МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
6	Самостоятельная работа	56	56	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12100

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	Шандаров С. М.

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

Декан ФЭТ	_____	Воронин А. И.
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	Шандаров С. М.

Эксперты:

доцент каф. ЭП	_____	Аксенов А. И.
председатель методической комиссии каф. ЭП каф. ЭП	_____	Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 12100

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение теоретических основ нанотехнологий, получивших наиболее широкое распространение в фотонике и оптоинформатике.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование знаний, умений, и практических навыков по выбору оптимальных режимов обработки подложек для получения фотонных устройств с заданными параметрами;

– формирование компетенций, необходимых для решения поставленных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики» (Б1.Б.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники, Материалы нелинейной оптики и динамической голографии, Научно-исследовательская работа (рассред.), Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика).

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-2 способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения;

– ОПК-1 способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки;

– ПК-3 способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные представления о наноматериалах, физических основах нанотехнологий; основные принципы нанодиагностики и наномодификации материалов; современные разработки в области нанофотоники и наноинженерии; технологии модификации материалов в нанометровом диапазоне; цели и задачи исследования; особенности применения элементов фотоники в системах оптической передачи и обработки информации;

– **уметь** действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения; проводить технико-экономический анализ эффективности проектируемых объектов, оценивать инновационные риски принятых решений; использовать современные информационные технологии в научно- исследовательской деятельности в области фотоники и оптоинформатики; работать с приборами и оборудованием, используемым в нанотехнологиях фотоники и оптоинформатики; работать с базами данных по нанотехнологиям; формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования; обосновывать выбор математических моделей на основе принципов идентификации физических процессов и технических систем в фотонике и оптоинформатике

– **владеть** навыками использования современных методов моделирования свойств материалов, процессов и систем; навыками экспериментальных исследований в области нанотехнологий в фотонике и оптоинформатике; процедурами защиты интеллектуальной собственности; современными методами проектирования объектов в профессиональной сфере; навыками постановки цели физических исследований; критериями оценки результатов работы.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 12100

		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	12	12
Практические занятия	24	24
Лабораторные занятия	16	16
Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Подготовка к контрольным работам	4	4
Выполнение индивидуальных заданий	6	6
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	4	4
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Введение. Основные определения и физические основы нанотехнологий фотоники.	2	3	4	11	20	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
2	Эпитаксия, нанесение металлов и диэлектриков	2	9	4	17	32	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
3	Методы оптической литографии. Современные технологии оптической литографии: концепции развития, основы нанолитографии, иммерсионная литография, голографическая литография.	4	4	4	11	23	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
4	Формирование периодических нано-структур в диэлектрических и полу-проводниковых средах с различной размерностью	4	8	4	17	33	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Итого	12	24	16	56	108	

Согласована на портале № 12100

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Основные определения и физические основы нанотехнологий фотоники.	Введение. Понятие наноструктур. Эффекты реализуемые на опто и акусто электронных элементах. Квантовые ямы, квантовые точки. Фуллерены. Теория одноэлектронного квантового транзистора. Безмасляные вакуумные системы для роста квантоворазмерных наноструктур	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
2 Эпитаксия, нанесение металлов и диэлектриков	Виды эпитаксий, условия и оборудование ее проведения. Газофазная, МОС-гидридная, молекулярно-лучевая эпитаксии. Контроль параметров роста нанослоев	2	ОПК-1, ПК-3
	Итого	2	
3 Методы оптической литографии. Современные технологии оптической литографии: концепции развития, основы нанолитографии, иммерсионная литография, голографическая литография.	Суть, виды, методы и оборудование литографий.Современные технологии оптической и электронно-ионной литографии: концепции развития. Основы нанолитографии, иммерсионная, голографическая, лазерная литография.Общая схема литографического процесса.	4	ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
4 Формирование периодических нано-структур в диэлектрических и полу-проводниковых средах с различной размерностью	Техника и технология формирования периодических наноструктур в диэлектрических и полупроводниковых средах с различной размерностью. Технология легирования и имплантации примесей. Кинетика синтеза нанослоев. Диффузионные и сорбционные явления при формировании наноструктур.	4	ОК-2, ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 12100

