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

Органические и неорганические наногетероструктуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление в светотехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Из них в интерактивной форме	22	22	часов
6	Самостоятельная работа	60	60	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21436

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от «26» 5 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. РЭТЭМ	_____	В. С. Солдаткин
Профессор каф. РЭТЭМ	_____	А. А. Вилисов
Заведующий кафедрой каф. РЭТЭМ	_____	А. А. Туев
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев

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

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	_____	В. И. Туев

Эксперты:

Доцент каф. РЭТЭМ	_____	Н. Н. Несмелова
Доцент каф. РЭТЭМ	_____	В. Г. Христюков

Согласована на портале № 21436

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

является формирование компетенций в наноэлектроники на основе органических и неорганических наногетероструктур.

1.2. Задачи дисциплины

– – Познакомить с типовыми методами исследования свойств органических и неорганических наногетероструктур, с технологическими процессами их получения;

– – Научить разрабатывать и проектировать органические и неорганические наногетероструктуры;

– – Познакомить с оборудованием для создания и исследования свойств органических и неорганических наногетероструктур.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Органические и неорганические наногетероструктуры» (ФТД.1) относится к блоку ФТД.1.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теоретические основы использования полимерных материалов в электронике.

Последующими дисциплинами являются: Технологии корпусирования светодиодов белого цвета, Технология поверхностного монтажа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-3 готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;

– ПСК-3 способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** свойства полупроводниковых материалов группы AIIIBV и особенности гетероструктур на их основе; свойства и особенности органических гетероструктур; типы приборных структур и интегральных схем на основе органических и неорганических наногетероструктур; основные тенденции развития приборов и схем на изучаемых материалах и тенденции развития технологий

– **уметь** осуществлять выбор последовательности технологических операций, необходимых для изготовления требуемого элемента или топологического слоя структуры на заданном материале

– **владеть** навыками расчета основных характеристик приборов на гетероструктурах (HEMT, лазеры на гетероструктурах, светодиоды)

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	22	22
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24

Согласована на портале № 21436

Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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
2 семестр						
1 Введение	4	4	4	15	27	ОК-3, ПСК-3
2 Приборы на неорганических гетероструктурах	4	4	4	15	27	ОК-3, ПСК-3
3 Оптоэлектронные приборы на неорганических гетероструктурах	4	4	4	15	27	ОК-3, ПСК-3
4 Приборы на органических гетероструктурах	4	4	4	15	27	ОК-3, ПСК-3
Итого за семестр	16	16	16	60	108	
Итого	16	16	16	60	108	

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
2 семестр			
1 Введение	Низкоразмерные структуры. Квантовые ямы, квантовые точки, квантовые нити. Понятие гетероперехода. Виды гетеропереходов. Их свойства и применение. Органические наногетероструктуры. Неорганические наногетероструктуры.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 21436

2 Приборы на неорганических гетероструктурах	Физика работы полевого гетероструктурного транзистора. Основные характеристики HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на pHEMT и mHEMT. Физика работы биполярного гетероструктурного транзистора. Основные характеристики ГБТ-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на ГБТ.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
3 Оптоэлектронные приборы на неорганических гетероструктурах	Светодиоды на гетероструктурах на основе GaAs, GaN. Гетероструктурные лазеры. Солнечные батареи. Детекторы излучений. Конструкции светодиодов из разных материалов. Конструкции солнечных батарей и лазеров. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
4 Приборы на органических гетероструктурах	Приборы на органических гетероструктурах: полевые транзисторы, светодиоды, сенсорные и электрохимические датчики, полимерные батарейки, электролюминесцентные приборы, диоды Шоттки и органические транзисторы, гибкие фотовольтаические элементы для преобразователей солнечной энергии. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

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 представлены 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
Предшествующие дисциплины				
1 Теоретические основы использования поли-	+	+	+	+

Согласована на портале № 21436

мерных материалов в электронике				
Последующие дисциплины				
1 Технологии корпусирования светодиодов белого цвета	+	+	+	+
2 Технология поверхностного монтажа	+	+	+	+

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 работы	Самостоятельная работа	
ОК-3	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию
ПСК-3	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию

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
2 семестр				
Разработка проекта	8	8	6	22
Итого за семестр:	8	8	6	22
Итого	8	8	6	22

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 21436

2 семестр			
1 Введение	Исследование свойств органических и неорганических наногетероструктур.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
2 Приборы на неорганических гетероструктурах	Исследование характеристик HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
3 Оптоэлектронные приборы на неорганических гетероструктурах	Исследование характеристик светодиодов на гетероструктурах на основе GaAs, GaN.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
4 Приборы на органических гетероструктурах	Исследование свойств электролюминесцентных приборов на основе органических наногетероструктурах.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение	Низкоразмерные структуры. Квантовые ямы, квантовые точки, квантовые нити. Понятие гетероперехода. Виды гетеропереходов. Их свойства и применение. Органические наногетероструктуры. Неорганические наногетероструктуры.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
2 Приборы на неорганических гетероструктурах	Физика работы полевого гетероструктурного транзистора. Основные характеристики HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на pHEMT и mHEMT. Физика работы биполярного гетероструктурного транзистора. Основные характеристики ГБТ-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и техноло-	4	ОК-3, ПСК-3

Согласована на портале № 21436

	гические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на ГБТ.		
	Итого	4	
3 Оптоэлектронные приборы на неорганических гетероструктурах	Светодиоды на гетероструктурах на основе GaAs, GaN. Гетероструктурные лазеры. Солнечные батареи. Детекторы излучений. Конструкции светодиодов из разных материалов. Конструкции солнечных батарей и лазеров. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
4 Приборы на органических гетероструктурах	Полевые транзисторы, светодиоды, сенсорные и электрохимические датчики, полимерные батарейки, электролюминесцентные приборы, диоды Шоттки и органические транзисторы, гибкие фотовольтаические элементы для преобразователей солнечной энергии. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.	4	ОК-3, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

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
2 семестр				
1 Введение	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-3, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	15		
2 Приборы на неорганических гетероструктурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-3, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	3		

Согласована на портале № 21436

	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	15		
3 Оптоэлектронные приборы на неорганических гетероструктурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-3, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	15		
4 Приборы на органических гетероструктурах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-3, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	15		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

10. Курсовая работа (проект)

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
2 семестр				
Опрос на занятиях	3	4	3	10
Отчет по лабораторной работе	15	15	15	45
Отчет по практическому занятию	15	15	15	45
Итого максимум за период	33	34	33	100
Нарастающим итогом	33	67	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

Согласована на портале № 21436

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 изготовления светодиодных кристаллов: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А. - 2017. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6743, дата обращения: 06.06.2017.

2. Полимерные материалы в светотехнике и электронике: Учебное пособие / Туев В. И., Вилисов А. А., Иванов А. А., Солдаткин В. С. - 2016. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6609, дата обращения: 06.06.2017.

3. Современные проблемы светодиодных технологий и светотехнических устройств: Учебное пособие / Туев В. И. - 2017. 136 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6713, дата обращения: 06.06.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебное пособие / Иванов А. А., Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. - 2017. 307 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6922, дата обращения: 06.06.2017.

2. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2013. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3716, дата обращения: 06.06.2017.

3. Наноэлектроника: Учебное пособие / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. - 2010. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537, дата обращения: 06.06.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Полимерные материалы для электроники и светотехники: Методические указания по практической и самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И., Каменкова В. С. - 2016. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6623, дата обращения: 06.06.2017.

2. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Методические указания по самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С., Иванов А. А. - 2017. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6740, дата обращения: 06.06.2017.

Согласована на портале № 21436

3. Полимерные материалы в светотехнике: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С., Туев В. И. - 2016. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6608, дата обращения: 06.06.2017.

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. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/
2. Научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru
3. Электронно-библиотечная система "Лань" http://e.lanbook.com

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, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, Ленина пр-кт, д. 40, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебель: компьютерный стол-17шт, учебный стол- 9, стулья-37 шт.; доска магнитно-маркерная -1шт.; компьютеры класса не ниже Intel Pentium G2020 -18 шт.; телевизор Samsung-1шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office 2007; Mathcad 13.1. Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, пр. Ленина 40, лаборатория № 419. Состав оборудования: АРМ ИНЖЕНЕРА (3 шт.). Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.). Демонтажная станция. Компьютер с монитором (3 шт.). Доска МАРКЕРНО-МЕЛОВАЯ. Дымоуловитель QUICK 493A ESD (4 шт.). Измеритель светового потока «ТКА-КК1» Ионизатор воздуха QUICK 440. Источник питания (3 шт.). Шкаф. Спектрофлуометр СМ2203. Вентиляционная система. Стенд лабораторный для определения потерь тепла. Установка для демонстрации силы Лоренца U30065. Латр. Микрометр. Мультиметр цифровой (7 шт.). Генератор сигналов специальной формы AWG – 4105. Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800. Прибор WA 222. Частотомер GFC-8010H 1Гц-120МГц GW. Инфракрасный дистанционный термометр UT30A. Осциллограф (2 шт.).

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), рас-

Согласована на портале № 21436

положенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Красноармейская, 146, 2 этаж, ауд. 204. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 7 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
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;

Согласована на портале № 21436

– 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 № 21436

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

Органические и неорганические наногетероструктуры

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление в светотехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- Доцент каф. РЭТЭМ В. С. Солдаткин
- Профессор каф. РЭТЭМ А. А. Вилисов
- Заведующий кафедрой каф. РЭТЭМ А. А. Туев

Зачет: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21436

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-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	Должен знать свойства полупроводниковых материалов группы AIIIBV и особенности гетероструктур на их основе; свойства и особенности органических гетероструктур; типы приборных структур и интегральных схем на основе органических и неорганических наногетероструктур; основные тенденции развития приборов и схем на изучаемых материалах и тенденции развития технологий; Должен уметь осуществлять выбор последовательности технологических операций, необходимых для изготовления требуемого элемента или топологического слоя структуры на заданном материале; Должен владеть навыками расчета основных характеристик приборов на гетероструктурах (HEMT, лазеры на гетероструктурах, светодиоды);
ПСК-3	способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства	

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

Согласована на портале № 21436

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-3

ОК-3: готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности.

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	основы общения с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	активно общаться с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	навыками общения с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • 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)	• успешные и структурированные знания основ научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности для активного общения с коллегами;	• активно и систематизировано общаться с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;	• всеми необходимыми навыками общения с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;
Хорошо (базовый уровень)	• успешные но не структурированные знания основ научной, производственной и социально-общественной	• активно но не систематизировано общаться с коллегами в научной, производственной и социально-общественной	• основными навыками общения с коллегами в научной, производственной и социально-общественной

Согласована на портале № 21436

	сферах деятельности для активного общения с коллегами;	сферах деятельности;	сферах деятельности;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• базовые знания основ научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности для активного общения с коллегами;	• общаться с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;	• навыками общения с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;

2.2 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства.

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	основы разработки технологической документации на светотехнические устройства	разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства	навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • 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)	• успешное и структурированное знание основ разработки технологической документации на светотехниче-	• успешно и систематизировано разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устрой-	• всеми необходимыми навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства;

Согласована на портале № 21436

	ские устройства;	ства;	
Хорошо (базовый уровень)	• успешное но не структурированное основ разработки технологической документации на светотехнические устройства;	• успешно но не систематизировано разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;	• основными навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• базовое знание основ разработки технологической документации на светотехнические устройства;	• разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства под контролем квалифицированного специалиста;	• навыками разработки технологической документации на светотехнические устройства под руководством квалифицированного специалиста;

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 Темы опросов на занятиях

– Низкоразмерные структуры. Квантовые ямы, квантовые точки, квантовые нити. Понятие гетероперехода. Виды гетеропереходов. Их свойства и применение. Органические наногетероструктуры. Неорганические наногетероструктуры.

– Физика работы полевого гетероструктурного транзистора. Основные характеристики HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на pHEMT и mHEMT. Физика работы биполярного гетероструктурного транзистора. Основные характеристики ГБТ-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на ГБТ.

– Светодиоды на гетероструктурах на основе GaAs, GaN. Гетероструктурные лазеры. Солнечные батареи. Детекторы излучений. Конструкции светодиодов из разных материалов. Конструкции солнечных батарей и лазеров. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.

– Приборы на органических гетероструктурах: полевые транзисторы, светодиоды, сенсорные и электрохимические датчики, полимерные батарейки, электролюминесцентные приборы, диоды Шоттки и органические транзисторы, гибкие фотовольтаические элементы для преобразователей солнечной энергии. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.

3.2 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Низкоразмерные структуры. Квантовые ямы, квантовые точки, квантовые нити. Понятие гетероперехода. Виды гетеропереходов. Их свойства и применение. Органические наногетероструктуры. Неорганические наногетероструктуры.

– Физика работы полевого гетероструктурного транзистора. Основные характеристики HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на pHEMT и mHEMT. Физика работы биполярного гетероструктурного транзистора. Основные характеристики ГБТ-транзисторов. Характеристики транзисторов в зависимости от материалов гетероструктуры. Конструктивные и технологические особенности транзисторов. СВЧ интегральные схемы на ГБТ.

– Светодиоды на гетероструктурах на основе GaAs, GaN. Гетероструктурные лазеры. Сол-

Согласована на портале № 21436

нечные батареи. Детекторы излучений. Конструкции светодиодов из разных материалов. Конструкции солнечных батарей и лазеров. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.

– Полевые транзисторы, светодиоды, сенсорные и электрохимические датчики, полимерные батарейки, электролюминесцентные приборы, диоды Шоттки и органические транзисторы, гибкие фотовольтаические элементы для преобразователей солнечной энергии. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.

3.3 Темы лабораторных работ

– Исследование свойств органических и неорганических наногетероструктур.
– Исследование характеристик HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов.
– Исследование характеристик светодиодов на гетероструктурах на основе GaAs, GaN.
– Исследование свойств электролюминесцентных приборов на основе органических наногетероструктурах.

3.4 Зачёт

– 1. Низкоразмерные структуры. Квантовые ямы, квантовые точки, квантовые нити. Понятие, характеристики.
– 2. Понятие гетероперехода. Виды гетеропереходов. Их свойства и применение.
– 3. Органические наногетероструктуры.
– 4. Неорганические наногетероструктуры.
– 5. Физика работы полевого гетероструктурного транзистора.
– 6. Основные характеристики HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов.
– 7. Конструктивные и технологические особенности HEMT, pHEMT, mHET-транзисторов.
– 8. СВЧ интегральные схемы на pHEMT и mHEMT. Конструктивные и технологические особенности.
– 9. Физика работы биполярного гетероструктурного транзистора.
– 10. Основные характеристики ГБТ-транзисторов.
– 11. Конструктивные и технологические особенности ГБТ-транзисторов.
– 12. СВЧ интегральные схемы на ГБТ-транзисторах.
– 13. Оптоэлектронные приборы на неорганических гетероструктурах.
– 14. Светодиоды на гетероструктурах на основе GaAs, GaN.
– 15. Конструкции светодиодов из разных материалов. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.
– 16. Гетероструктурные лазеры. Конструкции лазеров. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.
– 17. Солнечные батареи. Конструкции солнечных батарей. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.
– 18. Детекторы излучений. Технологические маршруты создания, конструктивные особенности.
– 19. Полевые транзисторы на органических гетероструктурах. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.
– 20. Светодиоды на органических гетероструктурах. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.
– 21. Сенсорные и электрохимические датчики на органических гетероструктурах. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.
– 22. Полимерные батарейки на органических гетероструктурах. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.
– 23. Электролюминесцентные приборы на органических гетероструктурах. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.
– 24. Диоды Шоттки и органические транзисторы. Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.
– 25. Гибкие фотовольтаические элементы для преобразователей солнечной энергии.

Согласована на портале № 21436

Принцип работы, характеристики, технология изготовления, конструктивные особенности.

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 изготовления светодиодных кристаллов: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А. - 2017. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6743, свободный.
2. Полимерные материалы в светотехнике и электронике: Учебное пособие / Туев В. И., Вилисов А. А., Иванов А. А., Солдаткин В. С. - 2016. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6609, свободный.
3. Современные проблемы светодиодных технологий и светотехнических устройств: Учебное пособие / Туев В. И. - 2017. 136 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6713, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебное пособие / Иванов А. А., Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. - 2017. 307 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6922, свободный.
2. Физические основы оптоэлектроники: Учебное пособие / Давыдов В. Н. - 2013. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3716, свободный.
3. Наноэлектроника: Учебное пособие / Сахаров Ю. В., Троян П. Е. - 2010. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/537, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Полимерные материалы для электроники и светотехники: Методические указания по практической и самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И., Каменкова В. С. - 2016. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6623, свободный.
2. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Методические указания по самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С., Иванов А. А. - 2017. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6740, свободный.
3. Полимерные материалы в светотехнике: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ / Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С., Туев В. И. - 2016. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6608, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/
2. Научно-образовательный портал ТУСУР https://edu.tusur.ru
3. Электронно-библиотечная система "Лань" http://e.lanbook.com

Согласована на портале № 21436