

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.



подпись

29 » мая 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.05.02 «НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА»

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| Направление подготовки         | 03.03.02 «Физика»         |
| Направленность (профиль)       | Фундаментальная физика    |
| Программа подготовки           | Академический бакалавриат |
| Форма обучения                 | Очная                     |
| Квалификация (степень) выпуска | Бакалавр                  |

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика»

Программу составил:

кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры  
физики и информационных систем

Коваленко М.С



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

«20» апреля 2020 г, протокол № 13

Заведующий кафедрой (разработчика)

Богатов Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Григорьян Л.Р., кандидат физ.-мат. наук, директор ООО НПФ «Мезон»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины.

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Нелинейная оптика» ставит своей целью изучение нелинейно-оптических явлений, происходящих под воздействием мощного лазерного излучения.

### 1.2 Задачи дисциплины.

Основные задачи дисциплины:

- изучить условия, необходимые для проявления нелинейно оптических явлений (генерация второй гармоники, параметрическая генерация);
- усвоить методы теоретического описания нелинейно-оптических явлений;
- ознакомление с основными методами исследования и расчета физических характеристик квантовых приборов.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

«Нелинейная оптика» является дисциплиной по выбору направления 03.03.02 – «физика». Изучение основных концепций нелинейной оптики базируется на знаниях студентов, полученных ранее при изучении дисциплин, входящих в цикл общей физики.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами «Физика конденсированного состояния вещества», «Векторный и тензорный анализ», «Оптика».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны   |  |   |
|--------|--------------------|--|---|--|---|
|        |                    |  | знать   | уметь  | владеть   |
| 1      | ОПК-3              | способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач. | знать основные законы, идеи и принципы построения нелинейно-оптических приборов, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование. | уметь осмысливать и интерпретировать основные положения нелинейной оптики. | Навыками применения полученных знаний для решения прикладных задач нелинейной оптики. |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны  |   |  |
|--------|--------------------|---|--|---|--|
|        |                    |   | знать  | уметь   | владеть  |
| 2      | ПК-2               | способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. | Современные представления о нелинейной оптике и информационные технологии, необходимые для решения задач научных исследований. | применять знания по нелинейной оптике и информационные технологии для решения задач научных исследований. | современным и методами сбора и представления данных. |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы   | Всего часов                          | Семестры (часы) |             |          |          |
|--|--------------------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|
|  |                                      | 6               |             |          |          |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     | <b>66,2</b>                          | <b>66,2</b>     |             |          |          |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>64</b>                            | <b>64</b>       |             |          |          |
| Занятия лекционного типа                                   | 32                                   | 32              | -           | -        | -        |
| Лабораторные занятия                                       | 32                                   | 32              | -           | -        | -        |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | -                                    | -               | -           | -        | -        |
|  | -                                    | -               | -           | -        | -        |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |                                      |                 |             |          |          |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      | 2                                    | 2               |             |          |          |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,2                                  | 0,2             |             |          |          |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                | <b>5,8</b>                           | <b>5,8</b>      |             |          |          |
| Проработка учебного (теоретического) материала             | 2,8                                  | 2,8             | -           | -        | -        |
|  |                                      |                 |             |          |          |
| Подготовка к текущему контролю                             | 3                                    | 3               | -           | -        | -        |
| <b>Контроль:</b>   | <b>Зачет</b>                         | <b>Зачет</b>    |             |          |          |
| Подготовка к экзамену                                      | -                                    | -               |             |          |          |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                  | <b>час.</b>                          | <b>72</b>       | <b>72</b>   | <b>-</b> | <b>-</b> |
|  | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>66,2</b>     | <b>66,2</b> |          |          |
|  | <b>зач. ед.</b>                      | <b>2</b>        | <b>2</b>    |          |          |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

| №  | Наименование разделов             | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|-----------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | 2                                 | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Основы нелинейной оптики.         | 13               | 8                 | -  | 4  | 1                    |
| 2. | Открытые резонаторы.              | 9                | 4                 | -  | 4  | 1                    |
| 3. | Основные типы лазеров.            | 17               | 6                 | -  | 10 | 1                    |
| 4. | Импульсные режимы работы лазеров. | 7                | 2                 | -  | 4  | 1                    |
| 5. | Элементы нелинейной оптики.       | 11               | 6                 | -  | 4  | 1                    |
| 6. | ВКР-лазеры.                       | 3                | 2                 | -  | -  | 0,8                  |
| 7. | Применение лазеров.               | 10               | 4                 | -  | 6  | -                    |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>       | 69,8             | 32                | 0  | 32 | 5,8                  |

