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.
«22» _____02_____ 2023 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: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **Кафедра управления инновациями (УИ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 69028

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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.

2. Формирование навыков по оформлению результатов исследований в виде статей, докладов, презентаций с использованием средств автоматизации.

1.2. Задачи дисциплины

1. Получение знаний по основным направлениям развития электроники и наноэлектроники.
2. Применение полученных знаний для создания инновационных проектов и программ разработки новых электронных устройств нового поколения.
3. Подготовка презентаций, статей, докладов по инновационным электронным устройствам.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.12.

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		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-5. Способен готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов	ПК-5.1. Знает структуру научно-технических отчетов	Знает принципы сбора, отбора, обобщения и структурирования информации
	ПК-5.2. Умеет готовить демонстрационные материалы	Уметь готовить презентации и оформлять статьи и/или доклады по результатам выполненной работы
	ПК-5.3. Владеет навыками презентации и защиты результатов выполненной работы	Владеть навыками подготовки результатов исследований в виде докладов, статей и публичной защиты результатов выполненной работы

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

Согласована на портале № 69028

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Написание конспекта самоподготовки	15	15
Подготовка к тестированию	5	5
Подготовка к устному опросу / собеседованию	5	5
Подготовка к выступлению (докладу)	10	10
Подготовка к контрольной работе	1	1
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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
7 семестр					
1 Этапы развития и основные направления электроники	6	6	6	18	ПК-5
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники	8	8	8	24	ПК-5
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике	8	8	8	24	ПК-5
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения	6	6	6	18	ПК-5
5 Приборы современной электроники	8	8	8	24	ПК-5
Итого за семестр	36	36	36	108	
Итого	36	36	36	108	

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
7 семестр			

Согласована на портале № 69028

1 Этапы развития и основные направления электроники	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	6	ПК-5
	Итого	6	
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники	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-5
	Итого	8	
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике	Bell Telephone Company: от изобретения телефона до изобретения транзистора. Гордон Мур: от компании Шокли до компании Intel. Переход от микро – к наноэлектронике: проблемы дальнейшей микроминиатюризации. Проблемы кремниевой цифровой наноэлектроники, решаемые технологиями. Наноэлектроника с использованием новых элементов. Технологические методы получения наноэлектронных элементов.	8	ПК-5
	Итого	8	
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения	Функциональная электроника. Акустоэлектроника. Диэлектрическая электроника. Полупроводниковая волновая электроника. Магнитоэлектроника. Оптоэлектроника. Молекулярная электроника. Биоэлектроника. Криоэлектроника. Хемотроника.	6	ПК-5
	Итого	6	

Согласована на портале № 69028

5 Приборы современной электроники	Приборы на одноэлектронном туннелировании. Приборы на резонансном туннелировании. Приборы на основе сверхрешеток. Транзисторы для СВЧ-электроники. Перспективные материалы и приборы. Графеновая электроника. Современные средства отображения информации. Современные типы дисплеев (LCD, PDP, FED, OLED и др.). Квантовые компьютеры. Кубиты – квантовые биты и операции над ними. Схема квантового компьютера и возможные пути его создания.	8	ПК-5
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Этапы развития и основные направления электроники	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-5
	Итого	6	
2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники	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-5
	Итого	8	

Согласована на портале № 69028

3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике	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-5
	Итого	8	
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения	Динамические неоднородности и токовые неустойчивости – основа функциональной электроники. 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 тока в полупроводниках и приборы на ее основе. Спиральная неустойчивость в германии, кремнии, антимониде индия (осциллистор). Динамические неоднородности в магнитоэлектронике. Динамические неоднородности оптической природы в оптоэлектронике.	6	ПК-5
	Итого	6	

Согласована на портале № 69028

5 Приборы современной электроники	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, нанороботов для лечения организма, фильтры для воды, задерживающие любые примеси.	8	ПК-5
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Этапы развития и основные направления электроники	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-5	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-5	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к выступлению (докладу)	2	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	6		

Согласована на портале № 69028

2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники	Написание конспекта самоподготовки	3	ПК-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к контрольной работе	1	ПК-5	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-5	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-5	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к выступлению (докладу)	2	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	8		
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике	Написание конспекта самоподготовки	4	ПК-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-5	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-5	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к выступлению (докладу)	2	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	8		
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-5	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-5	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к выступлению (докладу)	2	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	6		
5 Приборы современной электроники	Написание конспекта самоподготовки	4	ПК-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-5	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПК-5	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к выступлению (докладу)	2	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен

Согласована на портале № 69028

Итого	72	

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-5	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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				
Выступление (доклад) на занятии	8	8	8	24
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Контрольная работа	10	0	0	10
Устный опрос / собеседование	4	4	4	12
Тестирование	4	4	4	12
Экзамен				30
Итого максимум за период	30	20	20	100
Нарастающим итогом	30	50	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 69028

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Промышленные технологии и инновации: Учебное пособие / В. А. Семиглазов - 2022. 240 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9537.

