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

Технология приборов оптической электроники и фотоники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	14	14	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные занятия	10	10	часов
4	Всего аудиторных занятий	34	34	часов
5	Из них в интерактивной форме	26	26	часов
6	Самостоятельная работа	38	38	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12103

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) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2015-09-03 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:

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

Согласована на портале № 12103

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Технология приборов оптической электроники и фотоники» является необходимость овладения студентами научными основами проектирования и управления сложными технологическими процессами и оборудованием

1.2. Задачи дисциплины

– привить студентам навык в подходах к освоению сложных технологических процессов с применением высоких технологий

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технология приборов оптической электроники и фотоники» (Б1.В.ОД.20) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Информатика, Основы технологии оптических материалов и изделий, Физика, Электротехника и электроника.

Последующими дисциплинами являются: Материалы нелинейной оптики, Приборы квантовой электроники и фотоники, Фоторефрактивная нелинейная оптика и динамическая голография.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 способностью к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов;

– ПК-7 готовностью к участию в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основы современных технологий синтеза оптических материалов; параметры технологичности, знает типовые процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов; устройство техники, основные электрические схемы управления

– **уметь** использовать данные об оптических материалах для прогнозирования оптических и физико-химических свойств новых материалов фотоники; проектировать технологические процессы в соответствии с требованиями безопасности; проводить испытания и сервисное обслуживание техники

– **владеть** технологиями организации, проведения и обработки результатов измерений в соответствии с требованиями стандартов; современными методиками исследования основных физико-химических свойств материалов в фотонике и оптоинформатике; технологией монтажа, наладки, настройки, юстировки

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	34	34
Лекции	14	14
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	10	10
Из них в интерактивной форме	26	26

Согласована на портале № 12103

Самостоятельная работа (всего)	38	38
Выполнение индивидуальных заданий	9	9
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Проработка лекционного материала	9	9
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость час	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	2.0	2.0

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	Подготовка к проведению технологического процесса	1	0	2	3	6	ПК-6, ПК-7
2	Технологичность изготовления приборов оптической электроники и фотоники.	1	2	0	3	6	ПК-6, ПК-7
3	Технология получения высокого вакуума в производстве приборов оптической электроники.	2	0	0	1	3	ПК-6, ПК-7
4	Масс-спектрометрия.	1	0	4	5	10	ПК-6, ПК-7
5	Межфазные взаимодействия в технологии формирования приборов оптической электроники и фотоники	2	0	0	1	3	ПК-6, ПК-7
6	Технология подготовки поверхности оптических материалов к технологическим процессам (очистка).	2	4	0	10	16	ПК-6, ПК-7
7	Методы формирования нанослоев для приборов оптической электроники и фотоники	2	0	4	5	11	ПК-6, ПК-7
8	Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов оптической электроники.	1	4	0	9	14	ПК-6, ПК-7
9	Основы технологии изготовления оптоэлектронных приборов на основе арсенида галлия	2	0	0	1	3	ПК-6, ПК-7

Согласована на портале № 12103

	Итого	14	10	10	38	72	

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
6 семестр			
1 Подготовка к проведению технологического процесса	Введение. Эффекты, реализуемые в оптической электронике и фотонике. Получение материалов для приборов оптической электроники и фотоники. Типовой технологический процесс. Подобие технологических процессов. Уровни математического описания процесса. Законы регулирования параметров процесса: П, ПИ, ПИД. Групповые измерительные преобразователи ПСВД, ПСТП, ПСИД, ПСТР. Пневматические устройства управления процессами.	1	ПК-6, ПК-7
	Итого	1	
2 Технологичность изготовления приборов оптической электроники и фотоники.	Технологичность процессов изготовления приборов оптической электроники и фотоники. Методы оценки параметров технологичности. Языки пользователя для программирования технологических процессов. Язык релейно-контактных символов. Языки типа КАУТ, Время-команда, время- параметр, SCPI., языки для программирования логических контроллеров.	1	ПК-6, ПК-7
	Итого	1	
3 Технология получения высокого вакуума в производстве приборов оптической электроники.	Технологические вакуумные системы и установки. Расчет вакуумных систем. Измерение парциальных давлений. Алгоритм включения и выключения типовых вакуумных установок с масляными средствами откачки. Практические рекомендации по поиску негерметичности вакуумных систем.	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
4 Масс-спектрометрия.	Принцип работы и устройство масс-спектрометра: источники ионов, масс-анализаторы, детекторы, хромато-масс-спектрометрия, характеристики масс-	1	ПК-6, ПК-7

