

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)

*В.И. Казаков*

(подпись)

«17» 02 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Кристаллооптика и электронные оптические устройства»  
(Наименование дисциплины)

|   |  |
|---|--|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 12.03.05                               |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Лазерная техника и лазерные технологии |
| Наименование<br>направленности                        | Лазерная техника и лазерные технологии |
| Форма обучения  | очная                                  |
| Год приема  | 2025                                   |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., с.н.с.

(должность, уч. степень, звание)

*О.В. Шакин*

(подпись, дата)

О.В. Шакин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

*А.Р. Бестугин*

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

*Н.В. Марковская*

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Кристаллооптика и электронные оптические устройства» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы и применением кристаллооптических приборов в научных исследованиях и современной элементной базы, к анализу поставленной задачи исследований при изучении физических процессов и явлений, происходящих в оптическом диапазоне электромагнитных волн в кристаллических анизотропных средах, монтаже, наладке настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине русский.

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Кристаллооптика и электрооптические устройства» - формирование теоретической и технической подготовки студентов направления 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» по принципам работы и применению кристаллооптических приборов в научных исследованиях и современной технике.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|--------------------------------|--|--|
| Профессиональные компетенции   | ПК-1 Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем | ПК-1.3.1 знать принципы построения и состав лазерных приборов, систем; материалы и технологии, используемые для изготовления лазерной техники; методы работы с научно-технической литературой и информацией<br>ПК-1.У.1 уметь анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем; проектировать оснастку для изготовления деталей лазерной техники; определять, формулировать и обосновывать параметры, режимы и условия реализации разрабатываемых деталей<br>ПК-1.В.1 владеть навыком разработки технологических процессов изготовления типовых оптических деталей из стекла и кристаллов |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин: - Математика-1 (Аналитическая геометрия и линейная алгебра);

- Математика-1 (Математический анализ);
- Физика;
- Радиотехнические цепи и сигналы;
- Электроника.

Знания и навыки, полученные при изучении материала данной дисциплины в соответствии с учебным планом направления 20050062Ф, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Основы квантовой электроники;

- Оптика;
- Нелинейная оптика;
- Лазерные измерения.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего  | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
|   |        | №5                        |
| 1   | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>   | 3/ 108 | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 34     | 34                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 51     | 51                        |
| в том числе:  |        |                           |
| лекции (Л), (час)   | 17     | 17                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 17     | 17                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 17     | 17                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |        |                           |
| экзамен, (час)  |        |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 57     | 57                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет  | Зачет                     |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы дисциплины  | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|-----------|
| Семестр 5   |              |               |          |           |
| Раздел 1. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах | 4            | 4             | 4        | 9         |
| Раздел 2. Характеристики анизотропных сред                            | 4            | 4             | 4        | 16        |
| Раздел 3. Электрооптическая модуляция света                           | 4            | 4             | 4        | 16        |
| Раздел 4. Электрооптические устройства                                | 5            | 5             | 5        | 16        |
| Итого в семестре:   | 17           | 17            | 17       | 57        |
| Итого:  | 17           | 17            | 17       | 57        |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикл

| Номер раздела | Название и содержание тем лекционных занятий   |
|---------------|--|
| <b>1</b>      | Тема 1.1. Введение Предмет кристаллооптика и его задачи. Симметрия кристаллов. Трансляционная и точечная симметрия.<br>Тема 1.2. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной среды.<br>Тема 1.3. Распространение плоских волны в анизотропной среде.<br>Тема 1.4. Распространение плоских волны в анизотропной среде.<br>Главные направления в кристалле. Плоские волны в анизотропной среде. Лучевой и волновой векторы. Поверхность нормалей и лучевая (волновая) поверхность.<br>Классификация анизотропных сред. |
| <b>2</b>      | Тема 2.1. Эллипсоид показателей преломления.<br>Тема 2.2. Классификация анизотропных сред.<br>Тема 2.3. Распространение света в одноосных кристаллах. Тема 2.4. Двойное лучепреломление на границе раздела.  |
| <b>3</b>      | Тема 3.1. Вращение плоскости поляризации.<br>Тема 3.2. Электрооптический эффект.<br>Тема 3.3. Продольная и поперечная электрооптическая модуляция.   |
| <b>4</b>      | Тема 4.1. Интерферометр Маха-Цандера на ниобате лития.<br>Тема 4.2 Электрооптический модулятор добротности и синхронизатор мод резонатора лазера.<br>Тема 4.3. Электрооптические эффекты в нематических жидких кристаллах. Устройства на жидких кристаллах.  |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п            | Темы практических занятий  | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|------------------|--|----------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Семестр 5</b> |  |                            |                     |                      |
| 1                | Тема 1.1. Симметрия кристаллов.  |                            | 1                   | 1                    |
| 2                | Тема 1.2. Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной среды.                           |                            | 1                   | 1                    |
| 3                | Тема 1.3. Распространение плоских волны в анизотропной среде.                                |                            | 1                   | 1                    |
| 4                | Тема 1.4. Лучевой и волновой векторы. Поверхность нормалей и лучевая (волновая) поверхность. |                            | 1                   | 1                    |
| 5                | Тема 2.1. Эллипсоид показателей преломления.   |                            | 1                   | 2                    |
| 6                | Тема 2.2. Классификация анизотропных сред.   |                            | 1                   | 2                    |
| 7                | Тема 2.3. Распространение света в одноосных кристаллах.                                      |                            | 1                   | 2                    |

