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

Современные проблемы электроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.05 Инноватика**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление инновациями в электронной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
4	Самостоятельная работа	72	72	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 23757

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 7 от «23» 3 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.05 Инноватика, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ П. Н. Дробот

Заведующий обеспечивающей каф.
УИ _____ Г. Н. Нариманова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФИТ _____ Г. Н. Нариманова

Заведующий выпускающей каф.
УИ _____ Г. Н. Нариманова

Эксперты:

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ М. Е. Антипин

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ И. М. Насртдинов

Согласована на портале № 23757

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и наноэлектроники с целью выработки навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых

методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и наноэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

– Получение знаний по основным направлениям развития электроники и наноэлектроники, умений применять данные знания для создания инновационных проектов и программ разработки новых электронных устройств нового поколения.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Современные проблемы электроники» (Б1.В.ОД.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Автоматизация бизнес-процессов и производств, Алгоритмы решения нестандартных задач, Введение в профессию, Маркетинг в инновационной сфере, Проектирование цифровых систем управления, Промышленные технологии и инновации, Электротехника и электроника.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Инновационное развитие промышленных предприятий, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 способностью использовать когнитивный подход и воспринимать (обобщать) научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** современное состояние электроники и перспективных направлений, путей дальнейшего развития электроники и электронной техники и возникающие в настоящий момент технологические трудности; способы преодоления технологических проблем и ограничений, сдерживающих развитие кремниевой микроэлектроники; развитие понимания взаимосвязи требований к технологическому процессу и параметров используемых материалов и оборудования.

– **уметь** формулировать задачи и делать обоснованный выбор методов исследования на этапе экспериментальной разработки полупроводниковой среды с необходимыми свойствами; выдвигать и проверять гипотезы; грамотно ставить и проводить эксперимент; использовать закономерности теории для объяснения новых физических процессов в полупроводниках; предвидеть возможные пути дальнейшего развития перспективных научно – технических направлений развития полупроводниковой электроники и электронной техники; оценивать состояние и видеть перспективу в развитии различных направлений электроники; видеть диалектическую преемственность микро- и наноэлектроники; самостоятельно приобретать новые знания; защищать публично свою точку зрения; подготавливать материалы к докладам и публикациям.

– **владеть** критической оценкой новых результатов научных и технических исследований и достижений, их подлинную новизну и актуальность, влияние различных факторов на точность и адекватность представленных новых данных, полученных в теории и в эксперименте; владение современной научной терминологией; владение современными технологическими подходами к изготовлению дискретных полупроводниковых приборов и микросхем.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 23757

		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Проработка лекционного материала	22	22
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	50	50
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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
7 семестр					
1 Введение	4	6	14	24	ПК-9
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники. Технологии получения поликристаллического кремния. Новейшие материалы молибденит и графен.	8	8	14	30	ПК-9
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике. Электроника наноразмерных структур.	6	8	14	28	ПК-9
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения. Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. Спиральная неустойчивость тока в полупроводниках и приборы на ее основе.	8	6	14	28	ПК-9
5 Приборы современной электроники. Транзисторы для СВЧ. Транзисторы на основе GaN-SiC. Графеновая электроника – электроника будущего. Транзисторы на основе графена.	10	8	16	34	ПК-9
Итого за семестр	36	36	72	144	

Согласована на портале № 23757

Итого	36	36	72	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение	Наука и производство в области электронной техники – обширный раздел знаний. Ключевые направления развития электроники и электронной техники. Производство новых высокочистых полупроводниковых материалов и развитие новых производств кремния. Интегральная электроника. Функциональная электроника. Электроника будущего на основе новых материалов: молибденит и графен.	4	ПК-9
	Итого	4	
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники. Технологии получения поликристаллическог о кремния. Новейшие материалы молибденит и графен.	Кремний – основной материал современной электроники. Традиционная технология получения поликристаллического кремния. Производство поликристаллического кремния в Российской Федерации. Производство поликристаллического кремния по технологии восстановления в плазме СВЧ разряда. Получение монокристаллического кремния. Молибденит. Алмаз как материал для СВЧ-приборов. Антимонид и арсенид индия. Углеродные нанотрубки. Графен. В направлении к графеновой электронике.	8	ПК-9
	Итого	8	
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике. Электроника наноразмерных структур.	Гордон Мур: от компании Шокли до компании Intel. Проблемы на пути перехода от микро– к наноэлектронике. Новые подходы к созданию электроники наноразмерных элементов и наноструктур.	6	ПК-9
	Итого	6	
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения.	Функциональная электроника – электроника четвертого поколения – альтернатива интегральной микро– и наноэлектронике. Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. Единая модель прибора функциональной электроники. Винтовая неустойчивость тока в полупроводниках.	8	ПК-9

Согласована на портале № 23757

Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. Спиральная неустойчивость тока в полупроводниках и приборы на ее основе.	Магниточувствительный элемент с частотным выходом. Термочувствительный элемент с частотным выходом. Пороговый термочувствительный элемент. Генератор высокочастотных колебаний.		
	Итого	8	
5 Приборы современной электроники. Транзисторы для СВЧ. Транзисторы на основе GaN-SiC. Графеновая электроника – электроника будущего. Транзисторы на основе графена.	Транзисторы с высокой подвижностью (HEMT). Транзисторы на основе SiGe – технологии. Транзисторы на основе технологии нитрида галлия (GaN) на подложке из карбида кремния (SiC). Графеновая электроника – электроника будущего. Первые транзисторы на графене. Создание графеновой транзисторной технологии GNRFET. Высокоскоростные графеновые транзисторы.	10	ПК-9
	Итого	10	
Итого за семестр		36	

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
Предшествующие дисциплины					
1 Автоматизация бизнес-процессов и производств	+		+		+
2 Алгоритмы решения нестандартных задач	+	+	+	+	+
3 Введение в профессию	+	+	+	+	+
4 Маркетинг в инновационной сфере	+	+	+	+	+
5 Проектирование цифровых систем управления	+	+	+	+	+
6 Промышленные технологии и инновации	+	+	+	+	+
7 Электротехника и электроника	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 23757

защиты и процедуру защиты					
2 Инновационное развитие промышленных предприятий	+	+	+	+	+
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.	
ПК-9	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест

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, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение	Этапы развития электроники.Характеристика основных направлений электроники. Вклад российских ученых в развитие электроники в 20 веке и (А.Ф.Иоффе, О.В.Лосев, Ю.П.Маслаковец, В.Е.Лашкарев, Л.С.Стильбанс, Б.И.Болтакс, К.Ф.Шалимова, А.И.Ансельм, В.Л. Бонч-Бруевич и др.) и на современном этапе (Ю.К.Пожела, В.В.Владимиров, Ж.И. Алферов, А.К. Гейм, К.С.Новоселов и др.). Технологические и физические пределы в полупроводниковых приборах.	6	ПК-9
	Итого	6	
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники. Технологии получения поликристаллического кремния. Новейшие материалы	История метода Чохральского, 1916 г. Метод Бриджмена -Стокбаргера. Метод Кирополуса. Метод направленной кристаллизации. Очистка кристаллов от примесей, зонная плавка.Метод Вернейля. Рост из раствора. Кристаллизация из газовой фазы.	8	ПК-9
	Итого	8	

Согласована на портале № 23757

молибденит и графен.			
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике. Электроника наноразмерных структур.	Анализ статьи Мура (Moore E. Cramming More Components onto Integrated Circuits // Electronics.–1965.– p. 114–117.) и полученной в ней закономерности, названной позже "закон Мура". Наноразмерные объекты в традиционной полупроводниковой электронике, критерии микро- и нано в электронике. Внедрение в микроэлектронику новых эпитаксиальных и ионно-лучевых (плазменных) технологий. Технологические проблемы на пути перехода от микро– к наноэлектронике. Физические проблемы и новые подходы к созданию электроники наноразмерных элементов и наноструктур.	8	ПК-9
	Итого	8	
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения. Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. Спиральная неустойчивость тока в полупроводниках и приборы на ее основе.	Неустойчивости тока в полупроводниках и их применение в полупроводниковых приборах. Рекомбинационная неустойчивость. Доменная неустойчивость (диод Ганна). Домены сильного электрического поля, зарядовые пакеты, акустические волны и т.п. Спиральная неустойчивость в германии, кремнии, антимониде индия (осциллистор). Динамические неоднородности в магнитоэлектронике. Динамические неоднородности оптической природы в оптоэлектронике.	6	ПК-9
	Итого	6	
5 Приборы современной электроники. Транзисторы для СВЧ. Транзисторы на основе GaN-SiC. Графеновая электроника – электроника будущего. Транзисторы на основе графена.	Физический предел кремниевых микропроцессоров. Предел быстродействия на тактовой частоте около 4 ГГц. Технологии изготовления графена в лабораторных условиях и в промышленном масштабе. Графеновые чипы с плотностью более 10 миллиардов полевых транзисторов на квадратный сантиметр, датчики размером несколько нанометров. Аккумуляторные батареи сверхбольшой емкости. Создание квантовых компьютеров, систем считывания сигналов на клеточном уровне, наноробототов для лечения организма, фильтры для воды, задерживающие любые приме-	8	ПК-9

Согласована на портале № 23757

	си.,		
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Введение	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники. Технологии получения поликристалличес кого кремния. Новейшие материалы молибденит и графен.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники . Проблемы на пути перехода к наноэлектронике. Электроника наноразмерных структур.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-9	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-9	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	14		

Согласована на портале № 23757

Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. Спиральная неустойчивость тока в полупроводниках и приборы на ее основе.				
5 Приборы современной электроники. Транзисторы для СВЧ. Транзисторы на основе GaN-SiC. Графеновая электроника – электроника будущего. Транзисторы на основе графена.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-9	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	16		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Конспект самоподготовки	8	6	8	22
Контрольная работа	10	4	10	24
Опрос на занятиях	10	4	10	24
Итого максимум за период	28	14	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	28	42	70	100

Согласована на портале № 23757

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. П. Н. Дробот. Промышленные технологии и инновации: учебное пособие / П. Н. Дробот ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Институт инноватики. - Томск: ТУСУР, 2012. - 145 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)

2. С. Е. Александров. Технология полупроводниковых материалов: учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2012. - 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)

3. Наноэлектроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дробот П. Н. - 2016. 286 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6436 (дата обращения: 17.11.2018).

4. Современные проблемы науки и производства в области электронной техники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дробот П. Н. - 2011. 70 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/708 (дата обращения: 17.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Щука А.А. Электроника : Учебное пособие для вузов / А. А. Щука ; ред. : А. С. Сигов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 799 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

2. Драгунов В.П. Основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - М. : Физматкнига ; М. : Логос ; М. : Университетская книга, 2006. - 494, [2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Современные проблемы электроники [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / П. Н. Дробот - 2018. 8 с. — Режим доступа:

Согласована на портале № 23757

https://edu.tusur.ru/publications/8805 (дата обращения: 17.11.2018).

2. Современные проблемы электроники [Электронный ресурс]: Методические указания по проведению практических занятий / П. Н. Дробот - 2018. 10 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8803 (дата обращения: 17.11.2018).

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. http://www.electronics.ru/ Электроника : Наука, Технология, Бизнес
2. http://www.compel.ru/lib/ne Журнал «Новости Электроники»
3. http://www.kit-e.ru/index.php Журнал «Компоненты и технологии»
4. http://www.rlocman.ru - Все о электронике.
5. http://www.dinistor.net.ru/gde-skachat-literaturu/skachat-radiotekhnicheskuyu-literaturu/ - Радиотехнический сайт.
6. http://www.radioingener.ru/category/knigi-po-radioelektronike/ - САЙТ О РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ.
7. http://www.radiokot.ru/ - сайт по электронике. Практические конструкции, обучающие материалы и многое другое.

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

Лаборатория управления проектами

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 414 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер WS2 (6 шт.);

Согласована на портале № 23757

- Компьютер WS3 (2 шт);
- Компьютер Celeron (3 шт.);
- Компьютер Intel Core 2 DUO;
- Проектор Nec;
- Экран проекторный Projecta;
- Стенд передвижной с доской магнитной;
- Акустическая система + (2колонки) KEF-Q35;
- Кондиционер настенного типа Panasonic CS/CU-A12C;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro
– OpenOffice

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

Согласована на портале № 23757

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. Двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом [1)германий; 2) Молибденит; 3) Кремний; 4) Графен]

2. Метод выращивания монокристалла путём вытягивания его вверх от свободной поверхности большого объёма расплава, приводя затравочный кристалл в контакт со свободной поверхностью расплава. [1)Метод зонной плавки; 2) Метод Вернейля; 3) Метод направленной кристаллизации; 4) Метод Чохральского.]

3. Способ выращивания монокристаллов с температурой плавления в пределах 1173-2773 К, использующийся для создания искусственных драгоценных камней, преимущественно синтетических рубинов и сапфиров [1) Метод Бриджмена-Стокбаргера; 2) Метод Вернейля; 3) Метод Киропулоса; 4) Метод зонной плавки]

4. Эмпирическое наблюдение, согласно которому количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца [1) Уравнение Шредингера; 2) Модель Кронига – Пенни; 3) Закон Мура; 4) Эффект Холла]

5. Основные устройства физической диэлектрической электроники [1)Запоминающие устройства; 2) Устройства сверки; 3) Фурье-процессоры и усилители; 4) Генераторы]

6. Какое направление не относится к функциональной электронике. [1) Функциональная акустоэлектроника; 2) Функциональная интегральная электроника; 3) Функциональная магнитоэлектроника; 4) Функциональная криоэлектроника]

7. За что получили Нобелевскую премию Андрей Гейм и Константин Новосѐлов [1) За изобретение эффективных синих светодиодов, приведших к появлению ярких и энергосберегающих источников белого света; 2) За создание уникального углеродного материала — графена; 3) За изобретение полупроводниковой схемы для регистрации изображений — ПЗС-сенсора; 4) За открытие сверхпроводимости]

8. high–k технология - технология производства МОП полупроводниковых приборов с подзатворным диэлектриком, выполненным из материала с диэлектрической проницаемостью большей, чем у…. [1) Диоксида титана; 2) Диоксида кремния; 3) Оксида германия; 4) Оксида олова]

9. Какое устройство не относится к функциональной электронике? [1)Устройства на основе прибора с зарядовой связью; 2) Устройства на основе поверхностных ядерных волн; 3) Устройства на основе цилиндрического магнитного эффекта; 4) Устройства на основе эффекта Ганна]

10. На сколько процентов увеличивает свой объем кремний при переходе из расплавленного состояния в кристаллическое [1) 5 %; 2) 10 %; 3) 20 %; 4) 50%]

11. Какой кремний состоит из большого количества зерен, расположенных хаотически относительно друг друга [1) Поликристаллический; 2) Монокристаллический; 3) Мультикристаллический; 4) Гиперкристаллический]

12. Что не имеет внутри себя динамическая неоднородность [1) элементов домена; 2) заряженных частиц; 3) волн зарядовой плотности; 4) Статических неоднородностей]

13. При какой тактовой частоте в пъезокерамических матрицах считывание информации происходит без её разрушения [1)1,5 МГц; 2) 1 МГЦ; 3) 2 МГц; 4) 2.5 МГц]

14. Какие нагрузки могут выдержать пъезокерамические матрицы [1) 10 g; 2) 20 g; 3) 15 g; 4) 5g]

15. Положительные свойства графена и его применение основаны на отсутствие у него [1) Запрещенной зоны; 2) Валентной зоны; 3) Зоны проводимости; 4) Зоны светимости]

16. Кто получил Нобелевскую премию по физике за изобретение транзистора [1)Гордон Мур; 2) Роберт Нойс; 3) Уильям Шокли; 4) Александр Белл]

17. Рост плотности компонентов на одном кристалле определяют по всемирно известному закону [1)Мура; 2) Нойса; 3) Шокли; 4) Саа]

18. Современная технология изготовления кристаллов интегральных схем остановилась на

Согласована на портале № 23757

размере [1) 10 нм; 2) 14 нм; 3) 32 нм; 4) 64 нм]

19. Благодаря чему рабочая температура кремниевых диодов выше, чем у германиевых [1) Отсутствие ковалентных полярных связей; 2) Отсутствием запрещенной зоны; 3) Более широкой запрещенной зоне; 4) Непрямозонным переходам]

20. Какой материал может придти на смену кремнию в микро и наноэлектронике [1) Цинкит; 2) Молибденит; 3) Галенит; 4) Вюрцит]

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Почему кремний стал основным материалом современной микроэлектроники
2. Опишите технологию получения монокристаллического кремния
3. Опишите состояние и перспективы развития производства поликристаллического кремния в Российской Федерации
4. Опишите производство поликристаллического кремния по технологии восстановления в плазме СВЧ разряда
5. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Чохральского
6. Опишите метод очистки монокристаллов кремния методом бестигельной зонной плавки.
7. Расскажите о состоянии и перспективах производства кремния в России.
8. Расскажите о молибдените, его свойствах и перспективных полупроводниковых приборах на его основе
9. Что такое графен, опишите структуру материала и его уникальные свойства.
10. Опишите известные Вам способы получения графена.
11. За что получили Нобелевскую премию Андрей Гейм и Константин Новосёлов.
12. Опишите свойства монослойного и двухслойного графена.
13. Опишите методы получения пластин графена больших размеров, пригодных для массового производства графеновых интегральных схем.
14. Кто такой Гордон Мур и какой закон носит его имя и о чем говорит этот закон? Каким способом был получен закон Мура ?
15. Что такое БИС и СБИС, технологические основания их появления ?
16. Каковы принципиальные качественные изменения, связанные со значительными уменьшениями размеров элементов ИС, нанотехнологии.
17. Назовите и опишите основные проблемы перехода от микро - к наноэлектронике.
18. Способы преодоления проблемы нано–№1
19. Способы преодоления проблемы нано–№2
20. Способы преодоления проблемы нано–№3
21. Каковы минимально возможные размеры диодов и транзисторов?
22. Что такое high–k технология и для чего она нужна.
23. Назовите новые подходы к к созданию электроники наноразмерных элементов и наноструктур.
24. Расскажите об организации передачи сигнала с использованием спиновых волн.
25. Что такое многократное использовании электронов в наноструктурах
26. Что такое углеродные нанотрубки и кремниевые нанопровода
27. Трехмерная технология производства микросхем
28. Причины актуальности функциональной электроники
29. Что лежит в основе функциональной электроники
30. Единая модель прибора функциональной электроники
31. Винтовая неустойчивость тока в полупроводниках: история открытия, механизм, свойства.
32. Основные причины интереса к винтовой неустойчивости, какие новые приборы создаются на её основе.
33. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного сенсора магнитной индукции
34. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного сен-сора температуры
35. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного порогового сенсора температуры

Согласована на портале № 23757

36. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного генератора.

37. Опишите первые транзисторы на графене.

38. Опишите графеновую транзисторную технологию GNRFET

39. Опишите устройство полевого графенового транзистора

40. Расскажите о высокоскоростных графеновых транзисторах, их устройстве и конструкции.

41. Расскажите о высокоскоростных графеновых транзисторах и их технических характеристиках.

42. Расскажите о перспективах развития наноэлектроники в России

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Наука и производство в области электронной техники – обширный раздел знаний. Ключевые направления развития электроники и электронной техники. Производство новых высокочистых полупроводниковых материалов и развитие новых производств кремния. Интегральная электроника. Функциональная электроника. Электроника будущего на основе новых материалов: молибденит и графен.

Кремний – основной материал современной электроники. Традиционная технология получения поликристаллического кремния. Производство поликристаллического кремния в Российской Федерации. Производство поликристаллического кремния по технологии восстановления в плазме СВЧ разряда. Получение монокристаллического кремния. Молибденит. Алмаз как материал для СВЧ-приборов. Антимонид и арсенид индия. Углеродные нанотрубки. Графен. В направлении к графеновой электронике.

Гордон Мур: от компании Шокли до компании Intel. Проблемы на пути перехода от микро– к наноэлектронике. Новые подходы к созданию электроники наноразмерных элементов и наноструктур.

Функциональная электроника – электроника четвертого поколения – альтернатива интегральной микро– и наноэлектронике. Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. Единая модель прибора функциональной электроники. Винтовая неустойчивость тока в полупроводниках. Магниточувствительный элемент с частотным выходом. Термочувствительный элемент с частотным выходом. Пороговый термочувствительный элемент. Генератор высокочастотных колебаний.

Транзисторы с высокой подвижностью (HEMT). Транзисторы на основе SiGe – технологии. Транзисторы на основе технологии нитрида галлия (GaN) на подложке из карбида кремния (SiC). Графеновая электроника – электроника будущего. Первые транзисторы на графене. Создание графеновой транзисторной технологии GNRFET. Высокоскоростные графеновые транзисторы.

14.1.4. Темы контрольных работ

1. Проблемы на пути перехода от микро– к наноэлектронике. Новые подходы к созданию электроники наноразмерных элементов.

2. Приборы современной традиционной электроники. Графеновая электроника.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

1.Кремний «солнечного качества»: производство в России. Фотоэлектрических преобразователи. 2.Органическая электроника - современные тенденции и перспективы. 3. Энергонезависимая резистивная память (Resistive RAM, RRAM)- терабайты объема и высокое быстродействие. 4. Новая технология микроскопии для контроля производства трехмерных полупроводниковых чипов TSOM (Through-Focus Scanning Optical Microscopy). 5. Приборы на эффекте Ганна. Диэлектрическая электроника. Хемотроника. Молекулярная электроника и биоэлектроника. 6. Трехмерная графеновая электроника. 7. Германан - новый материал полупроводниковой электроники: получение и перспективные приборы.

8. Современные технологические материалы для сборки и герметизации интегральных микросхем, светодиодов, силовых полупроводниковых приборов и модулей.9. Новое поколение широкозонных полупроводниковых материалов (нитрид галлия, GaN) и приборов (гетероэпитаксиальные структуры (ГЭС) тапа AlGaN/GaN).

10. Современные электроизоляционные компаунды. 11. Обратный инжиниринг микросхем и

Согласована на портале № 23757

изделий электроники и коммерческая тайна. 12.Снижение потребляемой мощности интегральных микросхем при сохранении высокого быстродействия - одна из важнейших проблем микроэлектроники. 13. Тенденции развития, новые направления и прогноз развития микроэлектроники. 14 Электронная стратегия России.

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:

Согласована на портале № 23757

- 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.

Согласована на портале № 23757