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
		1	2	3	4
Предшествующие дисциплины					
1	Лазерные и электронно-ионные технологии фотоники	+	+	+	+
2	Материалы нелинейной оптики и динамической голографии		+		+
3	Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+
4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1	Преддипломная практика	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 12100

ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
3 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			8	8
Решение ситуационных задач	6			6
Работа в команде		6		6
Итого за семестр:	6	6	8	20
Итого	6	6	8	20

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Основные определения и физические основы нанотехнологий фотоники.	Спектрометрия газовыделения из кристаллов	4	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
2 Эпитаксия, нанесение металлов и диэлектриков	Молекулярная эпитаксия	4	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
3 Методы оптической литографии. Современные технологии оптической литографии: концепции развития, основы нанолитографии, иммерсионная литография, голографическая литография.	Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов	4	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Итого	4	
4 Формирование периодических нано-структур в диэлектрических и полу-проводниковых средах с	Исследование процесса электронно-лучевой обработки материалов в безмасляном вакууме	4	ОПК-1, ПК-3

Согласована на портале № 12100

различной размерностью	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Основные определения и физические основы нанотехнологий фотоники.	Безмасляные вакуумные системы для эпитаксии и их расчет	2	ОПК-1, ПК-3
	Обсуждение индивидуальных заданий	1	
	Итого	3	
2 Эпитаксия, нанесение металлов и диэлектриков	Расчет параметров формирования нанослоев (скорости, толщины, массопереноса).	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Разработка алгоритма работы эпитаксиального вакуумного оборудования	2	
	Расчет параметров газофазных реакций, расчет сорбционных и диффузионных процессов	2	
	Расчет электрофизических параметров электронно и ионно-лучевого оборудования для формирования и обработки эпитаксиальных нанослоев	2	
	Обсуждение индивидуальных заданий	1	
	Итого	9	
3 Методы оптической литографии. Современные технологии оптической литографии: концепции развития, основы нанолитографии, иммерсионная литография, голографическая литография.	Решение задач по теме литографии	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Обсуждение индивидуальных заданий	2	
	Итого	4	
4 Формирование периодических нано-структур в диэлектрических и полу-проводниковых средах с различной размерностью	Разработка маршрутной карты для формирования покрытий в вакууме.	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3
	Разработка операционных карт технологического процесса	2	
	Расчет параметров технологичности процесса формирования нанослоев	2	
	Обсуждение индивидуальных заданий	2	
	Итого	8	
Итого за семестр		24	

Согласована на портале № 12100

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение. Основные определения и физические основы нанотехнологий фотоники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-3, ОК-2	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	11		
2 Эпитаксия, нанесение металлов и диэлектриков	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	1		
	Подготовка к	1		

Согласована на портале № 12100

	контрольным работам			
	Итого	17		
3 Методы оптической литографии. Современные технологии оптической литографии: концепции развития, основы нанолитографии, иммерсионная литография, голографическая литография.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	11		
4 Формирование периодических нано-структур в диэлектрических и полу-проводниковых средах с различной размерностью	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-2, ОПК-1, ПК-3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	3		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	17		
Итого за семестр		56		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		92		

Согласована на портале № 12100

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Контрольная работа	8	8	8	24
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по индивидуальному заданию			10	10
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 12100

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Александров С. Е., Греков Ф. Ф. Технология полупроводниковых материалов: Учебное пособие. 2 е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 240 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 978 5 8114 1290 7 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/3554/

2. Основы физики плазмы: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / Голант В.Е., Жилинский А.П., Сахаров И.Е. - СПб.: Издательство "Лань", 2011. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1198-6. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/1550/

12.2. Дополнительная литература

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

2. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / В. А. Терехов. - 3-е изд., перераб и доп. - СПб. : Лань, 2003. - 276[12] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 276-277. - ISBN 5-8114-0503-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

3. Процессы и установки электронно-ионной технологии : учебное пособие для вузов / В. Ф. Попов, Ю. Н. Горин. - М. : Высшая школа, 1988. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 250-251. - Предм. указ.: с. 252-253. - ISBN 5-06-001480-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4. Физико-химические процессы в технологии РЭА : Учебник для вузов / Владимир Николаевич Черняев. - М. : Высшая школа, 1987. - 375[1] с. : ил (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.)

5. 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.)

6. 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.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2979, дата обращения: 28.01.2017.

2. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: Методические указания к самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2980, дата обращения: 28.01.2017.

3. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2978, дата обращения: 28.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Согласована на портале № 12100

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, ул. Вершинина 74 , 1-й этаж, аудитория 108 с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным и практическим разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 108. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -2 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP /Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 108. Состав оборудования: Учебная мебель; 2. Действующие заводские установки 2-го габарита для электрофизических исследований: УВН-2М, УРМ-382, ВУП-4, спектрометр ИПДО1, микроскопы МИМ7, МБС, монохроматор ДМР-4, осциллографы С8-12, С1-57, мост измерительный Р-37; действующие макеты ионно-электронных источников.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 12100

лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Согласована на портале № 12100

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12100

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Орликов Л. Н.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12100

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОК-2	способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	Должен знать основные представления о наноматериалах, физических основах нанотехнологий; основные принципы нанодиагностики и наномодификации материалов; современные разработки в области нанофотоники и наноинженерии; технологии модификации материалов в нанометровом диапазоне; цели и задачи исследования; особенности применения элементов фотоники в системах оптической передачи и обработки информации;; Должен уметь действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения; проводить технико-экономический анализ эффективности проектируемых объектов, оценивать инновационные риски принятых решений; использовать современные информационные технологии в научно- исследовательской деятельности в области фотоники и оптоинформатики; работать с приборами и оборудованием, используемым в нанотехнологиях фотоники и оптоинформатики; работать с базами данных по нанотехнологиям; формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования; обосновывать выбор математических моделей на основе принципов идентификации физических процессов и технических систем в фотонике и оптоинформатике; Должен владеть навыками использования современных методов моделирования свойств материалов, процессов и систем; навыками
ОПК-1	способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	
ПК-3	способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования	

Согласована на портале № 12100

		экспериментальных исследований в области нанотехнологий в фотонике и оптоинформатике; процедурами защиты интеллектуальной собственности; современными методами проектирования объектов в профессиональной сфере; навыками постановки цели физических исследований; критериями оценки результатов работы.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-2

ОК-2: способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные представления о наноматериалах, физических основах нанотехнологий; основные принципы нанодиагностики и наномодификации материалов; современные разработки в области нанофотоники	действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые реше-ния; проводить технико-экономический анализ эффективности проектируемых объектов; оценивать	навыками использования современных методов моделирования свойств материалов, процессов и систем; навыками экспериментальных исследований в области нанотехнологий в фотонике и оптоинформатике; про-

Согласована на портале № 12100

	и наноинженерии; технологии модификации материалов в нанометровом диапазоне	инновационные риски принятых решений; использовать современные информационные технологии в научно-исследовательской деятельности в области фотоники и оптоинформатики; работать с приборами и оборудованием, используемым в нанотехнологиях фотоники и оптоинформатики; работать с базами данных по нанотехнологиям;	цедурами защиты интеллектуальной собственности; современными методами проектирования объектов в профессиональной сфере.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• различные принципы диагностики и модификации мате-	• Обладает диапа¬зоном практических умений,	• Владеет стандартными программными

Согласована на портале № 12100

	риалов; современные разработки в области нанотехнологий;	требуемых для развития твор¬ческих решений. Готов нести ответственность за принятые решения;	средствами компьютерного моделирования ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает типовые процессы нанотехнологий, общие понятия в пределах смежных дисциплин ;	• Умеет действовать в нестандартной ситуации;	• Владеет методами систематизации информации;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Умеет обрабатывать информацию из Интернета;	• Имеет представление о технологии моделирования и проектирования.;

2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает цели и задачи исследования знает как формулировать цели и задачи исследования, знает критерии выбора приоритета в решении задач,	формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.	Владеет навыками постановки цели физических исследований. Владеет критериями оценки результатов работы
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию;

Согласована на портале № 12100

	заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• знает как формулировать цели и задачи исследования, знает как выявить приоритеты решения задач, критерии оценки;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений ;	• Владеет навыками дости-жения цели исследований. Свободно владеет критериями оценки результатов работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает общие принципы формулировки проблемных задач и критериев их оценки;	• Умеет формулировать цели и задачи с выделением приоритетов;	• Владеет навыками постановки цели исследований;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает общие принципы построения проблемных задач;	• Умеет обрабатывать информацию из Интернета;	• Работает при прямом наблюдении.;

2.3 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные представления о наноматериалах; основные принципы нанодиагностики и наномодификации материалов; современные разработки в области нанофотоники и наноинженерии; технологии модификации материалов; особенности применения элементов фотоники в системах оптической передачи и обработки информации	оценивать научную значимость и перспек-тивы прикладного использования результатов исследования; обосновывать выбор математических моделей на основе принципов идентификации физических процессов и технических систем в фотонике и оптоинформатике; проводить технико-экономический анализ эффективности проектируемых объектов, оценивать инновационные риски	навыками использо-вания современных методов моделирования свойств материалов, процессов и систем; навыками экспе-риментальных исследований в области нано-технологий в фотонике и оптоинформатике; владеть процедурами защиты интеллектуальной собственности; владеть современными методами проектирования объектов в профессиональной сфере.

Согласована на портале № 12100

		принятых решений; использовать современные информационные технологии в научно-исследовательской деятельности в области фотоники и оптоинформатики; работать с приборами и оборудованием, используемым в нанотехнологиях фотоники и оптоинформатики; работать с базами данных по нанотехнологиям;	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает методы оценки научной значимости и перспективы прикладного	• проводить технико-экономический анализ эффективности проектируемых	• навыками использования современных методов моделирования свойств

Согласована на портале № 12100

	использования результатов исследования;	объектов, оценивать инновационные риски принятых решений; использовать современные информационные технологии в научно-исследовательской деятельности в области фотоники и оптоинформатики;	материалов, процессов и систем; навыками экспе-риментальных исследований в области нано-технологий в фотонике и оптоинформатике; владеть процедурами защиты интеллектуальной собственности;;
Хорошо (базовый уровень)	• Знать как проводить технико-экономический анализ эффективности проектируемых объектов, оценивать инновационные риски принятых решений;	• оценивать инновационные риски принятых решений; использовать современные информационные технологии в научно-исследовательской деятельности ;	• навыками экспе-риментальных исследований в области нано-технологий в фотонике и оптоинформатике; владеть процедурами защиты интел-лектуальной собст-венности; ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знать как работать с базами данных по нанотехнологиям;	• работать с базами данных по нанотехнологиям;	• Способен оценивать перспективы использования результатов исследований;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Адсорбция, абсорбция, хемосорбция, десорбция. Расчет безмасляных вакуумных систем. Программное управление оборудованием. Условия проведения эпитаксий. Подготовка подложек для эпитаксии. Вакуумная гигиена. Легирование при эпитаксии Виды прецезионных литографий. Фотошаблоны. Прецезионное ионное травление. Эллипсометрия в контроле поверхности подложек. Модели роста кристалла. Процесс расшифровки кинетики роста квантовых точек и сверхрешеток при молекуляр-ной эпитаксии

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Формирование покрытий с конкретными функциональными свойствами на кон-кретном кристалле. Нанесение оптических покрытий на конкретные изделия; материалы подложек: кристалл, полиэтиленовой пленка, лавсан, винипроз, стекло, керамика и т.д. Ионная обработка конкретных материалов (травление, очистка, полировка). Модификация поверхности под действием ионного или электронного воздействия. Разработка программных продуктов и отработка технологии программирования при проведении технологических процессов. Процесс изготовления оптического волновода на ниобате лития. Процесс изготовления волновода на стеклах. Технология формирования окисной пленки титана на танталате висмута, ниобате лития или на стекле. Процесс легирования и диффузии элементов (железо, медь, свинец, церий и др.) в ниобат лития Технология ионного легирования или ионной имплантации в пьезокристаллы. Процесс формирования зеркальных покрытий с внешним отражающим слоем.

Согласована на портале № 12100

3.3 Темы опросов на занятиях

– Безмасляные вакуумные системы для эпитаксии и их расчет: расчет параметров формирования нанослоев (скорости, толщины, массопере-носа); разработка алгоритма работы эпитаксиального вакуумного оборудования; расчет параметров газофазных реакций, расчет сорбционных и диффузионных процессов; расчет электрофизических параметров электронно и ионно-лучевого оборудования для формирования и обработки эпитаксиальных нанослоев. Решение задач по теме литографии. Разработка маршрутной карты для формирования покрытий в вакууме. Разработка операционных карт тех процесса. Расчет параметров технологичности процесса формирования нанослоев. Обсуждение индивидуальных заданий.

3.4 Темы контрольных работ

– Расчет параметров формирования нанослоев (скорости, толщины, массопереноса). Разработка алгоритма работы эпитаксиального вакуумного оборудования. Расчет параметров газофазных реакций, расчет сорбционных и диффузионных процессов Расчет электрофизических параметров оборудования для формирования и обработки нанослоев. Разработка маршрутной карты для формирования покрытий в вакууме.

3.5 Экзаменационные вопросы

– Квантовая точка, параметры и методы получения Ионный синтез нанослоев Квантовые ямы Понятие каллоидальной точки Нанотрубки и устройства на их основе Фуллерены, свойства и методы их получения Схемы безмасляных вакуумных систем для нанотехнологий Методы получения кристаллических пленок Кинетическое уравнение процесса откачки газа Расчет вакуумных систем Охарактеризуйте общие условия искусственной эпитаксии. Назовите виды литографий и их разрешающие возможности. Охарактеризуйте позитивные и негативные фоторезисты. Приведите типовой фотолитографический процесс. Опишите методы нанесения фоторезиста, их достоинства и недостатки. Охарактеризуйте методы совмещения изображений. Как проводится перенос изображения в топологические слои? Приведите критерии выбора фотошаблонов. Назовите методы мультипликации и репродуцирования. Поясните принцип работы фотоповторителя. Охарактеризуйте методы травления фоторезиста. Сравните термоионное и электронно-лучевое осаждение пленок. Каковы особенности безтигельного испарения пленок? Как получить пленки равномерной толщины? Каковы особенности испарения сублиматоров?

3.6 Темы лабораторных работ

– Спектрометрия газовыделения из кристаллов

– Молекулярная эпитаксия

– Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов

– Исследование процесса электронно-лучевой обработки материалов в безмасляном вакууме

4 Методические материалы

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

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Александров С. Е., Греков Ф. Ф. Технология полупроводниковых материалов: Учебное пособие. 2 е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 240 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 978 5 8114 1290 7 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/3554/

2. Основы физики плазмы: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / Голант В.Е., Жилинский А.П., Сахаров И.Е. - СПб.: Издательство "Лань", 2011. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1198-6. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/1550/

4.2. Дополнительная литература

1. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.

Согласована на портале № 12100

] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 310-313. - ISBN 5-86889-244-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

2. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / В. А. Терехов. - 3-е изд., перераб и доп. - СПб. : Лань, 2003. - 276[12] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 276-277. - ISBN 5-8114-0503-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

3. Процессы и установки электронно-ионной технологии : учебное пособие для вузов / В. Ф. Попов, Ю. Н. Горин. - М. : Высшая школа, 1988. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 250-251. - Предм. указ.: с. 252-253. - ISBN 5-06-001480-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4. Физико-химические процессы в технологии РЭА : Учебник для вузов / Владимир Николаевич Черняев. - М. : Высшая школа, 1987. - 375[1] с. : ил (наличие в библиотеке ТУСУР - 53 экз.)

5. 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.)

6. 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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2979, свободный.

2. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: Методические указания к самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2980, свободный.

3. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2012. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2978, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 12100