

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор  
  
Т. А. Халачов  
подпись  
« 31 » \_\_\_\_\_ 24 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.08 Функциональные материалы радиوفотоники**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность 03.04.03 Радиоп физика  
*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация Квантовые устройства и радиопотоника  
*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация магистр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 Функциональные материалы радиوفотоники

составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.04.03 Радиоп физика профиль «Квантовые устройства и радиоп физика»

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

В.В. Галуцкий, доцент, д.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.В.08

Функциональные материалы радиоп физики утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 8 «16» апреля 2024 г.


Заведующий кафедрой,  
д.ф.-м.н., профессор Лебедев К.А.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 5 «18» апреля 2024 г.

Председатель УМК факультета,  
д.ф.-м.н., профессор Богатов Н.М.



Рецензенты:

Бабенко И.Д., ведущий специалист ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ»

Понетаева И.Г., старший инженер ПАО МТС

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

состоит в обеспечении подготовки студентов в области элементной базы систем связи. Основной задачей дисциплины является изучение свойств традиционных и перспективных материалов и компонент радиофотоники – объектов изучения. К их числу относятся кристаллические, стеклянные и керамические материалы, активированные лазерными ионами, ионами фоторефрактивных примесей и др. как базовые платформы для интегральной радиофотоники. В качестве компонент рассматриваются направляющие структуры и структуры с заданными электромагнитными свойствами, вопросы их создания.

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

### 1.2 Задачи дисциплины

закljučаются в подготовке к решению профессиональных задач в области создания новых перспективных материалов для сетей, оборудования и средств связи с обоснованием принятых решений в части систем генерации, детектирования и преобразования электромагнитного сигнала.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.В.08 Функциональные материалы радиофотоники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Перечень предшествующих дисциплин, необходимых для ее изучения: Композитные материалы в радиофизике, Изучение квантовых свойств конденсированных сред. Перечень последующих дисциплин, для которых данная дисциплина является предшествующей в соответствии с учебным планом: Терагерцовая электроника, Физика нелинейных явлений.

### 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 следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора*  | Результаты обучения по дисциплине<br><i>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))</i>   |
|---|--|
| <b>ПК-1 Способен разрабатывать предложения по модернизации технологического процесса</b>  |  |
| ИПК-1.2. Способен проводить оптимизацию технологических процессов, работать и подготавливать технологическую документацию   | Знать основные технологические процессы формирования функциональных материалов радиофотоники и принципы разработки технической и конструкторской документации на экспериментальные образцы |
|   | Уметь анализировать результаты исследований и проводить оптимизацию технологических процессов получения функциональных материалов.   |
|   | Владеть навыками работы с конструкторской и технической документацией.   |
| <b>ПК-4 Способен к организации и проведению экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники</b> |  |
| ИПК-4.5. Способен анализировать влияние параметров и режимов технологических операций на выходные параметры качества изделий микроэлектроники   | Знать режимы технологических операций формирования функциональных элементов и методы измерения выходных параметров качества функциональных элементов микроэлектроники                      |
|   | Уметь анализировать взаимосвязь параметров и режимов технологических операций на выходные параметры  |

|  |   |
|--|---|
| Код и наименование индикатора*   | Результаты обучения по дисциплине<br><i>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))</i>  |
|  | качества изделий микроэлектроники на основе функциональных элементов  |
|  | Владеет экспериментальными методиками оценки качества и эффективности функциональных элементов.   |
| <b>ПК-5 Способен разрабатывать техническое задание на экспериментальную проверку технологических процессов и испытаний выбранных материалов в рамках разработанной концепции, утвержденных экспериментальных методик</b> |   |
| ИПК-5.2. Способен осуществлять базовые технологические процессы на оборудовании, используемом в производстве наноструктурированных материалов и приборов квантовой электроники и фотоники                                | Знает основу применения базовых технологических процессов, используемых в производстве функциональных материалов и приборов квантовой электроники и фотоники                  |
|  | Умеет разрабатывать техническое задание на базовые технологические процессы получения и оценки качества функциональных материалов и приборов квантовой электроники и фотоники |
|  | Владеет методиками испытаний функциональных материалов в рамках разработанной концепции   |

*\*Вид индекса индикатора соответствует учебному плану.*

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ   | Всего часов | Форма обучения   |                  |                  |               |
|--|-------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
|  |             | очная            |                  | очно-заочная     | заочная       |
|  |             | 2 семестр (часы) | X семестр (часы) | X семестр (часы) | X курс (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>   | <b>46,3</b> | <b>46,3</b>      |                  |                  |               |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>   |             |                  |                  |                  |               |
| занятия лекционного типа   | 16          | 16               |                  |                  |               |
| лабораторные занятия   | 30          | 30               |                  |                  |               |
| практические занятия   |             |                  |                  |                  |               |
| семинарские занятия  |             |                  |                  |                  |               |
| <b>Иная контактная работа:</b>   |             |                  |                  |                  |               |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)  |             |                  |                  |                  |               |
| Промежуточная аттестация (ИКР)   | 0,3         | 0,3              |                  |                  |               |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>  | <b>71</b>   | <b>71</b>        |                  |                  |               |
| Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)  |             |                  |                  |                  |               |
| Контрольная работа   |             |                  |                  |                  |               |
| Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)   |             |                  |                  |                  |               |
| Реферат/эссе (подготовка)  |             |                  |                  |                  |               |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных | 71          | 71               |                  |                  |               |

|  |                                      |             |             |  |  |
|--|--------------------------------------|-------------|-------------|--|--|
| пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) |                                      |             |             |  |  |
| Подготовка к текущему контролю   |                                      |             |             |  |  |
| <b>Контроль:</b>   | <b>26,7</b>                          | <b>26,7</b> |             |  |  |
| Подготовка к экзамену  | 26,7                                 | 26,7        |             |  |  |
| <b>Общая трудоемкость</b>  | <b>час.</b>                          | <b>144</b>  | <b>144</b>  |  |  |
|  | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>46,3</b> | <b>46,3</b> |  |  |
|  | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>    | <b>4</b>    |  |  |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре

| №  | Наименование разделов (тем)   | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|---|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1. | Перспективные радиофотонные материалы и структуры   | 29               | 4                 |    | 8  | 17                   |
| 2. | Доменная структура (свойства и способы формирования) как фактор определяющий функциональные свойства материалов | 29               | 4                 |    | 8  | 17                   |
| 3. | Материалы интегральной фотоники и радиооптики   | 29               | 4                 |    | 8  | 17                   |
| 4. | Специальные разделы техники и технологии компонент радиофотоники  | 30               | 4                 |    | 6  | 20                   |
|    | <i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>   |                  | 16                |    | 30 | 71                   |
|    | Контроль самостоятельной работы (КСР)   |                  |                   |    |    |                      |
|    | Промежуточная аттестация (ИКР)  | 0,3              |                   |    |    |                      |
|    | Подготовка к текущему контролю  | 26,7             |                   |    |    |                      |
|    | Общая трудоемкость по дисциплине  | 144              |                   |    |    |                      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

**Курсовой проект:** не предусмотрен

**Форма проведения аттестации по дисциплине:** экзамен

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)   | Содержание раздела (темы)   | Форма текущего контроля |
|----|---|---|-------------------------|
| 1. | Перспективные радиофотонные материалы и структуры   | Роль функциональных материалов в современной радиофизике и радиофотонике. Виды функциональных материалов. Методы конструирования и моделирования свойств функциональных материалов. | Р                       |
| 2. | Доменная структура (свойства и способы формирования) как фактор определяющий функциональные свойства материалов | Доменная структура современных материалов радиофотоники. Гистерезис. Память материала. Влияние градиента состава материала на свойства в радио и оптическом диапазоне частот.       | Р                       |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 3. | Материалы интегральной фотоники и радиооптики                    | Повышение функциональности материала за счет интеграции отдельных элементов и структур на направления изменения функциональных свойств. | Р |
| 4. | Специальные разделы техники и технологии компонент радиофотоники | Переход от микродоменов к нанодоменам. Скорости переключения между состояниями. Методы формирования микро и нанодоменных структур       | Р |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

| №  | Наименование раздела (темы)   | Тематика занятий/работ  | Форма текущего контроля         |
|----|---|---|---------------------------------|
| 1. | Перспективные радиодифракционные материалы и структуры  | Исследование градиентных радиодифракционных материалов              | Защита лабораторной работы (ЛР) |
| 2. | Доменная структура (свойства и способы формирования) как фактор определяющий функциональные свойства материалов | Формирование и изучение доменной структуры в сегнетоэлектрике       | Защита лабораторной работы (ЛР) |
| 3. | Материалы интегральной фотоники и радиооптики   | Изучение особенностей интегрального исполнения волноводных структур | Защита лабораторной работы (ЛР) |
| 4. | Специальные разделы техники и технологии компонент радиофотоники  | Исследование скорости переключения доменной структуры               | Защита лабораторной работы (ЛР) |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов) не предусмотрены

### 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 | Проработка учебного (теоретического) материала | Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов: в 2 ч. / Г. П. Фетисов [и др.] ; ответственный редактор Г. П. Фетисов. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/490781">https://urait.ru/bcode/490781</a> .<br>Материалы современной электроники и спинтроники / В. А. Стародуб, Т. Н. Стародуб, О. Н. Кажева, В. И. Брегадзе. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018<br>Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения : [учебное пособие : в 2 т.]. Т. 1,2 / Б. Салех, М. |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012.  |
| 2 | Подготовка к выполнению лабораторных работ | Сегнетоэлектрические твердые растворы $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{Nb}_{1-y}\text{O}_3 = \text{Ferroelectric solid solutions}$ / Н. В. Сидоров, М. Н. Палатников, Н. А. Теплякова, В. Т. Калинин ; [Ин-т химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского науч. центра Рос. акад. наук]. - Москва : Наука, 2015<br>Белоконь, Александр Владимирович. Математическое моделирование необратимых процессов поляризации / А. В. Белоконь, А. С. Скалиух. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010.<br>Оптоэлектронные и квантовые приборы в телекоммуникационных системах : практикум / В. В. Галуцкий, Е. В. Строганова, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013 |

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Б1.В.08 Функциональные материалы радиофотоники».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)   | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)   | Наименование оценочного средства              |                          |
|-------|---|---|---|--------------------------|
|       |   |   | Текущий контроль                              | Промежуточная аттестация |
| 1     | ИПК-1.2. Способен проводить оптимизацию технологических процессов, работать и подготавливать технологическую документацию                     | Знать основные технологические процессы формирования функциональных материалов радиофотоники и принципы разработки технической и конструкторской документации на экспериментальные образцы  | Отчет по лабораторной работа №1- по разделу 1 | Вопрос на экзамене 1-3   |
| 2     |   | Уметь анализировать результаты исследований и проводить оптимизацию технологических процессов получения функциональным материалов.<br>Владеть навыками работы с конструкторской и технической документацией   | Отчет по лабораторной работа №2 по разделу 2  | Вопрос на экзамене 4-7   |
| 3     | ИПК-4.5. Способен анализировать влияние параметров и режимов технологических операций на выходные параметры качества изделий микроэлектроники | Знать режимы технологических операций формирования функциональных элементов и методы измерения выходных параметров качества функциональных элементов микроэлектроники<br>Уметь анализировать взаимосвязь параметров и режимов технологических операций на выходные параметры качества изделий микроэлектроники на | Отчет по лабораторной работа №3 по разделу 3  | Вопрос на экзамене 8-11  |



|   |   |  |  |                          |
|---|---|--|--|--------------------------|
|   |   | основе функциональных элементов<br>Владеет экспериментальными методиками оценки качества и эффективности функциональных элементов.   |  |                          |
| 4 | ИПК-5.2. Способен осуществлять базовые технологические процессы на оборудовании, используемом в производстве наноструктурированных материалов и приборов квантовой электроники и фотоники | Знает основу применения базовых технологических процессов, используемых в производстве функциональных материалов и приборов квантовой электроники и фотоники<br>Умеет разрабатывать техническое задание на базовые технологические процессы получения и оценки качества функциональных материалов и приборов квантовой электроники и фотоники<br>Владеет методиками испытаний функциональных материалов в рамках разработанной концепции | Отчет по лабораторной работа №4 по разделу 4 | Вопрос на экзамене 12-15 |

**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**

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Общие представления о материалах с памятью
2. Кристаллографические особенности в материалах с памятью
3. Роль функциональных материалов в современной радиофизике и радиофотонике.
4. Виды функциональных материалов.
5. Методы конструирования и моделирования свойств функциональных материалов.
6. Доменная структура современных материалов радиофотоники.
7. Гистерезис. Память материала.
8. Влияние градиента состава материала на свойства в радио и оптическом диапазоне частот.
9. Формирование и изучение доменной структуры в сегнетоэлектрике
10. Повышение функциональности материала за счет интеграции отдельных элементов и структур на направления изменения функциональных свойств.
11. Особенности интегрального исполнения волноводных структур
12. Переход от микродоменов к нанодоменам.

