ИМС. Назначение и методы получения.
5. Технология получения эпитаксиальных пленок сложного состава.

Согласована на портале № 15652

Дисциплина «Технология кремниевой наноэлектроники»

1. Ионное легирование как способ получения p-n переходов. С помощью каких параметров можно управлять глубиной залегания p-n переходов?
2. Тенденции развития субмикронной фотолитографии.
3. Разрешающая способность электронно-лучевой литографии.
4. Способы получения мелкозалегающих p-n переходов с помощью ионной имплантации.
5. Влияние различных методов отжига радиационных дефектов на распределение примеси при ионной имплантации.
6. Ионное и плазмохимическое травление микро- и наноструктур.
7. Анализ факторов, влияющих на время экспонирования в электронно-лучевой литографии.
8. Технология формирования структур «кремний на изоляторе» с помощью ионной имплантации.
9. Синтез материалов с помощью ионной имплантации.
10. Сканирующая электронно-лучевая литография. Достоинства и недостатки.

Дисциплина «Технология материалов микро- и наноэлектроники»

1. Динамический, диффузионный и тепловой пограничные слои в газодинамике. Их происхождение и влияние на технологические процессы.
2. Очистка веществ процессами жидкостной экстракции. Фазовая диаграмма трехкомпонентной жидкой смеси.
3. Принцип очистки твердых тел кристаллизацией. Фазовая диаграмма. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения примеси.
4. Принцип разделения смесей перегонкой через газовую фазу. Основные закономерности процесса. Закон Рауля.
5. Выращивание кристаллов методом вытягивания из расплавов. Получение профильных монокристаллов.
6. Факторы, влияющие на неоднородность распределения примеси в растущих кристаллах. Методы получения однородно легированных кристаллов.

Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника»

1. Виды эмиссий.
2. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитных полях.
3. Электронный прожектор электронно-лучевых приборов.
4. Фотоэлектронные умножители.
5. Электронно-оптические преобразователи.

Дисциплина «Микросхемотехника»

1. Основные виды комбинационных цифровых интегральных микросхем. Функциональная схема и принцип действия мультиплексора.
2. Классификация счетчиков. Представить счетчик с Ксч = 19.
3. Динамические параметры цифровых интегральных микросхем.
4. Основные параметры микросхем операционных усилителей.
5. Электрическая схема, принцип действия базового логического элемента КИОП.
6. Основные функциональные узлы аналоговых интегральных микросхем.

Согласована на портале № 15652

ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Кафедра Физической электроники
Направление 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»
Государственный экзамен
Билет № 00

1. *Тепловые колебания кристаллической решетки. Фононы. Инфракрасная колебательная спектроскопия.*
2. *Механизм образования* **p-n** *перехода. Односторонняя проводимость* **p-n** *перехода по энергетическим диаграммам.*
3. *Электропроводность диэлектриков. Зависимость от температуры. Сквозной, абсорбционный, объемный и поверхностный токи.*

Зав. кафедрой ФЭ *П.Е. Троян*

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Кафедра Физической электроники
Направление 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»
Государственный экзамен
Билет № 01

1. *Ангармонические эффекты в кристаллах. Тепловое расширение.*
2. *Технология получения диффузионных областей методами двухстадийной и одностадийной диффузии. Профили распределения примеси.*
3. *Квантовые каскадные лазеры. Устройство, принцип работы.*

Зав. кафедрой ФЭ *П.Е. Троян*

4 Методические материалы

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

4.1. Основная литература

1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОБ ОБРАЗОВАНИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 29.12.2012 N 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/support/downloads/1102/?f=uploadfiles/zakony/273_02_2015.pdf (дата обращения 10.01.2017)
2. Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры. Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 (в ред. от 28.04.2016 №502) [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/prikaz_miobr/0001201507240021.pdf (дата обращения 10.01.2017)

Согласована на портале № 15652

3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата). Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218 [Электронный ресурс]. URL http://old.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/education/documents/federal/11.03.04.pdf (дата обращения 10.01.2017)

4.2. Дополнительная литература

1. Агафонников В.Ф. Физика полупроводниковых структур: учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2007.- 198 с. **(42)**
2. Сахаров, Ю. В. Наноэлектроника: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. — Томск: ТУСУР, 2010. — 88 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537 (дата обращения 10.01.2017)
3. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 **(103)**
4. Технология тонкопленочных микросхем: учебное пособие / Т. И. Данилина; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 151 с. (**49**)
5. Технология кремниевой наноэлектроники [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 : рис., цв. ил., табл. - Библиогр.: с. 317-318. - ISBN 978-5-86889-713-9 (**30**)
6. Жигальский А. А. Технология материалов электронной техники: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 152 с. – [электронный ресурс]. – http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Jigalsky/%D0%96%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%90_-_%D0%A2%D0%9C%D0%AD%D0%A2.zip (дата обращения 10.01.2017)
7. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / Л. Р. Битнер ;Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. – Томск : ТУСУР, 2007. - 150 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 149-150 (**50**).
8. Легостаев, Н. С. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» [Электронный ресурс] / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. — Томск: ТУСУР, 2014. — 238 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4289 (дата обращения 10.01.2017)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1 ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ: Учебно-методическое пособие по государственной итоговой аттестации для студентов направлений подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника/ И. А. Чистоедова, Т.И. Данилина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. - Томск: ТУСУР, 2017. - 23 с. [Электронный ресурс]. URL: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Drugie/GIA.pdf (дата обращения 10.01.2017)

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система «Издательства

«Лань». - Режим доступа: http://e.lanbook.com/

2. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. - Режим доступа: http://window.edu.ru/
3. «eLlBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. - Режим доступа: http://elibrary.ru
4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/

Согласована на портале № 15652