

Федеральное агентство связи  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
Е.А. Минина  
2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Оптоэлектроника и нанофотоника»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Транспортные сети и системы связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Екатеринбург 2020

Федеральное агентство связи  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
Е.А. Минина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «**Оптоэлектроника и нанофотоника**»  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Транспортные сети и системы связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная, заочная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2020

Екатеринбург 2020

Рабочая программа дисциплины «Оптоэлектроника и нанофотоника» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществления в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Программу составил:

д.ф.-м.н., профессор  
должность

  
подпись

/Г.И. Пилипенко  
инициалы, фамилия

/ /  
должность

подпись

/ /  
инициалы, фамилия

Утверждена на заседании ВМиФ от 14.05.2020 протокол № 9  
кафедры

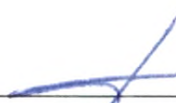
Заведующий кафедрой (разработчика)

  
подпись

/ В.Т. Куанышев /  
инициалы, фамилия

14.05.2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

  
подпись

/ Е.А. Субботин /  
инициалы, фамилия

14.05.2020 г.

Согласовано  
Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

  
подпись

/ Е.И. Гниломёдов /  
инициалы, фамилия

14.05.2020 г.

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой

  
подпись

/ С.Г. Торбенко  
инициалы, фамилия



## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана подготовки магистра по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль «Транспортные сети и системы связи»). Шифр дисциплины в рабочем учебном плане – Б1.В.11.

Дисциплина является предшествующей для дисциплин: проектирование телекоммуникационных систем.

Предшествующие дисциплины: Физика, Математика, Теория электрических цепей, Основы оптической связи.

Дисциплины, изучаемые одновременно: Направляющие системы электросвязи, Сети связи и системы коммутации.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

*ПК-1 – Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных*

**Знать:**

– физические процессы, лежащие в основе современных оптоэлектронных приборов; характеристики и параметры приборов; области их возможного применения.

**Уметь:**

– выполнять измерения характеристик и определять параметры оптоэлектронных приборов.

**Владеть:**

– методами анализа и расчета параметров и характеристик оптоэлектронных приборов и устройств.

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 5 семестре, составляет 4 зачетные единицы (144 часа, в том числе 54 часа аудиторных занятий (6 часов в интерактивной форме)).

По дисциплине предусмотрена курсовая работа и экзамен.

	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		5
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>54/1.5</b>	54/1.5
В том числе в интерактивной форме	6	6
Лекции (ЛК)	20	20
Лабораторные работы (ЛР)	14	14
Практические занятия (ПЗ)	18	18
ПК	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>56/1,56</b>	56/1,56
Проработка лекций	8	8
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	10	10
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	12	12
Выполнение курсовой работы	16	16
Выполнение РГР	-	-
Подготовка и сдача экзамена	10	10
Контроль	<b>34/0,94</b>	34/0,94
Вид аттестации за семестр		
Общая трудоемкость дисциплины, часов	<b>144/4</b>	144/4

\*Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

### 3.2 Заочная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 2 и 3 семестрах, составляет 4 зачетные единицы (144 часа, в том числе 16 часов аудиторных занятий (2 часа в интерактивной форме)).

По дисциплине предусмотрен экзамен.

	Всего часов/зачетных единиц	Семестр	
		2	3
<b>Аудиторная работа (всего)</b>	<b>16/0,44</b>	4/0.11	12/0.33
В том числе в интерактивной форме	2	-	2
Лекции (ЛК)	8	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8	-	8
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (всего)</b>	<b>119/3,31</b>	32	87
Проработка лекций	42	12	30
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	-	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	15	-	15
Выполнение курсовой работы	32	10	22
Выполнение РГР	-	-	-
Подготовка и сдача экзамена	30	10	20
Контроль	<b>9/0,25</b>		9
Вид аттестации за семестр	экзамен		экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины, часов</b>	<b>144/4</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

\*Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Форма обучения		
		О	З	СР
1	Введение. Цели и задачи курса. Понятия об оптоэлектронике и нанофотонике	1	0,5	
1	Фотопроводимость и поглощение света в полупроводниках. Прямые и не прямые оптические переходы	1	1	
1	Фотоэффект в рп-переходе	2	1	
1	Излучательная рекомбинация. Механизмы генерации излучения в полупроводниках. Излучатели на основе гетероструктур	1	0,5	
1	Квантовые переходы. Спонтанные и вынужденные переходы. Стимулированное излучение в рп-переходе	1	0,5	
2	Источники некогерентного излучения. Светодиоды	2	1	
2	Источники когерентного илучения. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на гетеропереходах	2	1	
2	Распространения света в волноводах Управление светом в волноводах (модуляция, усиление)	2	0,5	
2	Детектирование свет. Фотоприемники. Фотодиоды, р-і-п-фотодиоды фототранзисторы	1	0,25	
2	Оптроны	1	0,25	
2	Индикаторные приборы	1	0,25	
3	Основные цели, задачи нанофотоники. Материалы нанофотоники	1	0,25	
3	Полупроводниковые квантово-размерные материалы, в том числе материалы с квантовыми ямами, квантовыми нитями и квантовыми точками. Квантовые эффекты в полупроводниках. Оптические свойства наноматериалов	1	0,25	
3	Фотонные кристаллы, фотонно-кристаллические пленки и волокна. Разрешенные и запрещенные зоны	1	0,25	
3	Метаматериалы с отрицательным показателем преломления. Электромагнитные процессы в “левой” среде	1	0,25	
3	Плазмоника. Металл-диэлектрические плазмонные наноматериалы	1	0,25	
<b>ИТОГО:</b>		<b>20</b>	<b>8</b>	



## 4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Форма обучения		
			О	З	Д
		<b>Раздел «Оптоэлектроника»</b>			
1	1	Свет, энергетические и фотометрические характеристики	2		
1	1	Поглощение света и фотопроводимость	2		
3	3	Фотоэффект в р-п переходе	2		
4	3	Излучательная рекомбинация и стимулированное излучение	2		
		<b>Раздел «Нанопотоника»</b>			
5	3	Низкоразмерные структуры. Оптические свойства наноструктур	2		
6	3	Новая парадигма взаимодействие света и вещества на наномасштабе. Оптические антенны	2		
7	3	Ближнее поле, локализованные моды, эванесцентные волны	2		
8	3	Плазмон-поляритонные волны	2		
9	3	Фотонные кристаллы	2		
<b>ВСЕГО</b>			<b>18</b>		

## 4.3 Содержание лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма обучения		
			О	З	Д
1	1	Исследование р-п перехода	4	2	
1	1	Исследование светодиодов	2	2	
3	3	Изучение схем включения светодиодов	2	1	
4	3	Изучение оптронов	2	1	
	3	Расчет энергетического спектра электрона в потенциальной яме в программе MathCad	4	2	
<b>ВСЕГО</b>			<b>14</b>	<b>8</b>	

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых в УРТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах		Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О	З		
1	Полупроводниковые наноразмерные материалы	2		<i>Лекция</i>	<i>анализ конкретных ситуаций</i>
2	Расчет энергетического спектра электрона в потенциальной яме в программе MathCad	4	2	<i>Лабораторная работа</i>	<i>анализ конкретных ситуаций,</i>
<b>ВСЕГО</b>		<b>6</b>	<b>2</b>		

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1 Список основной литературы:**

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие.– *ПЗ* .: Эко-Тренд, 2006. – 272 с.: ил.
2. Щука А.А. Электроника. Учебное пособие/ под ред. проф. А.С. Сигова. – СПбю: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.: ил.
3. Возианова А.В., Ходзицкий М.К., Нанофотоника. Часть 1. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 93 с.

### **6.2 Список дополнительной литературы:**

1. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие- 3 изд., доп. Москва: Техносфера, 2005. – 512 с.
2. А. И. Сидоров, «Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники». Учебное пособие. СПб.: ФГБОУ ВПО «СПб НИУ ИТМО», 2014 г. – 148 стр.
3. Харинцев С.С. Оптические антенны / С.С. Харинцев – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 53 с.
4. Харинцев С.С. Плазмонная микроскопия высокого разрешения / С.С. Харинцев –Казань: Казан. ун-т, 2015. – 53 с.

### **6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет- ресурсы).**

Помимо книг, учебников и статей в журналах, студенты могут широко использовать интернет-ресурсы при изучении дисциплины.

Интернет ресурсы:

1. Введение в нанофотонику - [http://tvkultura.ru/anons/show/episode\\_id/155310/brand\\_id/20898/](http://tvkultura.ru/anons/show/episode_id/155310/brand_id/20898/)
2. Лаборатория нанофотоники ETH - [https://www.photonics.ethz.ch/en/no\\_cache/home.html](https://www.photonics.ethz.ch/en/no_cache/home.html)
3. Нанооптика - <http://www.optics.rochester.edu/workgroups/novotny/>
4. Нанотехнологическое сообщество - <http://www.nanometer.ru/>
5. Сверхкороткие световые импульсы в квантовой физике - [http://tvkultura.ru/video/show/brand\\_id/20898/episode\\_id/961456/video\\_id/967133/viewtype/picture](http://tvkultura.ru/video/show/brand_id/20898/episode_id/961456/video_id/967133/viewtype/picture)
6. Официальный сайт <http://uisi.ru/>
7. Единая научно-образовательная электронная среда (Е-НОЭС) УрТИСИ <http://aup.uisi.ru/> доступ по логину и паролю.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **7.1 Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Освоение дисциплины "Оптоэлектроника и нанофотоника" предполагает активного использования курса лекций и учебных пособий по дисциплине.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеются мультимедийные аудитории №№ 414(корпус 1), 306 (корпус 1) и др. для проведения **лекционных и практических занятий**, оснащённые проекционным оборудованием и персональным компьютером. Для представления наглядного материала в ходе проведения лекция используется формат PDF и PPT соответствующее средство просмотра: Adobe acrobat reader (свободно распространяемый) и др.

## **7.2 Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Для проведения **практических работ** – аудитория №306, оснащенная рабочими местами с персональными компьютерами, работающими под управлением операционной системы Microsoft Windows 7 (Подписка Microsoft Imagine Premium), включенными в единую локальную сеть и установленным лицензионным программным обеспечением MathCAD 15, студенческие версии ElectronicWorkBench, MicroCap.

## **7.3 Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы **магистрантам** организован доступ к аудитории №306 (корпус 1), которая оснащена рабочими местами с персональными компьютерами, включенными в сеть Internet.

# **8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ<sup>1</sup>**

## **8.1 Подготовка к лекционным и практическим занятиям**

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект. Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий приводятся в рабочей программе.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - примеры, которые разбираются с позиций теории, приводимой в лекции.

Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

---

<sup>1</sup> Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

К каждому практическому занятию студент должен проработать материал по конспекту лекций и/или по рекомендуемой литературе. Непосредственно на практическом занятии студенты под руководством преподавателя разбирают предложенные примеры типовых задач. При этом преподаватель демонстрирует применение полученных теоретических знаний к решению практических вопросов, объясняет методику постановки и решения задачи, уточняет возможные нюансы и типичные ошибки, отвечает на дополнительные вопросы аспирантов по теме занятия.

Практические занятия по дисциплине **«Оптоэлектроника и нанофотоника»** проводятся в следующих формах: научно-практические занятия, консультации, семинары, решение задач по моделированию физических процессов и обработке результатов исследования. Научно-практическое занятие организуется следующим образом: проработка основных понятий, примеры применения описанных методов, дискуссия и обсуждение вопросов, заслушивание и обсуждение рефератов.

Консультации – это специальные занятия, которые проводит преподаватель с целью помочь учащимся в усвоении материала, подготовки к семинару, зачету и т.п. Семинары проводятся по наиболее важным разделам дисциплины с целью формирования и развития у обучающихся навыков самостоятельной работы, научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать выводы, аргументировано излагать свое мнение и отстаивать его.

## 8.2 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

Самостоятельная работа разбита на темы, в рамках освоения которых предполагается выполнение рефератов, подготовка к опросам и самостоятельное изучение материала по рекомендуемым источникам информации. Подготовка реферата или доклада – вид самостоятельной исследовательской работы, основанный, прежде всего, на изучении значительного количества научной и иной литературы по теме исследования. Другие методы исследования могут быть применены, но достаточным является работа с литературными источниками и собственные размышления, связанные с темой.

При выполнении индивидуальных заданий в рамках домашнего задания, прежде всего, следует выполнить процедуру подготовки к занятиям.

Подготовка к докладу, сообщению должна сопровождаться изучением научной литературы (монографии, статьи, диссертации и др.) обобщением накопленного опыта по заявленной проблеме. Доклад оформляется в соответствии с требованиями к оформлению работ. Важно также подготовить свое выступление и презентацию для публичного выступления на занятии. Студент должен быть готов не только представить свою точку зрения, уметь её аргументировать, но и

ответить на вопросы преподавателя и других студентов. При необходимости может быть представлено несколько точек зрения по проблеме и обсуждение проведено как «дуэль оппонентов».

### **8.3 Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к экзамену студентам следует внимательно изучить конспекты лекций по дисциплине. Необходимо ознакомиться с содержанием рекомендуемой ведущим преподавателем основной и дополнительной литературы и подготовить ответы на вопросы, выносимые на самостоятельное рассмотрение. На экзамене студенту предлагается ответить на два вопроса. Вопросы для экзамена охватывают весь пройденный материал программы учебной дисциплины. Для подготовки к ответу отводится, как правило, до 45 минут. Ответ по билету не прерывается. Преподавателю предоставляется право предложить студенте уточнить отдельные положения, а также право задавать студенту дополнительные вопросы по программе данного курса с целью обеспечения полного (содержательного) ответа. По окончании ответа преподаватель вслух объявляет оценку и заносит её в зачетную ведомость и в зачётную книжку.