Согласована на портале № 12103

	спектрометров и масс-спектрометрических детекторов. Применения масс-спектрометрии		
	Итого	1	
5 Межфазные взаимодействия в технологии формирования приборов оптической электроники и фотоники	Межфазное равновесие процессов. Теплота, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, свободная энергия. Фазовая диаграмма. Диаграмма изобарного потенциала. Применение теории межфазных взаимодействий при формировании высококачественных пленок.	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
6 Технология подготовки поверхности оптических материалов к технологическим процессам (очистка).	Вакуумная гигиена и очистка материалов. Общая схема очистки материалов для приборов оптической электроники и фотоники. Электрофизические методы очистки. Контроль качества очистки. Ионное травление материалов.	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
7 Методы формирования нанослоев для приборов оптической электроники и фотоники	Физико-химические процессы получения наноматериалов. Типы пленок и методы их получения Термическое испарение материалов в вакууме. Электронно-лучевой метод формирования пленок. Магнетронное формирование пленок. Электродуговые методы формирования пленок. Формирование пленок с помощью ионных источников. Методы измерения параметров пленок.	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
8 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов оптической электроники.	Понятие эпитаксии. Технология газофазной и МОС-гидридной эпитаксии. Кинетика молекулярно-лучевой эпитаксии. Методы анализа эпитаксиальных структур.	1	ПК-6, ПК-7
	Итого	1	
9 Основы технологии изготовления оптоэлектронных приборов на основе арсенида галлия	Литография и ее виды. Основные процессы при изготовлении оптоэлектронных и акустоэлектронных приборов. Материалы для приборов оптоэлектроники и техника безопасности при работе с ними. Влияние различных факторов на зародышеобразование и рост эпитаксиальных структур.Конструкции установок молекулярно-лучевой эпитаксии «КАТУНЬ», «АНГАРА» и	2	ПК-6, ПК-7

Согласована на портале № 12103

	др.		
	Итого	2	
Итого за семестр		14	

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.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1	Информатика						+		+	+
2	Основы технологии оптических материалов и изделий				+	+		+	+	
3	Физика	+		+				+		
4	Электротехника и электроника		+		+		+		+	+
Последующие дисциплины										
1	Материалы нелинейной оптики	+			+	+				+
2	Приборы квантовой электроники и фотоники	+	+		+			+		
3	Фоторефрактивная нелинейная оптика и динамическая голография			+			+		+	+

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	

Согласована на портале № 12103

ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии

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
6 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			10	10
Работа в команде		8		8
Решение ситуационных задач	8			8
Итого за семестр:	8	8	10	26
Итого	8	8	10	26

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
6 семестр			
1 Подготовка к проведению технологического процесса	Подготовка к проведению технологического процесса	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
4 Масс-спектрометрия.	Исследование состава остаточной	4	ПК-6, ПК-

Согласована на портале № 12103

	атмосферы в отпаянном приборе с помощью омегатронного масс-спектрометра		7
	Итого	4	
7 Методы формирования нанослоев для приборов оптической электроники и фотоники	Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом	4	ПК-6, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		10	

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
6 семестр			
2 Технологичность изготовления приборов оптической электроники и фотоники.	Типовые технологические процессы в технологии приборов оптической электроники и фотоники	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
6 Технология подготовки поверхности оптических материалов к технологическим процессам (очистка).	Математическое моделирование и расчет технологических процессов	2	ПК-6, ПК-7
	Презентация электрофизических технологий для изготовления приборов оптической электроники	1	
	Защита индивидуальных заданий	1	
	Итого	4	
8 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов оптической электроники.	Расчеты электрофизических параметров технологических процессов	2	ПК-6, ПК-7
	Презентация электрофизических технологий для изготовления приборов оптической электроники	1	
	Защита индивидуальных заданий	1	
	Итого	4	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 12103

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Подготовка к проведению технологического процесса	Проработка лекционного материала	1	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
2 Технологичность изготовления приборов оптической электроники и фотоники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Технология получения высокого вакуума в производстве приборов оптической электроники.	Проработка лекционного материала	1	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
4 Масс-спектрометрия.	Проработка лекционного материала	1	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
5 Межфазные взаимодействия в технологии формирования приборов оптической электроники и фотоники	Проработка лекционного материала	1	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
6 Технология подготовки поверхности оптических материалов к технологическим процессам (очистка).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	5		

Согласована на портале № 12103

	Итого	10		
7 Методы формирования нанослоев для приборов оптической электроники и фотоники	Проработка лекционного материала	1	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
8 Процесс эпитаксиального выращивания структур для приборов оптической электроники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	4		
	Итого	9		
9 Основы технологии изготовления оптоэлектронных приборов на основе арсенида галлия	Проработка лекционного материала	1	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
Итого за семестр		38		
Итого		38		

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
6 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	7	7	7	21
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа	8	7	5	20
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по индивидуальному			20	20

Согласована на портале № 12103

заданию				
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Итого максимум за период	28	27	45	100
Нарастающим итогом	28	55	100	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)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Технология приборов оптической электроники и фотоники: Учебное пособие / Орликов Л. Н. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1543, дата обращения: 28.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

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

2. 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 ISBN 5-86889-244-5 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

3. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 225 экз.)

