

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по учебной работе,
качество образования – первый

проректор

Хагуров Т.А.

2025г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.01.01. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОПТИКА И НАНОФОТОНИКА

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) специализация

Оптические системы и сети связи

(наименование направленности (профит) специализации)

Программа подготовки

прикладная

(академическая /прикладная)

Форма обучения

заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Интегральная оптика и нанофотоника составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Оптические системы и сети связи»

Программу составил:

В.А. Никитин, канд. техн. наук,
доцент кафедры оптоэлектроники


ПОДПИСЬ

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Интегральная оптика и нанофотоника утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 2 от 18.09.25 г.

и. о. заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р физ.-мат. наук, профессор Векшин М.М.


ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 2 от 10.09.2025 г.

Председатель УМК ФТФ

д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.


ПОДПИСЬ

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания».

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий.

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины: формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы, технологией изготовления и методами эксплуатации современных интегрально-оптических и нанофотонных устройств.

1.2 Задачи дисциплины: научить студентов принципам работы, методам проектирования, изготовления и эксплуатации интегрально-оптических и нанофотонных элементов, заключаются в изучение физических основ, устройств, принципов действия, характеристик и технологии изготовления важнейших интегрально-оптических устройств, используемых в оптических системах связи.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты получают знания, имеющие не только прикладное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин и практической работы.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина интегральная оптика и нанофотоника относится к дисциплинам по выбору для модулей Б1.В.ДВ.01.01 Дисциплина базируется на знаниях, полученных в процессе изучения дисциплин: «Оптические направляющие среды», «Оптика», «Электромагнитные поля и волны».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по дисциплинам: электричество и магнетизм, оптика, электроника, химия. Знания, приобретенные при изучении дисциплины интегральная оптика и нанофотоника, необходимы для обоснованного применения интегрально-оптических и нанофотонных приборов в оптических системах передачи и обработки информации, создания и эксплуатации современных оптоэлектронных устройств и систем связи.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3).

ПК-1.1 Знает современные теоретические и экспериментальные методы исследования и проектирования в области инфокоммуникаций; принципы работы сетей связи, в том числе оптической связи и радиосвязи различных стандартов; направления развития перспективных систем передачи информации

ПК-1.2 Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области построения новых систем связи, в том числе оптической связи

ПК-1.3 Владеет способностью осваивать новые теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; – умением применять пакеты программ компьютерного моделирования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1.1;	Знает современные теоретические и экспериментальные методы исследования и проектирования в области инфокоммуникаций; принципы работы сетей связи, в том числе оптической связи и радиосвязи различных стандартов; направления развития перспективных систем передачи информации	Знает современные теоретические и экспериментальные методы исследования и проектирования в области инфокоммуникаций; принципы работы сетей связи, в том числе оптической связи и радиосвязи различных стандартов; направления развития перспективных систем передачи информации	Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области построения новых систем связи, в том числе оптической связи	Владеет способностью осваивать новые теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; – умением применять пакеты программ компьютерного моделирования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций
2.	ПК-1.2;	Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области построения новых систем связи, в том числе оптической связи	Знает современные теоретические и экспериментальные методы исследования и проектирования в области инфокоммуникаций; принципы работы сетей связи, в том числе оптической связи и радиосвязи различных стандартов; направления развития перспективных систем передачи информации	Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; проводить теоретические и экспериментальные исследования в области построения новых систем связи, в том числе оптической связи	Владеет способностью осваивать новые теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; – умением применять пакеты программ компьютерного моделирования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций
3.	ПК-1.3	Владеет способностью осваивать новые теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и инфокоммуникационных технологий; – умением применять пакеты программ компьютерного моделирования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций			

2 Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Зимняя сессия	Летняя сессия
Аудиторные занятия (всего)	8	8	
В том числе:			
Занятия лекционного типа		2	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)		6	
Самостоятельная работа (всего)	96	64	32
СР	96	64	32
Контр.	4		4
Общая трудоемкость	час	108	72
	зач. ед.	3	2
			36
			1

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Материалы, используемые для подложек интегрально-оптических схем. Гибридный и монолитный подход.	Классификация материалов, применяемых для создания интегрально-оптических схем. Особенности изготовления интегрально-оптических схем для систем волоконной связи и датчиков физических величин. Активные и пассивные материалы для конструкций интегрально-оптических схем.	Анкетирование, опрос, практические задания
2.	Термическое вакуумное нанесение плёнок. Преимущества и недостатки метода. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронное, высокочастотное и реактивное распыление плёнок.	Метод термического вакуумного осаждения металлических пленок. Температура испарения веществ. Зависимость длины свободного пробега испаренных частиц от величины вакуума. Законы Ламберта-Кнудсена и их применение в процессе термовакuumного распыления пленок. Достоинства и недостатки метода ионно-плазменного напыления тонких пленок. Преимущества магнетронного, высокочастотного и реактивного распыления пленок.	Анкетирование, опрос, практические задания
3.	Изготовление интегрально-оптических канальных волноводов, разветвителей и делителей излучения. Фотолитография, ее свойства и применение в интегральной оптике.	Методы изготовления интегрально-оптических канальных волноводов, разветвителей и делителей излучения. Применение фотолитографии при изготовлении интегрально-оптических элементов.	Анкетирование, опрос, практические задания
4.	Нанофотоника, цель нанофотоники, современное состояние нанофотоники и ее перспективы. Изучение туннельного микроскопа.	Что такое нанофотоника, какова цель нанофотоники. Какими размерами оперирует нанофотоника, ее преимущества и перспективы развития. Принцип работы туннельного микроскопа, его возможности и перспективы.	Ответы на контрольные вопросы и задания.