|        |  |  |    |   |
|--------|--|--|----|---|
| 8      | Тема 2.4. Двойное лучепреломление на границе раздела   |  | 1  | 2 |
| 9      | Тема 3.1 Вращение плоскости поляризации.   |  | 1  | 3 |
| 10     | Тема 3.2 Электрооптический эффект.   |  | 1  | 3 |
| 11     | Тема 3.3. Продольная и поперечная электрооптическая модуляция.   |  | 1  | 3 |
| 12     | Тема 4.1. Интерферометр Маха-Цандера на ниобате лития.   |  | 2  | 4 |
| 13     | Тема 4.2. Электрооптический модулятор добротности и синхронизатор мод резонатора лазера.               |  | 2  | 4 |
| 14     | Тема 4.3. Электрооптические эффекты в нематических жидких кристаллах. Устройства на жидких кристаллах. |  | 2  | 4 |
| Всего: |  |  | 17 |   |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных занятий    | Трудоемкость (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--------------------------------------|--------------------|----------------------|
| Семестр 5 |                                      |                    |                      |
| 1         | Поляризационные характеристики света | 4                  | 1                    |
| 2         | Интерференция некогерентного света   | 4                  | 2                    |
| 3         | Интерференция когерентного света     | 4                  | 3                    |
| 4         | Дисперсия в оптическом волокне       | 5                  | 4                    |
|           | Всего                                | 17                 |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 5, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 40         | 40             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  | -          | -              |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                | -          | -              |
| Выполнение реферата (Р)                           | 8          | 8              |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 1          | 1              |
| Домашнее задание (ДЗ)                             | 7          | 7              |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                | -          | -              |
| Подготовка к промежуточной                        | 1          | 1              |

|                 |    |    |
|-----------------|----|----|
| аттестации (ПА) |    |    |
| Всего:          | 57 | 57 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр | Библиографическая ссылка / URL адрес  | Количество экземпляров в библиотеке |
|------|---|-------------------------------------|
|      | Салех, М.Тейх Оптика и фотоника. Принципы и применения. Пер. с. Англ.: Учебное пособие. В 2 т. Т. 2 / Б. Салех, М. Тейх – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 784 с.: цв. вкл. ISBN 978-5-91559-135-5 | ФО (2), ГС (14), ГСЧЗ (1).          |
|      | Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах – М.: Мир, 1987 – 616 с.   | ФО (2), ГС (14), ГСЧЗ (1).          |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| № п/п | URL адрес   | Наименование  |
|-------|---|---|
| 1     | <a href="http://guap.ru/guap/standart/pravila1.rtf">http://guap.ru/guap/standart/pravila1.rtf</a>           | Правила оформления документов по текстовых ГОСТ 7.32-2001                               |
| 2     | <a href="http://regstands.guap.ru/db/docs/7.32-2001.pdf">http://regstands.guap.ru/db/docs/7.32-2001.pdf</a> | ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления |
| 3     | <a href="http://guap.ru/guap/standart/prim.doc">http://guap.ru/guap/standart/prim.doc</a>                   | Примеры библиографического описания (по ГОСТ 7.1-2003)                                  |
| 4     | <a href="ftp://ftp.radio.ru/pub/ugo/">ftp://ftp.radio.ru/pub/ugo/</a>                                       | Условные графические обозначения элементов электрических схем                           |