13. Скорости переключения между состояниями.
14. Методы формирования микро и нанодоменных структур
15. Основные направления применения функциональных материалов с эффектом памяти формы в технике

### **Критерии оценивания результатов обучения**

| Оценка  | Критерии оценивания по экзамену  |
|---|--|
| Высокий уровень «5» (отлично)                 | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.  |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.   |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

1. Материалы современной электроники и спинтроники / В. А. Стародуб, Т. Н. Стародуб, О. Н. Кажева, В. И. Брегадзе. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018.
2. Нанотехнологии в электронике. Вып. 3 / под ред. Ю. А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2015.
3. Марков, В. Ф. Материалы современной электроники : учебное пособие / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева. - Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2014. - 272 с. - [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=275825](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275825).
4. Кульчин, Ю. Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Кульчин Ю. Н. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 440 с. - [https://e.lanbook.com/book/91158#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/91158#book_name).
5. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения : [учебное пособие : в 2 т.]. Т. 1,2 / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012.
6. Журавлев, Ю.А. Высокоэнергетичная плазменная электроника и фотоника. Ч. 1 / Ю. А. Журавлев, Н. Н. Пилюгин, Ю. Ю. Протасов. - М. : Янус-К, 2010
7. Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов: в 2 ч. / Г. П. Фетисов [и др.] ; ответственный редактор Г. П. Фетисов. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - URL: <https://urait.ru/bcode/490781>.
8. Металл/полупроводник содержащие наноконпоненты : [учебное пособие] / под ред. Л. И. Гранхтенберга, М. Я. Мельникова. - Москва : Техносфера, 2017.
9. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий : учебное пособие / [О. Л. Хасанов и др.]. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
10. Сегнетоэлектрические твердые растворы  $Lix Na_{1-x} Tay Nb_{1-y} O_3 =$  Ferroelectric solid solutions  $Lix Na_{1-x} Tay Nb_{1-y} O_3$  : синтез, структура, свойства / Н. В. Сидоров, М. Н. Палатников, Н. А. Теплякова, В. Т. Калинин ; [Ин-т химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского науч. центра Рос. акад. наук]. - Москва : Наука, 2015.
11. Физика сегнетоэлектриков : современный взгляд / под ред. К. М. Рабе, Ч. Г. Ана, Ж.-М. Трискона ; пер. с англ. Б. А. Струкова, А. И. Лебедева. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2011.
12. Белоконь, Александр Владимирович. Математическое моделирование необратимых процессов поляризации / А. В. Белоконь, А. С. Скалиух. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010.
13. Магнитоэлектрические композиционные мультиферроики / С. В. Нан, М. И. Бичурин, Ш. Донг, Д. Виланд, Г. Сринивасан ; Федеральное агентство по образованию, Новгородский гос. ун-т им. Я. Мудрого. - Великий Новгород : [Новгородский государственный университет им. Я. Мудрого], 2008.
14. Nanoscale phenomena in ferroelectric thin films / edited by Seungbum Hong. - Boston, [et al.] : Kluwer Academic Publishers, 2004.
15. Оптоэлектронные и квантовые приборы в телекоммуникационных системах : практикум / В. В. Галуцкий, Е. В. Строганова, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013.