Согласована на портале № 12103

4. Вакуумная техника: Учебник для вузов / Л. Н. Розанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1990. - 319[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

5. Основы вакуумной техники : Учебник для техникумов / А. И. Пипко [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1981. - 430 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)

6. 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.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология приборов оптической электроники и фотоники: Методические указания по самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3457, дата обращения: 28.01.2017.
2. Технология приборов оптической электроники и фотоники: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3458, дата обращения: 28.01.2017.
3. Подготовка к проведению технологического процесса: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3460, дата обращения: 28.01.2017.
4. Исследование состава остаточной атмосферы в отпаянном приборе с помощью омегатронного масс-спектрометра: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3461, дата обращения: 28.01.2017.
5. Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3459, 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.

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, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория,

Согласована на портале № 12103

расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. XXX. 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. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. YYY. Состав оборудования: Учебная мебель; Действующие заводские установки типа УРМ, УВН, ВОП, А-306.05, БУЛАТ. Переносные макеты для демонстрации на лекциях; макеты напылительных устройств, испарителей, элементов электронных приборов, материалы электронной техники.

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 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

Согласована на портале № 12103

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:

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 № 12103

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

Технология приборов оптической электроники и фотоники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- профессор каф. ЭП Орликов Л. Н.

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12103

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
ПК-6	способностью к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов	Должен знать основы современных технологий синтеза оптических материалов; параметры технологичности, знает типовые процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов; устройство техники, основные электрические схемы управления; Должен уметь использовать данные об оптических материалах для прогнозирования оптических и физико-химических свойств новых материалов фотоники; проектировать технологические процессы в соответствии с требованиями безопасности; проводить испытания и сервисное обслуживание техники; Должен владеть технологиями организации, проведения и обработки результатов измерений в соответствии с требованиями стандартов; современными методиками исследования основных физико-химических свойств материалов в фотонике и оптоинформатике; технологией монтажа, наладки, настройки, юстировки;
ПК-7	готовностью к участию в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники	

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	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения	Берет ответственность за завершение задач в исследовании,

Согласована на портале № 12103

	изучаемой области	определенных проблем в области исследования	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 ПК-6

ПК-6: способностью к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов.

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	знает основы современных технологий синтеза оптических материалов; знает параметры технологичности, знает типовые процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов	использовать данные об оптических материалах для прогнозирования оптических и физико-химических свойств новых материалов фотоники; проектировать типовые техноло-гические процессы в соответствии с требованиями безопасности	технологиями организации, проведения и обработки результатов измерений в соответствии с требованиями стандартов; современными методиками исследования основных физико-химических свойств материалов в фотонике и оптоинформатике
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• 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 № 12103

	заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

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)	• Знает расчеты параметров технологичности, знает подходы к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, знает приемы разработки типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов;	• умеет творчески подходить к решению задач в области проектирования и конструирования средней сложности, знает международные стандарты и программы управления технологическими процессами;	• Свободно владеет стандартными программными средствами компьютерного моделирования и проектирования в области разработки нестандартных и типовых технологических процессов, владеет международными требованиями к проектированию технологии приборов оптической электроники;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает показатели технологичности, знает основы современных технологий синтеза оптических материалов;	• Умеет проектировать типовые технологические процессы в соответствии с требованиями безопасности;	• Владеет технологиями организации, проведения и обработки результатов измерений в соответствии с требованиями отраслевых стандартов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает типовые технологические процессы и их проектирование;	• Умеет обрабатывать информацию по технологии из Интернета;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью к участию в монтаже, наладке, настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники.

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	Устройство техники, основные электрические	Проводить испытания и сервисное обслуживание	Технологией монтажа, наладки, настройки,

Согласована на портале № 12103

	схемы управления	техники	юстировки
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• 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; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Зачет;

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 устройство и принцип работы различных приборов оптической электроники, основные электрические схемы установок, комплектацию оборудования, знает правила устройства электроустановок;	• Умеет монтировать различные приборов оптической электроники, умеет практически настраивать оптоэлектронные приборы, умеет реализовать творческие решения в области конструирования различной сложности;	• Владеет методикой монтажа, настройки, юстировки владеет навыками сервисного обслуживания и ремонта техники. ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные схемы различных приборов оптической электроники, комплектацию и технологию настройки оптических систем;	• Умеет проектировать типовые технологические процессы в соответствии с требованиями безопасности;	• Владеет технологиями организации и проведения испытаний;
Удовлетворительн	• Знает типовые	• Умеет обрабатывать	• Работает при прямом

Согласована на портале № 12103

о (пороговый уровень)	приемы сервисного обслуживания;	информацию из Интернета;	наблюдении.;

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

– Физико-химические процессы получения наноматериалов. Диодные, триодные и тетродные системы для распыления материалов. Модели формирования пленок и причины дефектообразования. Конструкции установок молекулярно-лучевой эпитаксии «КАТУНЬ», «АНГАРА» и др.

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Формирование покрытий с конкретными функциональными свойствами на конкретных из-делиях фотоники. Формирование пленок на изделиях фотоники Ионная обработка материалов (травление, очистка, полировка). Модификация поверхности под действием ионного или электронного воздействия. Разработка программных продуктов и отработка технологии программирования при прове-дении технологических процессов. Процесс изготовления волновода на ниобате лития. Процесс изготовления волновода на стеклах. Процесс ионного травления ниобата лития. Технология формирования солнечного элемента. Технология формирования окисной пленки титана на танталате висмута, ниобате лития. Металлизация конкретного изделия фотоники

3.3 Темы опросов на занятиях

– Типовые технологические процессы в технологии приборов оптической электроники и фотоники. Математическое моделирование и расчет технологических процессов. Расчеты электрофизических параметров технологических процессов. Презентация электрофизических технологий для изготовления приборов оптической электроники 5. Защита индивидуальных заданий

3.4 Темы докладов

– Физико-химические процессы получения наноматериалов Диодные, триодные и тетродные системы для распыления материалов. Модели формирования пленок и причины дефектообразования Конструкции установок молекулярно-лучевой эпитаксии «КАТУНЬ», «АНГАРА» и др

3.5 Темы контрольных работ

– Назовите показатели технологичности. Приведите методы анализа на технологичность. Назовите приемы улучшения технологичности. Как проводится оптимизация технологических процессов на языках КАУТ? Основные команды языка STPI Чем отличается чертеж схемы изделия от чертежа конструкции изделия? Что понимается под квалитетами, допусками, посадками

3.6 Темы лабораторных работ

– Подготовка к проведению технологического процесса

– Исследование состава остаточной атмосферы в отпаянном приборе с помощью омегатронного масс-спектрометра

– Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом

3.7 Зачёт

– Показатели технологичности. Методы анализа на технологичность. Приемы улучшения технологичности. Критерии оценки чертежей на технологичность Запишите основное уравнение вакуумной техники. Приведите алгоритм расчета вакуумной системы. Опишите принципы работы вакуумных насосов Объясните причины предельных возможностей откачных средств по давлению. Перечислите марки масел для вакуум-насосов и требования к ним. Приведите алгоритм включения и выключения вакуумных установок. Приведите схемы безмасляных форвакуумных

Согласована на портале № 12103

насосов Запишите алгоритм запуска и остановки установок с диффузионными насосами. Охарактеризуйте новейшие масла для диффузионных насосов. Опишите аварийные ситуации при работе диффузионных насосов. Назовите приемы уменьшения углеводородов в вакуумных системах В чем состоят особенности очистки кристаллов? Каковы способы консервации очищенных изделий? Как проводится контроль качества очистки? Каков механизм очистки с помощью деионизованной воды? Как проводится очистка воздуха?

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. Технология приборов оптической электроники и фотоники: Учебное пособие / Орликов Л. Н. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1543, свободный.

4.2. Дополнительная литература

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

2. 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 ISBN 5-86889-244-5 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 103 экз.)

3. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 225 экз.)

4. Вакуумная техника: Учебник для вузов / Л. Н. Розанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1990. - 319[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

5. Основы вакуумной техники : Учебник для техникумов / А. И. Пипко [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1981. - 430 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)

6. 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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология приборов оптической электроники и фотоники: Методические указания по самостоятельной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3457, свободный.

2. Технология приборов оптической электроники и фотоники: Методические указания к практическим занятиям / Орликов Л. Н. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3458, свободный.

3. Подготовка к проведению технологического процесса: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3460, свободный.

4. Исследование состава остаточной атмосферы в отпаянном приборе с помощью омегатронного масс-спектрометра: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3461, свободный.

5. Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом: Методические указания к лабораторной работе / Орликов Л. Н. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3459, свободный.

Согласована на портале № 12103

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета