МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«18» _____02_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **1, 2**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8		8	часов
Практические занятия	2	4	6	часов
Самостоятельная работа	62	57	119	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	144	часов
			4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	2	
Контрольные работы	2	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75694

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение навыков и умений определения основных тенденций развития отечественной и зарубежной электроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills - HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа	Знает передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и наноэлектроники
	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	Умеет оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований
	УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач	Владеет современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и наноэлектроники

Согласована на портале № 75694

Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики	Знает основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники
	ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Умеет предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области	Владеет методологическими подходами по решению задач в области электроники и наноэлектроники
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		1 семестр	2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	16	10	6
Лекционные занятия	8	8	
Практические занятия	6	2	4
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	119	62	57
Подготовка к тестированию	31	25	6
Подготовка к выступлению (докладу)	31	13	18
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	39	24	15
Подготовка к контрольной работе	18		18
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость (в часах)	144	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	2	2

Согласована на портале № 75694

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Современное состояние и тенденции развития электроники и наноэлектроники	1	-	5	6	ОПК-1, УК-1
2 Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона	1	-	5	6	ОПК-1, УК-1
3 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	2	1	23	26	ОПК-1, УК-1
4 Гетеро- и наноэлектроника	2	1	24	27	ОПК-1, УК-1
5 Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи	2	-	5	7	ОПК-1, УК-1
Итого за семестр	8	2	62	72	
2 семестр					
6 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра	-	1	19	22	ОПК-1, УК-1
7 Магнитная и сегнетоэлектрическая память	-	1	19	20	ОПК-1, УК-1
8 Интеллектуальная силовая электроника	-	2	19	21	ОПК-1, УК-1
Итого за семестр	0	4	57	61	
Итого	8	6	119	133	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Современное состояние и тенденции развития электроники и наноэлектроники	Введение. Цели и задачи дисциплины. Мировой рынок электроники. Рынок отечественной электроники. Закон Мура и тенденции развития электроники. Современное состояние отечественной и зарубежной электроники. Наиболее крупные электронные компании, работающие по технологии 22 нм.	1	ОПК-1, УК-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 75694

2 Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона	Физические основы сверхпроводимости. Куперовские пары. Приборы криоэлектроники. ВТСП	1	ОПК-1, УК-1
	Итого	1	
3 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники: карбид кремния, карбид титана, карбид бора и родственные материалы. Технологии получения. Электрофизические свойства. Структура карбида кремния. Радиационная, механическая, химическая стойкость, теплопроводность, верхний предел рабочих температур для приборов на основе карбида кремния. Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния. Приборы на основе карбида кремния.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
4 Гетеро- и наноэлектроника	Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе. Нанотехнологии, наноинженерия. Полупроводниковые гетеропереходы; общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
5 Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи	Современные средства и линии связи. Проводные линии связи. Оптоволоконные линии связи. Беспроводные системы связи. Спутниковая связь и навигация.	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
	Итого за семестр	8	
	2 семестр		
6 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра	Термоэлектрические преобразователи: параметры и характеристики. Фотоэлектрические преобразователи: параметры и характеристики.	-	ОПК-1, УК-1
	Итого	-	
7 Магнитная и сегнетоэлектрическая память	Память на магнитных сердечниках. Сегнетоэлектрические запоминающие устройства.	-	ОПК-1, УК-1
	Итого	-	

Согласована на портале № 75694

8 Интеллектуальная силовая электроника	История возникновения компонентов интеллектуальной силовой электроники. Современные компоненты интеллектуальной силовой электроники. Развитие интеллектуальной силовой электроники.	-	ОПК-1, УК-1
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-1, УК-1
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
3 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	Высокотемпературная полупроводниковая электроника	1	ОПК-1, УК-1
	Итого	1	
4 Гетеро- и наноэлектроника	Квантово-размерные эффекты – основа наноэлектроники. Приборы наноэлектроники. Гетероструктурная электроника.	1	ОПК-1, УК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
2 семестр			
6 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра	Термоэлектрические преобразователи энергии	1	ОПК-1, УК-1
	Итого	1	
7 Магнитная и сегнетоэлектрическая память	Магнитная и сегнетоэлектрическая память	1	ОПК-1, УК-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 75694

8 Интеллектуальная силовая электроника	Интеллектуальная силовая электроника	2	ОПК-1, УК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Современное состояние и тенденции развития электроники и наноэлектроники	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	5		
2 Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	5		
3 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	12	ОПК-1, УК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	23		
4 Гетеро- и наноэлектроника	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	7	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	12	ОПК-1, УК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	24		
5 Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи	Подготовка к тестированию	5	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Итого	5		
Итого за семестр		62		
2 семестр				

Согласована на портале № 75694

6 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, УК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	5	ОПК-1, УК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	19		
7 Магнитная и сегнетоэлектрическая память	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, УК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	5	ОПК-1, УК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	19		
8 Интеллектуальная силовая электроника	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, УК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, УК-1	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	6	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	5	ОПК-1, УК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	19		
Итого за семестр		57		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		128		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 75694

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен
УК-1	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Контрольная работа, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Троян, П.Е. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. - 224 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/13a9e6a5c384/f/АПСЭиН_УП.pdf.

7.2. Дополнительная литература

1. Технология кремниевой наноэлектроники: Учебное пособие / Е. В. Анищенко, Т. И. Данилина, В. А. Кагадей - 2011. 263 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/552.
2. Наноэлектроника: Учебное пособие / Ю. В. Сахаров, П. Е. Троян - 2010. 88 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Троян, П.Е. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим и семинарским занятиям и самостоятельной работе для студентов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. - 32 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/13951ac6ae81/f/АПСЭиН_УМП.pdf.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Согласована на портале № 75694

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 121 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Камера;
- Микрофон;
- Тумба для докладчика;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.4. 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

Согласована на портале № 75694

которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Современное состояние и тенденции развития электроники и наноэлектроники	ОПК-1, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона	ОПК-1, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Широкозонные полупроводники: прорыв в будущее. Высокотемпературная полупроводниковая электроника	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Гетеро- и наноэлектроника	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
5 Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи	ОПК-1, УК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 75694

6 Термоэлектрические и фотоэлектрические преобразователи энергии сегодня и завтра	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
7 Магнитная и сегнетоэлектрическая память	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
8 Интеллектуальная силовая электроника	ОПК-1, УК-1	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 75694

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какая компания стала самым крупным поставщиком интегральных схем в 2011 г.?
   1. Samsung Electronics;
   2. Intel;

Согласована на портале № 75694

3. Elpida Memory;
4. Globalfoundries.

2. В какой области применения технологии наногетероструктур является массовым?
   1. волоконно-оптическая связь;
   2. спутниковая связь;
   3. сотовая связь;
   4. цифровое ТВ.
3. Что по мнению Ж. Алферова является перспективными направлениями в области гетероструктурной электроники?
   1. солнечные элементы на гетероструктурах и фотоприемные приборы и устройства;
   2. кремниевые солнечные элементы и полупроводниковые инжекционные лазеры;
   3. сверхъяркие светодиоды и кремниевые солнечные элементы;
   4. полупроводниковые инжекционные лазеры и оптопары.
4. О чем гласит закон Г. Мура?
   1. число транзисторов на кристалле будет удваиваться приблизительно каждый год;
   2. число транзисторов на кристалле будет удваиваться приблизительно каждые 2 года;
   3. число транзисторов на кристалле будет утраиваться приблизительно каждый год;
   4. число транзисторов на кристалле будет утраиваться приблизительно каждые 2 года.
5. На основе чего новые развивающиеся технологии переориентируют электронную промышленность от транзисторов?
   1. кремниевых наноразмерных молекул к устройствам из нанопроводов;
   2. кремниевых нанопроводов к устройствам из наноразмерных кластеров;
   3. кремниевых нанопроводов к устройствам из наноразмерных молекул;
   4. кремниевых наноразмерных молекул к устройствам из наноразмерных кластеров.
6. Какая компания по производству кремниевых пластин на 2011 г. являлась лидером?
   1. SMIC;
   2. UMS;
   3. TowerJazz;
   4. TSMC.
7. Какая компания в 2011 году не вошла в десятку лидеров по производству кремниевых пластин?
   1. Samsung;
   2. Intel;
   3. UMS;
   4. Globalfoundries.
8. Какой процент рынка гетероструктур занимает военная электроника?
   1. 1-2 %;
   2. 2-3%;
   3. 3-4%;
   4. 4-5%.
9. С чем связано уменьшение минимального размера элемента при проекционной литографии?
   1. с увеличением числовой апертуры;
   2. с уменьшением числовой апертуры;
   3. с уменьшением радиуса линз;
   4. с увеличением расстояния от пластины до линзы.
10. Чему равнялось максимальное значение величины числовой апертуры на 1990 г.?
    1. 0,25;
    2. 0,5;
    3. 0,75;
    4. 1.
11. Какое травление обусловлено удалением поверхностных слоев материала в результате химических реакций между химически активными частицами (ХАЧ), к которым относятся свободные атомы и радикалы, и поверхностными атомами материалов?
    1. ионное травление;
    2. реактивное ионное травление;
    3. плазмохимическое травление;

Согласована на портале № 75694

4. жидкостное травление.

12. Каким параметров процесс травления не характеризуется?
    1. минимальный размер при травлении;
    2. скорость травления;
    3. анизотропия травления;
    4. селективность травления.
13. Что относится к параметрам ионного легирования?
    1. масса ионов и энергия;
    2. масса ионов и доза облучения;
    3. доза облучения и плотность ионного тока;
    4. доза облучения и энергия ионов.
14. При каком типе столкновений налетающий электрон передает свою энергию электрону кристалла?
    1. упругое столкновение;
    2. неупругое столкновение;
    3. при всех типах столкновений.
    4. таких соударений не существует.
15. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых точках?
    1. только по направлению X;
    2. только по направлению Y;
    3. только по направлению Z;
    4. по направлениям XYZ.
16. По каким направлениям ограничено движение заряженных частиц в квантовых нитях (шнурах)?
    1. по направлениям X и Y;
    2. по направлению Y и Z;
    3. только по направлению Z;
    4. по направлениям X и Z.
17. Какой из методов эпитаксии, позволяет получать качественную гетерограницу в гетростуктурах?
    1. молекулярно – лучевая;
    2. химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений (MOCVD);
    3. жидкостная;
    4. газовая.
18. Какое практическое применение целочисленного эффекта Холла?
    1. эталон силы тока;
    2. эталон сопротивления;
    3. эталон напряжение;
    4. эталон заряда.
19. Какой квантовый эффект лежит в основе работы сверхпроводящего квантового интерференционного датчика (СКВИД)?
    1. эффект Штарка;
    2. эффект Джозефсона;
    3. эффект Холла;
    4. эффект Ааронова – Бома.
20. Какой из методов эпитаксии может быть использован при изготовлении транзисторов с высокой подвижностью HEMT?
    1. молекулярно – лучевая;
    2. химическое осаждение из газовой фазы металлоорганических соединений (MOCVD);
    3. жидкостная;
    4. газовая.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Этапы развития электроники.
2. Ионно-лучевые технологии.
3. Литография: электронная, рентгеновская, ионная.
4. Ионное легирование полупроводников.

Согласована на портале № 75694

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

9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. IGBT-транзисторы.
2. Интеллектуальные силовые модули.
3. Сверхмощные полупроводниковые ключи новых технологий.
4. Гетеролазеры и их применение.
5. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости.

9.1.4. Темы практических занятий

1. Высокотемпературная полупроводниковая электроника
2. Квантово-размерные эффекты – основа наноэлектроники. Приборы наноэлектроники. Гетероструктурная электроника.
3. Термоэлектрические преобразователи энергии
4. Магнитная и сегнетоэлектрическая память
5. Интеллектуальная силовая электроника

9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Охарактеризуйте современное состояние мировой электроники.
2. Охарактеризуйте современное состояние отечественной электроники.
3. Закон Мура и тенденции развития мировой электроники.
4. Плазмохимическое осаждение пленок.
5. Эффекты Джозефсона.
6. Изменение свойств кремния по мере увеличения пористости.
7. Технологии получения пористого кремния.
8. Области применения пористого кремния.
9. Понятие кластера. Углеродные кластеры.
10. Задачи, решаемые высокотемпературной электроникой.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании

Согласована на портале № 75694

изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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:

Согласована на портале № 75694

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

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 75694

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 129 от «28» 1 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Разработано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Профессор, каф. ФЭ	П.Е. Троян	Разработано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Согласована на портале № 75694