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

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

7.2. Дополнительная литература

1. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука ; под общей редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 297 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/451228.

2. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/451675.

3. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника : учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/451677.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Современные проблемы электроники: Методические указания для проведения практических занятий и самостоятельной работы / М. А. Костина - 2022. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9585.

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;

Согласована на портале № 69028

– 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

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, 220 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Нетбук Lenovo ideaPad S10-3;
- Компьютер;
- Проектор Nec v260x;
- Экран проекторный;
- Доска маркерная;
- Компьютер (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;

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;

Согласована на портале № 69028

- 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 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 Этапы развития и основные направления электроники	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 69028

2 Современные проблемы получения и производства материалов полупроводниковой электроники	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Современные проблемы интегральной микроэлектроники. Проблемы на пути перехода к наноэлектронике	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Современные проблемы функциональной электроники. Функциональная электроника – электроника четвертого поколения	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 69028

5 Приборы современной электроники	ПК-5	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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
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

Согласована на портале № 69028

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. Какой ГОСТ устанавливает термины и определения основных понятий интегральных микросхем?
   1) ГОСТ Р 2.105-2019;
   2) ГОСТ 15.101-98;
   3) ГОСТР 57421 – 2017;
   4) ГОСТ Р 57435-2017.
2. Какие основные устройства физической диэлектрической электроники?
   1) запоминающие устройства;
   2) устройства сверки;
   3) Фурье-процессоры и усилители;
   4) генераторы.
3. 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.
4. Какой кремний состоит из большого количества зерен, расположенных хаотически относительно друг друга?
   1) поликристаллический;
   2) монокристаллический;
   3) мультикристаллический;
   4) гиперкристаллический.
5. У какого метода выращивание монокристалла происходит 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.
6. Какой метод выращивания кристаллов используется для создания искусственных драгоценных камней, преимущественно синтетических рубинов и сапфиров, с

Согласована на портале № 69028

температурой плавления в пределах 1173-2773 К ?
1) метод Бриджмена-Стокбаргера;
2) метод Вернейля;
3) метод Киропулоса;
4) метод зонной плавки.

7. Как называется 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.

8. Какой материал имеет двумерную аллотропную модификацию углерода, образованную слоем атомов углерода толщиной в один атом?
1) германий;
2) молибденит;
3) кремний;
4) графен.

9. Какое направление не относится к функциональной электронике?
1) функциональная акустоэлектроника;
2) функциональная интегральная электроника;
3) функциональная магнитоэлектроника;
4) функциональная криоэлектроника.

10. За что получили Нобелевскую премию Андрей Гейм и Константин Новосе□лов?
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.

11. Какой материал может прийти на смену кремнию в микро и наноэлектронике?
1) цинкит;
2) молибденит;
3) галенит;
4) вюрцит.

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

13. Что не имеет внутри себя динамическая неоднородность?
1) элементов домена;
2) заряженных частиц;
3) волн зарядовой плотности;
4) статических неоднородностей.

14. 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.

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

16. Положительные свойства графена и его применение основаны на отсутствие у него?

Согласована на портале № 69028

1) запрещенной зоны;
2) валентной зоны;
3) зоны проводимости;
4) зоны светимости.

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

18. По какому всемирно известному закону определяют рост плотности компонентов на одном кристалле?
1) Мура;
2) Нойса;
3) Шокли;
4) Саа.

19. На каком размере остановилась современная технология изготовления кристаллов интегральных схем?
1) 5 нм;
2) 14 нм;
3) 32 нм;
4) 64 нм.

20. 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.

21. high–k технология - технология производства МОП полупроводниковых приборов с подзатворным диэлектриком, выполненным из материала с диэлектрической проницаемостью большей, чем у какого материала?
1) диоксида титана;
2) диоксида кремния;
3) оксида германия;
4) оксида олова.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Опишите технологию получения монокристаллического кремния.
2. Опишите производство поликристаллического кремния по технологии восстановления в плазме СВЧ разряда.
3. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Чохральского.
4. Опишите метод очистки монокристаллов кремния методом бестигельной зонной плавки.
5. Расскажите о состоянии и перспективах производства кремния в России.
6. Расскажите о молибдените, его свойствах и перспективных полупроводниковых приборах на его основе.
7. Что такое графен, опишите структуру материала и его уникальные свойства.
8. Опишите известные Вам способы получения графена.
9. Опишите свойства монослойного и двухслойного графена.
10. Опишите методы получения пластин графена больших размеров, пригодных для массового производства графеновых интегральных схем.
11. Кто такой Гордон Мур и какой закон носит его имя и о чем говорит этот закон?
12. Каковы принципиальные качественные изменения, связанные со значительными уменьшениями размеров элементов ИС, нанотехнологии.
13. Назовите и опишите основные проблемы перехода от микро - к наноэлектронике.
14. Каковы минимально возможные размеры диодов и транзисторов?
15. Что такое high–k технология и для чего она нужна.
16. Назовите новые подходы к к созданию электроники наноразмерных элементов и наноструктур.

Согласована на портале № 69028

17. Расскажите об организации передачи сигнала с использованием спиновых волн.
18. Что такое многократное использовании электронов в наноструктурах.
19. Что такое углеродные нанотрубки и кремниевые нанопровода.
20. Трехмерная технология производства микросхем.
21. Причины актуальности функциональной электроники.
22. Что лежит в основе функциональной электроники.
23. Единая модель прибора функциональной электроники.
24. Винтовая неустойчивость тока в полупроводниках: история открытия, механизм, свойства.
25. Основные причины интереса к винтовой неустойчивости, какие новые приборы создаются на её основе.
26. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного сенсора магнитной индукции.
27. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного сенсора температуры.
28. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного порогового сенсора температуры.
29. Опишите устройство и основные характеристики осциллисторного генератора.
30. Опишите первые транзисторы на графене.
31. Опишите графеновую транзисторную технологию GNRFET.
32. Опишите устройство полевого графенового транзистора.
33. Расскажите о высокоскоростных графеновых транзисторах, их устройстве и конструкции.
34. Расскажите о высокоскоростных графеновых транзисторах и их технических характеристиках.

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

1. Вклад отечественных ученых в развитии электроники в 20 веке.
2. Принципиальные качественные изменения, связанные со значительными уменьшениями размеров элементов интегральных схем.
3. Алмаз как материал для СВЧ-приборов.
4. Диэлектрическая электроника.
5. Современные технологические материалы для сборки и герметизации интегральных схем, светодиодов, силовых полупроводниковых приборов и модулей.
6. Антенны СВЧ в интегральном исполнении.
7. Винтовая неустойчивость и приборы на её основе.
8. Кремний «солнечного качества»: производство в России.
9. Органическая электроника - современные тенденции и перспективы.
10. Германан - новый материал полупроводниковой электроники: получение и перспективные приборы.
11. Современные электроизоляционные компаунды.
12. Обратный инжиниринг микросхем и изделий электроники и коммерческая тайна.
13. Тенденции развития, новые направления и прогноз развития микроэлектроники.
14. Электронная стратегия России.

9.1.4. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Фотоэлектрические преобразователи.
2. Энергонезависимая резистивная память (Resistive RAM, RRAM)- терабайты объема и высокое быстродействие.
3. Новая технология микроскопии для контроля производства трехмерных полупроводниковых чипов TSOM (Through-Focus Scanning Optical Microscopy).
4. Приборы на эффекте Ганна.
5. Диэлектрическая электроника.
6. Хемотроника.
7. Молекулярная электроника и биоэлектроника.
8. Трехмерная графеновая электроника.
9. Современные технологические материалы для сборки и герметизации интегральных микросхем, светодиодов, силовых полупроводниковых приборов и модулей.
10. Новое поколение широкозонных полупроводниковых материалов (нитрид галлия, GaN) и

Согласована на портале № 69028

приборов (гетероэпитаксиальные структуры (ГЭС) тапа AlGaN/GaN).

9.1.5. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Почему кремний стал основным материалом современной микроэлектроники.
2. Опишите состояние и перспективы развития производства поликристаллического кремния в Российской Федерации.
3. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Чохральского.
4. За что получили Нобелевскую премию Андрей Гейм и Константин Новосёлов.
5. Кто такой Гордон Мур и какой закон носит его имя и о чем говорит этот закон? Каким способом был получен закон Мура?
6. Что такое БИС и СБИС, технологические основания их появления?
7. Расскажите о перспективах развития наноэлектроники в России.

9.1.6. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Чохральского, укажите достоинства и недостатки этого метода.
2. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Киропулоса, укажите достоинства и недостатки этого метода.
3. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Вернейля, укажите достоинства и недостатки этого метода.
4. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом Бриджмена-Стокбаргера, укажите достоинства и недостатки этого метода.
5. Опишите метод выращивания монокристаллов кремния методом зонной плавки, укажите достоинства и недостатки этого метода.

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 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

Согласована на портале № 69028

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:
– 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 № 69028

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 5 от «28» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Заведующий обеспечивающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. УИ	М.Е. Антипин	Согласовано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4
Старший преподаватель, каф. УИ	О.В. Килина	Согласовано, e26fb2b7-2be5-4b77-8183-050906687dfc

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. УИ	М.А. Костина	Разработано, 5de9e829-a35e-4819-89f6-932c7c71274c

Согласована на портале № 69028