2.3.2 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не запланированы.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Никитин В.А., Яковенко Н.А. Электростимулированная миграция ионов в интегральной оптике. Краснодар. Из-во КубГУ. 2024. 272 с. Никитин В.А., Яковенко Н.А. Физические технологии оптоэлектроники. Лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2019. 139 с. Интегральная оптика под ред. Тамира Т М. Из-во Мир.–1978 –344 с. Свечников Г.С. Элементы интегральной оптики М. Радио и связь 1987.–104 с. Хансперджер Р. Интегральная оптика: Теория и технология. Пер. с англ. – М.; Мир, 1986.– 384 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для проведения лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (компьютеры, проекторы, интерактивные презентации), позволяющие воспринимать особенности изучаемой профессии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Оперативный контроль осуществляется путем проведения компьютерных опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины. При проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к разделам:

Раздел 1.

Приведите классификацию материалов, применяемых для создания интегрально-оптических схем.

Обоснуйте особенности изготовления гибридных и монолитных интегрально-оптических схем для систем волоконной связи, и датчиков физических величин.

Чем отличаются активные и пассивные материалы для конструкций интегрально-оптических схем?

Раздел 2.

Сформулируйте метод термического вакуумного осаждения металлических пленок. Что такое температура испарения веществ в термовакuumном напылении.

Как зависит длина свободного пробега испаренных частиц от величины вакуума.

Сформулируйте законы Ламберта-Кнудсена и их применение в процессе термовакuumного распыления пленок. Нарисуйте схему установки ионно-плазменного напыления. Перечислите достоинства и недостатки метода ионно-плазменного напыления. Каковы преимущества магнетронного, высокочастотного и реактивного распыления?

Раздел 3.

Какие методы используются для изготовления интегрально-оптических канальных волноводов, разветвителей и делителей оптического излучения?

Что такое фотолитография?

Какова последовательность операций в фотолитографии?

Что такое разрешающая способность фоторезиста?

Перечислите методы нанесения фоторезиста.

Раздел 4.

Что такое нанофотоника?

Какова цель нанофотоники?

Какими размерами оперирует нанофотоника, ее преимущества и перспективы развития.

Какой принцип работы туннельного микроскопа, его возможности и перспективы?

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1. Основная литература:

1. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 316 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904>.
2. Никитин В.А., Яковенко Н.А. Физические технологии оптоэлектроники. Лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2019. 139 с.
3. Никитин В.А., Яковенко Н.А. Электростимулированная миграция ионов в интегральной оптике. Краснодар. Из-во КубГУ. 2024. 272 с.
4. Интегральная оптика под ред. Тамира Т М. Из-во Мир.–1978 –344 с.
5. Свечников Г.С. Элементы интегральной оптики М. Радио и связь 1987.–104 с.
6. Хансперджер Р. Интегральная оптика: Теория и технология. Пер. с англ. – М.; Мир, 1986.– 384 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Дополнительная литература:

1. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие –Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017– 316 с.– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904>
2. Мусаев Э. С. Оптоэлектронные устройства на полупроводниковых излучателях / Э.С. Мусаев. – М.: Радио и связь: [Горячая линия-Телеком], 2004. –205 с.
3. Оптоэлектроника. Ч. 1: Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники Когерентная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. – М.: Янус-К, 2010. – 699 с.
4. Оптоэлектроника. Ч. 2: Оптроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. – М.: Янус-К, 2011. – 611 с.
5. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2008.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал «Фотон-экспресс» /www.fotonexpress.ru /.
2. Журнал «Lightwave Russian Edition» / www.lightwave-russia.com/ .
3. Журнал «Вестник связи» /www.vestnik-sviaz.ru /.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. <http://www.kubsu.ru/university/library/resources/>
2. <http://www.rubricon.com/>.
3. <http://window.edu.ru/window>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Лекции: интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью.

Практические работы: компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», «студент - студент».

Самостоятельная работа: дистанционные задания и упражнения, глоссарии терминов и определений.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программное обеспечение в рамках компании Microsoft «Enrollment for Education Solutions» для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).