### 5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием

адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. ScienceDirect – ведущая информационная платформа Elsevier <https://www.elsevier.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;

6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

| № темы | Тема или задание текущей работы   | Кол-во часов | Форма представления результатов    | Сроки выполнения (недели) |
|--------|---|--------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1.     | Перспективные радиодифракционные материалы и структуры  | 17           | Устный ответ, текстовый документ.  | 2                         |
| 2.     | Доменная структура (свойства и способы формирования) как фактор определяющий функциональные свойства материалов | 17           | Устный ответ, текстовый документ.  | 2                         |
| 3.     | Материалы интегральной фотоники и радиооптики   | 17           | Устный ответ, текстовый документ.  | 2                         |
| 4.     | Специальные разделы техники и технологии компонент радиофотоники  | 20           | Устный ответ, текстовый документ.. | 2                         |
|        | <b>Итого</b>  | 87           |                                    | <b>10</b>                 |

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.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

| Наименование специальных помещений   | Оснащенность специальных помещений   | Перечень лицензионного программного обеспечения  |
|--|--|--|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 227С   | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер  | Программное обеспечение в рамках программы 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. |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 227С | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер<br>Оборудование:   | Программное обеспечение в рамках программы 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. |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория №125С Полупроводниковых материалов, Лаборатория №131С Роста оптических сред           | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер<br>Оборудование: установка для выращивания кристаллов, лазеры, спектрографы, приемники излучения, 3D принтер, паяльная станция, осциллографы и генераторы сигналов | Программное обеспечение в рамках программы 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. |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
|   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p> | <p>Мебель: учебная мебель<br/>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br/>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p> | <p>Программное обеспечение в рамках программы 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.</p> |
| <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207С)</p>                         | <p>Мебель: учебная мебель<br/>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br/>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p> | <p>Программное обеспечение в рамках программы 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.</p> |

## Рецензия

### на рабочую программу дисциплины «Б1.В.08 Функциональные материалы радиофотоники»

для студентов направления подготовки 03.04.03 Радиофизика (квалификация (степень)  
" магистр ").

Программа подготовлена и.о. зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» Галуцким Валерием Викторовичем.

План рабочей программы включает следующие разделы: «Цели и задачи предмета», «Положение предмета в структуре основной образовательной программы», «Перечень программных результатов обучения по предмету», «Программные результаты, относящиеся к образовательной программе магистратуры», «Общая сложность предмета», Образовательные технологии, промежуточная аттестация Описание формата, предмета обучения и методики, информационное и материально-техническое обеспечение.

План рабочей программы дисциплины «Б1.В.08 Функциональные материалы радиофотоники» содержит примеры средств оценивания для контроля результатов обучения. В тематической программе предмета выделяют следующие компоненты: лекции, лаборатории, практические занятия и самостоятельную работу студентов, соответствующие требованиям образовательных стандартов.

Программа подготовки магистров направления 03.04.03 Радиофизика Направленность (профиль) «Квантовые устройства и радиофотоника» адаптирована к специфике будущей профессиональной деятельности выпускника, включающей научно-исследовательскую (как основной вид деятельности), проектную деятельность. Таким образом, программа работы по данной дисциплине полностью соответствует ФГОС ВО и основным образовательным программам по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, профиль Квантовые устройства и радиофотоника (квалификация (степень) "магистр") и может использоваться в образовательных процессах в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Профессор кафедры оптоэлектроники  
Физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»,  
доктор физ.-мат. наук, доцент

 М. М. Векшин



## Рецензия

### на рабочую программу дисциплины «Б1.В.08 Функциональные материалы радиофотоники»

для студентов направления подготовки 03.04.03 Радиофизика (квалификация (степень) " магистр ").

Программа подготовлена и.о. зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» доцентом Галуцким Валерием Викторовичем.

Рабочая программа включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины.

В рабочей программе дисциплины «Б1.В.08 Функциональные материалы радиофотоники» указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения. В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, лабораторные, практические занятия и самостоятельная работа студентов, отвечающие требованиям образовательного стандарта.

Рабочая программа подготовки магистров направления 03.04.03 Радиофизика Направленность (профиль) «Квантовые устройства и радиофотоника» отвечает специфике будущей профессиональной деятельности выпускников, в том числе научно-исследовательской (как основная); проектной деятельности.

Таким образом, рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, профиль Квантовые устройства и радиофотоника (квалификация (степень) "магистр") и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Руководитель группы по проектированию беспроводных систем связи

Отдел по проектированию станционных сооружений связи

Южный филиал ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ»

И. Д. Бабенко

Свидетельствую подлинность подписи И.Д. Бабенко

Начальник отдела по проектированию  
станционных сооружений связи

И. М. Милто

«24» августа 2022