8. Перечень информационных технологий  
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.  
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Мультимедийная лекционная аудитория                       | 51-06-03                            |
| 2     | Специализированная лаборатория                            | 51-06-05                            |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств            |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов;<br>Тесты;<br>Задачи. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций   |
|------------------------|---|
| 5-балльная шкала       |   |
| «отлично»<br>«зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |



| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>   |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. Зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета      | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1     | Симметрия кристаллов.                                    | ПК-1.3.1       |
| 2     | Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной среды. |                |
| 3     | Распространение плоских волны в анизотропной среде       |                |
| 4     | Лучевой и волновой векторы                               | ПК-1.У.1       |
| 5     | Поверхность нормалей и лучевая (волновая) поверхность    |                |
| 6     | Эллипсоид показателей преломления                        |                |
| 7     | Классификация анизотропных сред                          |                |
| 8     | Распространение света в одноосных кристаллах             |                |
| 9     | Двойное лучепреломление на границе раздела               |                |
| 10    | Вращение плоскости поляризации                           | ПК-1.В.1       |
| 11    | Электрооптический эффект                                 |                |
| 12    | Продольная и поперечная электрооптическая модуляция      |                |
| 13    | Интерферометр Маха-Цандера на ниобате лития              |                |
| 14    | Электрооптический модулятор добротности лазера           |                |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 15 | Синхронизатор мод резонатора лазера                        |  |
| 16 | Электрооптические эффекты в нематических жидких кристаллах |  |
| 17 | Устройства на жидких кристаллах                            |  |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п                       | Примерный перечень вопросов для тестов   | Код индикатора |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
|-----------------------------|--|----------------|-------------------------|---|---------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|
| 1                           | Плоские сетки и пространственные сетки описывают ... решеток Браве.<br>А) 10 и 14<br>Б) 5 и 14<br>В) 14 и 5<br>Г) 7 и 14   | ПК-1.3.1       |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| 2                           | В каких средах проявляется линейный электрооптический эффект?<br>А) во всех материальных средах<br>Б) в оптически изотропных материалах<br>В) во всех кристаллических средах<br>Г) в кристаллических средах без центра симметрии<br>Д) правильного ответа не приведено   |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| 3                           | Расположите основные свойства кристаллов по степени их влияния на оптические характеристики:<br>А) бифракция<br>Б) дисперсия<br>В) анизотропия   |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| 4                           | Установите соответствие между типами кристаллов и их оптическими свойствами: <table><tr><td>А) Изотропные кристаллы</td><td>1) Обладают одинаковыми оптическими свойствами во всех направлениях</td></tr><tr><td>Б) Анизотропные кристаллы</td><td>2) Способствуют разделению света на компоненты с различной поляризацией</td></tr><tr><td>В) Поляризованные кристаллы</td><td>3) Оптические свойства зависят от направления света в кристалле</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> |                | А) Изотропные кристаллы | 1) Обладают одинаковыми оптическими свойствами во всех направлениях | Б) Анизотропные кристаллы | 2) Способствуют разделению света на компоненты с различной поляризацией | В) Поляризованные кристаллы | 3) Оптические свойства зависят от направления света в кристалле | А | Б | В |  |  |
| А) Изотропные кристаллы     | 1) Обладают одинаковыми оптическими свойствами во всех направлениях  |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| Б) Анизотропные кристаллы   | 2) Способствуют разделению света на компоненты с различной поляризацией  |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| В) Поляризованные кристаллы | 3) Оптические свойства зависят от направления света в кристалле  |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| А                           | Б  | В              |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
|                             |  |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| 5                           | Напишите понятие анизотропной среды.   | ПК-1.У.1       |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |
| 6                           | В кристаллических структурах возможны ...<br>А) инверсионные оси симметрии 1, 2, 3, 4, 5 и 6-го порядков<br>Б) простые и инверсионные оси симметрии 1, 2, 3, 4 и 6-го порядков<br>В) простые и инверсионные оси симметрии 1, 2, 3, 5 и 7-го порядков   |                |                         |   |                           |   |                             |   |   |   |   |  |  |

|                |   |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
|----------------|---|----------|---|--------------|--|----------------|---|---|---|---|--|--|--|--|
|                | Г) простые и инверсионные оси симметрии любых порядков  |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 7              | <p>Что называют полуволновым напряжением?</p> <p>А) величину электрического управляющего напряжения, при которой глубина модуляции интенсивности в электрооптическом модуляторе составляет 50%</p> <p>Б) величину электрического управляющего напряжения, при которой изменение фазы световой волны, достигаемое в фазовом электрооптическом модуляторе, составляет <math>\pi</math></p> <p>В) величину электрического управляющего напряжения, при которой изменение фазы световой волны, достигаемое в фазовом электрооптическом модуляторе, составляет <math>\pi/2</math></p> <p>Г) величину электрического управляющего напряжения, при которой изменение фазы световой волны, достигаемое в фазовом электрооптическом модуляторе, составляет <math>2\pi</math></p> <p>Д) правильного ответа не приведено</p> |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 8              | <p>Каковы основные факторы, влияющие на преломление света в кристаллах? Упорядочите их по убыванию влияния:</p> <p>А) длина волны света</p> <p>Б) примеси в кристалле</p> <p>В) кристаллическая структура</p> <p>Г) температура</p>   |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 9              | <p>Установите соответствие между электронными оптическими устройствами и их применением:</p> <table><tr><td>А) Лазер</td><td>1) Преобразует световую энергию в электрическую</td></tr><tr><td>Б) Светодиод</td><td>2) Генерирует когерентное световое излучение</td></tr><tr><td>В) Фотоэлемент</td><td>3) Излучает свет при протекании электрического тока</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>  | А) Лазер | 1) Преобразует световую энергию в электрическую | Б) Светодиод | 2) Генерирует когерентное световое излучение | В) Фотоэлемент | 3) Излучает свет при протекании электрического тока | А | Б | В |  |  |  |  |
| А) Лазер       | 1) Преобразует световую энергию в электрическую   |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| Б) Светодиод   | 2) Генерирует когерентное световое излучение  |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| В) Фотоэлемент | 3) Излучает свет при протекании электрического тока   |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| А              | Б   | В        |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
|                |   |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 10             | Как правильно определить кристаллографическое направление в буре кристалла?   |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 11             | <p>Правильная система точек устанавливает число ...</p> <p>А) элементарных ячеек, которые можно разместить в кристалле</p> <p>Б) атомов разного типа, которые можно разместить в кристалле</p> <p>В) атомов разного типа, которые можно разместить в элементарной ячейке</p> <p>Г) атомов одного типа, которые можно разместить в элементарной ячейке</p>   | ПК-1.В.1 |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 12             | <p>Каким преимуществом обладают электрооптические модуляторы фазы с поперечным электрическим полем перед модуляторами с продольным полем?</p> <p>А) они обеспечивают большую глубину модуляции, чем элементы с продольным полем</p> <p>Б) они могут работать с неполяризованным светом</p> <p>В) они позволяют снизить величину управляющего напряжения за счет изменения соотношения продольного и поперечного размеров кристалла</p>  |          |   |              |  |                |   |   |   |   |  |  |  |  |

|                                     |   |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------|--|-----------------------------|--|---|---|---|--|--|--|
|                                     | Г) их полуволновое напряжение не зависит от размеров кристаллического элемента<br>Д) правильного ответа не приведено  |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
| 13                                  | Какие параметры наиболее существенно влияют на эффективность электронных оптических устройств? Упорядочите их по убыванию влияния:<br>А) конструкция устройства<br>Б) конструкция устройства<br>В) электрические характеристики<br>Г) температурные условия эксплуатации  |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
| 14                                  | <div>Установите соответствие между характеристиками оптических материалов и их применением:</div> <table><tr><td>А) Высокая преломляющая способность</td><td>1) Используется в оптических волноводах</td></tr><tr><td>Б) Низкая поглощаемость</td><td>2) Применяется в линзах и преломляющих элементах</td></tr><tr><td>В) Электрооптический эффект</td><td>3) Применяется в модуляторах и изменении свойств света</td></tr></table> <div>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</div> <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> | А) Высокая преломляющая способность | 1) Используется в оптических волноводах | Б) Низкая поглощаемость | 2) Применяется в линзах и преломляющих элементах | В) Электрооптический эффект | 3) Применяется в модуляторах и изменении свойств света | А | Б | В |  |  |  |
| А) Высокая преломляющая способность | 1) Используется в оптических волноводах   |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
| Б) Низкая поглощаемость             | 2) Применяется в линзах и преломляющих элементах  |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
| В) Электрооптический эффект         | 3) Применяется в модуляторах и изменении свойств света  |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
| А                                   | Б   | В                                   |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
|                                     |   |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |
| 15                                  | Как наблюдать коноскопию в кристаллах?  |                                     |   |                         |  |                             |  |   |   |   |  |  |  |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- презентация лекционного материала в мультимедийной аудитории;
- указание наиболее важных вопросов в данном курсе;
- краткая дискуссия по лекционному материалу;
- информация о дополнительных материалах, необходимых для понимания лекционного курса.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

*Изучение инструкции по эксплуатации лабораторного стенда*

*Изучение техники безопасности при работе с лазерным излучением.*

Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Ответы на вопросы, приведённые в таблице 19*

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Титульный лист*

*Краткое описание цели лабораторной работы.*

*Результаты*

*Расчеты.*

*Выводы.*

Методические указания для обучающихся по проведению лабораторных работ представлены в методическом пособии на сайте каф.23

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Методические указания для обучающихся по проведению самостоятельной работы представлены в методическом пособии на сайте каф.23

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости. в методическом пособии на сайте каф.23

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Методические указания для обучающихся по прохождению по прохождению промежуточной аттестации, представлены в методическом пособии на сайте каф.23

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |