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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ И ОПТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	62	62	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	8

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 56477

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Углубление понимания процессов, происходящих при формировании приборов квантовой и оптической электроники.

2. Студенты приобретают навыки настройки высокотехнологичного оборудования квантовой и оптической электроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.

3. Прививается навык в метрологическом обеспечении технологических процессов производства приборов квантовой и оптической электроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов представлений о технологических процессах и метрологии при производстве приборов квантовой и оптической электроники и приемах настройки высокотехнологичного оборудования квантовой и оптической электроники.

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.2.21.

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		
ПКР-7. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПКР-7.1. Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.	Знает принципы технологической подготовке производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники.
	ПКР-7.2. Умеет осуществлять регламентное обслуживание оборудования.	Умеет осуществлять сервисное обслуживание оборудования квантовой и оптической электроники.
	ПКР-7.3. Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.	Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования квантовой и оптической электроники.

Согласована на портале № 56477

ПКР-8. Способен организовывать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПКР-8.1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства.	Знает методическую базу и метрологию измерений параметров технологических процессов производства приборов квантовой и оптической электроники.
	ПКР-8.2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры.	Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры и приборов квантовой и оптической электроники.
	ПКР-8.3. Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов.	Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов в области квантовой и оптической электроники.

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 3 зачетных единиц, 108 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
		8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	46	46
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	62	62
Подготовка к зачету	8	8
Подготовка к тестированию	8	8
Выполнение практического задания	14	14
Выполнение индивидуального задания	29	29
Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	3
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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
8 семестр					
1 Вакуумная технология	2	2	8	12	ПКР-7, ПКР-8
2 Расчет вакуумных систем	2	2	8	12	ПКР-8

Согласована на портале № 56477

3 Подготовка изделий к технологическим операциям	4	2	8	14	ПКР-7, ПКР-8
4 Пленочная технология, эпитаксия	6	4	8	18	ПКР-7, ПКР-8
5 Сорбционные и десорбционные процессы	4	2	8	14	ПКР-7, ПКР-8
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	4	2	7	13	ПКР-8
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	4	2	8	14	ПКР-8, ПКР-7
8 Компьютеризация технологических процессов	2	2	7	11	ПКР-7, ПКР-8
Итого за семестр	28	18	62	108	
Итого	28	18	62	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
8 семестр			
1 Вакуумная технология	Средства получения вакуума. Диффузионные и бустерные насосы.	2	ПКР-7
	Итого	2	
2 Расчет вакуумных систем	Расчеты на герметичность в течеискании и масспектрометрии. Тенденции развития масс-спектрометрии.	2	ПКР-8
	Итого	2	
3 Подготовка изделий к технологическим операциям	Электрофизические методы очистки. Ионное травление материалов. Литография. Технология приборов оптической электроники. Технология одноэлектронных приборов. Технология изготовления волноводов. Технология формирования акустоэлектронных элементов на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Технология металлизации звукопровода. Технология оптоэлектронных элементов. Устройство оптоэлектронных элементов.	4	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	4	

Согласована на портале № 56477

4 Пленочная технология, эпитаксия	Процессы конденсации пленок при формировании приборов квантовой электроники. Технология получения высококачественных пленок. Электрофизические методы формирования пленок на вакуумных установках. Искусственная эпитаксия пленок для приборов квантовой электроники. Боковая эпитаксия. Альтернативные методы создания эпитаксиально подобных структур.	6	ПКР-7
	Итого	6	
5 Сорбционные и десорбционные процессы	Адсорбция. Десорбционные процессы. Хемосорбция. Абсорбция. Диффузионное газовыделение.	4	ПКР-7
	Итого	4	
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Общие понятия. Цели и принципы сертификации. Структура Системы сертификации ГОСТ Р. Стандартизация как нормативно-методическая база сертификации и товарной экспертизы.	4	ПКР-8
	Итого	4	
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	Типы документации. Виды инструкций. Правила устройства электроустановок.	4	ПКР-8
	Итого	4	
8 Компьютеризация технологических процессов	Процесс ввода технологической информации в ЭВМ. Система «КАМАК». Автоматизированные рабочие места (АРМ). Математические модели объектов. Разновидности программ для ЧПУ. Шифровка деталей, инструментов и операций в системах ЧПУ. Оптимизация систем автоматики по устойчивости. Языки пользователя для программирования электрофизических установок. Пневмоавтоматика.	2	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	2	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

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
8 семестр			

Согласована на портале № 56477

1 Вакуумная технология	Проектирование безмасляных вакуумных систем для технологии производства приборов	2	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	2	
2 Расчет вакуумных систем	Расчет вакуумной системы для индивидуального задания.	2	ПКР-8
	Итого	2	
3 Подготовка изделий к технологическим операциям	Проектирование подготовительных операций и технологий.	2	ПКР-7
	Итого	2	
4 Пленочная технология, эпитаксия	Расчет электрофизических параметров источников частиц, необходимых для проведения операций.	4	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	4	
5 Сорбционные и десорбционные процессы	Расчет параметров технологических операций при сорбции и десорбции газа.	2	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	2	
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Сертификация	2	ПКР-8
	Итого	2	
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	Рекомендации по разработке и оформлению инструкций.	2	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	2	
8 Компьютеризация технологических процессов	Расчет параметров технологических операций	2	ПКР-7, ПКР-8
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
8 семестр				

Согласована на портале № 56477

1 Вакуумная технология	Подготовка к зачету	1	ПКР-7	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-7, ПКР-8	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-7, ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	8		
2 Расчет вакуумных систем	Подготовка к зачету	1	ПКР-8	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-8	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-8	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	8		
3 Подготовка изделий к технологическим операциям	Подготовка к зачету	1	ПКР-7	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-7	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-7	Индивидуальное задание
	Итого	8		
4 Пленочная технология, эпитаксия	Подготовка к зачету	1	ПКР-7	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-7, ПКР-8	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-7, ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	8		
5 Сорбционные и десорбционные процессы	Подготовка к зачету	1	ПКР-7	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-7, ПКР-8	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-7, ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	8		

Согласована на портале № 56477

6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Подготовка к зачету	1	ПКР-8	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-8	Тестирование
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	3	ПКР-8	Семинар / семинар-конференция
	Выполнение индивидуального задания	2	ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	7		
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	Подготовка к зачету	1	ПКР-8	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-8	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-7, ПКР-8	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	4	ПКР-7, ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	8		
8 Компьютеризация технологических процессов	Подготовка к зачету	1	ПКР-7, ПКР-8	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7, ПКР-8	Тестирование
	Выполнение практического задания	2	ПКР-7, ПКР-8	Практическое задание
	Выполнение индивидуального задания	3	ПКР-7, ПКР-8	Индивидуальное задание
	Итого	7		
Итого за семестр		62		
Итого		62		

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.	
ПКР-7	+	+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, Практическое задание, Тестирование
ПКР-8	+	+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, Практическое задание, Тестирование, Семинар / семинар-конференция

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Согласована на портале № 56477

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
8 семестр				
Зачёт	0	0	15	15
Индивидуальное задание	0	0	15	15
Практическое задание	10	10	10	30
Тестирование	10	10	10	30
Семинар / семинар-конференция	0	0	10	10
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	100	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

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. Барыбин, Анатолий Андреевич. Электроника и микроэлектроника. Физикотехнологические основы : Учебное пособие для вузов. - М. : Физматлит , 2006. - 423[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.).

2. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов. - Томск : ТУСУР , 2005. - 316 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.).

3. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Учебное пособие / Л. Н. Орликов - 2018. 103 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8175.

Согласована на портале № 56477

4. Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники: Учебное пособие / Л. Н. Орликов - 2018. 125 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8246.

7.2. Дополнительная литература

1. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: Учебное пособие для студентов направления «210100.62 – Электроника и наноэлектроника» / Л. Н. Орликов - 2013. 103 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3436.

2. Специальные вопросы технологии: учебное пособие / Л. Н. Орликов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 229 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.).

3. Молекулярно-лучевая эпитаксия : учебное пособие / Л. Н. Орликов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2007. - 107 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / Л. Н. Орликов - 2018. 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8247.

2. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Методические указания к практическим занятиям / Л. Н. Орликов - 2018. 38 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8174.

3. Специальные вопросы технологии приборов квантовой электроники: Методические указания по самостоятельной работе / Л. Н. Орликов - 2018. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8173.

4. Специальные вопросы технологии приборов оптической электроники: Методические указания по самостоятельной работе / Л. Н. Орликов - 2018. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8248.

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

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

Согласована на портале № 56477

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 лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- 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, 201 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 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**

Согласована на портале № 56477

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 Вакуумная технология	ПКР-7, ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Расчет вакуумных систем	ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Подготовка изделий к технологическим операциям	ПКР-7, ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Пленочная технология, эпитаксия	ПКР-7, ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 56477

5 Сорбционные и десорбционные процессы	ПКР-7, ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Сертификация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций
7 Разработка документации по методикам эксплуатации технического оборудования	ПКР-8, ПКР-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Компьютеризация технологических процессов	ПКР-7, ПКР-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 56477

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. При технологической подготовке производства приборов квантовой электроники предпочтительно выбирать вакуумные насосы:
   а) масляные;
   б) безмасляные;
   в) традиционные;
   г) типовые
2. Начиная с какого давления можно измерять вакуум типовым термопарным датчиком:
   а) 1-10 Па;
   б) 2-1 Па;

Согласована на портале № 56477

в) 0,1 Па;
г) с атмосферного давления.

3. Трудно откачиваемые газы удаляются газобалластным устройством, расположенным в диффузионном насосе:
   а) на входе;
   б) на выходе;
   в) после первой ступени откачки;
   г) в данном типе насосов его нет.
4. В течение какого времени можно измерять давление, в диапазоне 0,1-1 Па высоковакуумным датчиком ПМИ 2:
   а) не более 1 минуты;
   б) измерения запрещены;
   в) продолжительное время;
   г) до 5 минут.
5. При подготовке восстановительного отжига в глубоком вакууме в водороде для изделий квантовой электроники лучше выбрать
   а) электроразрядный насос;
   б) турбомолекулярный;
   в) насос рутса;
   г) типовой форвакуумный насос.
6. Термопарные датчики давления, подключенные в одну точку, показывают разное давление вследствие:
   а) технологического разброса при изготовлении датчика;
   б) неодинаковой ориентации по осям координат;
   в) разной локальной температуры в зоне измерения;
   г) наличие локальных загрязнений в датчиках.
7. Плазмохимическую очистку изделий проводят в среде:
   а) с галогеносодержащими газами;
   б) с инертным газом;
   в) в азотной среде;
   г) в среде с остаточным вакуумом.
8. Калибровка измерений масс- спектрометром проводится:
   а) по известным газам;
   б) спектрометр не требует градуировки;
   в) используются коэффициенты пересчета на род газа;
   г) используется пересчет на инерцию измерений.
9. На какой механизм травления нужно настроить процесс травления многокомпонентного стеклоподобного материала:
   а) прямое выбивание;
   б) смещение атомов;
   в) тепловой пик;
   г) настройки не требуется.
10. Обозначьте простой количественный метод измерения качества очистки поверхности:
    а) распыление красителя;
    б) анализ угла смачивания;
    в) анализ степени запотевания;
    г) ОЖЕ-спектрометрия.
11. Какая из систем более предпочтительна при процессе травления изделия на форвакууме:
    а) диодная;
    б) триодная;
    в) тетродная;
    г) электронно-лучевая.
12. С какого момента времени начинают измерять начало травления:
    а) с начала зажигания разряда;
    б) с изменения вольтамперной характеристики;
    в) с момента изменения вакуума при травлении;
    г) с момента начала откачки газа.

Согласована на портале № 56477

13. Какой минимальный ток необходимо выбрать для процесса травления материала:
    а) до 3 мА/см2;
    б) до 5 мА/см2;
    в) 7 мА/см2 ;
    г) любой.
14. Как измеряется показатель анизотропии при травлении:
    а) отношение глубины травления к ширине;
    б) отношением ширины травления к глубине;
    в) измеряется только глубиной;
    г) измеряется шириной травления.
15. По какому критерию выбрать сочетание материала испарителя и навески при производстве приборов квантовой электроники:
    а) по таблицам;
    б) по рекомендациям специалистов;
    в) по температуре плавления;
    г) подойдут любые сочетания.
16. В каких единицах измеряется сопротивление пленок:
    а) Ом;
    б) Ом/квадрат;
    в) Сименс;
    г) кило Ом.
17. Какие преимущественно соединения присутствуют в пленке в условиях создания вакуума масляными средствами откачки:
    а) нитриды;
    б) нитриды и оксиды;
    в) гидриды и карбиды;
    г) карбиды, нитриды, гидриды, оксиды.
18. Как измерить направление газофазной реакции при формировании пленки на элементе квантовой электроники:
    а) по изменению давления во времени;
    б) по изменению температуры во времени;
    в) по времени процесса;
    г) измерение провести после процесса.
19. Сертификация изделия означает:
    а) изделие имеет сертификат качества;
    б) изделие предложено как рационализаторское предложение;
    в) изделие предложено как ноу-хау;
    г) изделие предложено как изобретение.
20. Как измерить толщину пленки в процессе ее получения:
    а) по свидетелю;
    б) визуально;
    в) по времени процесса;
    г) по температуре процесса.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Диффузионные и бустерные насосы.
2. Откачные средства специального назначения.
3. Средства измерения давлений.
4. Погрешности при измерении давлений.
5. Электрофизические методы очистки.
6. Ионное травление материалов.
7. Процессы термического испарения материалов.
8. Электронно-лучевое испарение сплавов.
9. Процессы конденсации пленок.
10. Хемосорбция.
11. Абсорбция.
12. Константы равновесия.

Согласована на портале № 56477

13. Энергия активации процесса
14. Обозначение типов электрофизических установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
15. Правила устройства электроустановок.
16. Профилактика новых форвакуумных насосов, механических вакуумных насосов, диффузионных вакуумных насосов.
17. Инструкции по сервисному обслуживанию различных типов вакуумных установок.
18. Сервисное обслуживание вакуумных камер.

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Формирование зеркал с внешним отражающим слоем
2. Изготовление акустоэлектронного элемента
3. Изготовление оптоэлектронного элемента
4. Формирование прозрачных теплообразующих покрытий на оконных стеклах
5. Формирование полупрозрачных покрытий под золото на конкретные изделия из алюминия, полиэтиленовой пленки, стекла и т.д.
6. Формирование просветляющих покрытий на ниобате лития
7. Ионное формирование антибликовых покрытий
8. Ионное травление ниобата лития
9. Изготовление волноводов на основе цинка, висмута, свинца на стеклах
10. Изготовление диффузионных волноводов на ниобате лития на основе титана
11. Процесс легирования диффузионного волновода
12. Ионно-диффузионный метод изготовления оптического волновода на основе меди
13. Разработать процесс формирования просветляющего покрытия (Cu/MgF2/LiNbO3)
14. Разработать процесс ионного травления нанослоя MgF2
15. Разработать процесс легирования поверхности ниобата лития железом
16. Разработать процесс получения эпитаксиальных пленок алюминия

9.1.4. Темы практических заданий

1. Проектирование вакуумных технологий
2. Расчет вакуумной системы для индивидуального задания
3. Проектирование подготовительных операций и технологий
4. Расчет электрофизических параметров источников частиц, необходимых для проведения операций
5. Расчет параметров технологических операций при сорбции и десорбции газа
6. Рекомендации по разработке и оформлению инструкций
7. Расчет параметров технологических операций

9.1.5. Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций

1. На какие цели направлена сертификация
2. Основные понятия в области сертификации
3. Каковы принципы сертификации
4. Какие структуры входят в «Систему ГОСТ Р»
5. Добровольная и обязательная сертификации для приборов квантовой электроники
6. Сертификация оборудования
7. Какие преимущества дает производителю наличие сертификата
8. Сертификация – как балансир между качеством продукции и возможностями производства.
9. Стандартизация как нормативно-методическая база сертификации и товарной экспертизы
10. Нормативные документы стандартизации
11. Обязательные требования государственных стандартов

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.

Согласована на портале № 56477

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 дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – 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;

Согласована на портале № 56477

– 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 № 56477

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 87 от «20» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Разработано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

Согласована на портале № 56477