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

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела              | Содержание раздела   | Форма текущего контроля |
|----|-----------------------------------|--|-------------------------|
| 1  | 2                                 | 3  | 4                       |
| 1. | Основы нелинейной оптики          | История развития нелинейной оптики. Спонтанные и индуцированные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Вероятности переходов. Форма спектральной линии, виды уширения спектральных линий. Квантово-механическое описание взаимодействия излучения с веществом. Волновые функции стационарных состояний. Матричный элемент оператора перехода. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Условия возбуждения. Методы получения инверсной населенности. Лазерные среды. | К                       |
| 2. | Открытые резонаторы.              | Продольные и поперечные моды. Дифракционные потери. Устойчивость мод. Селекция мод. Синхронизация мод.   | К                       |
| 3. | Основные типы лазеров.            | Оптические квантовые генераторы. Устройство, принцип действия. Разновидности лазеров, режимы генерации. Газовые, твердотельные, жидкостные, полупроводниковые лазеры.  | К                       |
| 4. | Импульсные режимы работы лазеров. | Модуляция добротности резонатора и использование ее для получения гигантских импульсов лазерного излучения. Получение  | К                       |

|    |                             |  |   |
|----|-----------------------------|--|---|
|    |                             | сверхкоротких импульсов с использованием синхронизации мод.  |   |
| 5. | Элементы нелинейной оптики. | Нелинейное взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Генерация гармоник излучения. Параметрические процессы. Параметрические генераторы. | К |
| 6. | ВКР-лазеры.                 | Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) света и его использование для перестройки частоты лазерного излучения. ВКР - усилители.                     | К |
| 7. | Применение лазеров.         | Лазерные технологии. Лазерная спектроскопия. Голография.   | К |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа по данному курсу согласно учебному плану не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №   | Наименование лабораторных работ  | Форма текущего контроля      |
|-----|--|------------------------------|
| 1   | 3  | 4                            |
| 1.  | Исследование оптических свойств лазерных кристаллов  | Отчет по лабораторной работе |
| 2.  | Исследование параметров лазера на парах меди   | Отчет по лабораторной работе |
| 3.  | Исследование зависимости выходной мощности генерации непрерывного лазера от уровня накачки и параметров резонатора | Отчет по лабораторной работе |
| 4.  | Моделирование генерации лазера на гранате с неодимом   | Отчет по лабораторной работе |
| 5.  | Моделирование трехуровневого лазера  | Отчет по лабораторной работе |
| 6.  | Моделирование лазера с активной модуляцией добротности   | Отчет по лабораторной работе |
| 7.  | Моделирование получения пикосекундных импульсов с помощью синхронизации мод  | Отчет по лабораторной работе |
| 8.  | Моделирование четырехуровневого лазера   | Отчет по лабораторной работе |
| 9.  | Моделирование лазера с пассивной модуляцией добротности  | Отчет по лабораторной работе |
| 10. | Моделирование открытого резонатора   | Отчет по лабораторной работе |
| 11. | Расчет эффективности ламповой накачки лазера на стекле, активированном неодимом                                    | Отчет по лабораторной работе |
| 12. | Расчет углов первого и второго синхронизма для удвоителя частоты неодимового лазера                                | Отчет по лабораторной работе |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы - не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

| № | Вид СРС                                 | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|---|--|
| 1 | Проработка теоретического материала     | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании Совета физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол № 6 от 04.05.2017 г.  |
| 2 | Реферат                                 | 1. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> .<br>2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> . |
| 3 | Подготовка презентации по теме реферата | Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с.<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .  |

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.

При реализации учебной работы по дисциплине с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся и в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра реализуется компетентный подход и предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и научные тренинги, встречи с ведущими учеными физиками, организация публичных лекций, внеаудиторная работа в научной библиотеке, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме по дисциплине составляет 30%. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов составляют около 50% аудиторных занятий.

Промежуточный контроль усвоения материала осуществляется через выполнение лабораторных работ, тестирование, блиц-опрос, окончательный контроль – зачет. Требования к уровню освоения содержания курса заключается в строгом выполнении часовой нагрузки по темам путем усвоения лекционного материала, выполнения лабораторных работ, написании по предложенным темам рефератов, самостоятельных работ.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- изучение и закрепление нового материала (использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- технология компьютерного моделирования численных расчетов.

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в аудитории, снабженной всем необходимым оборудованием для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент предоставляет и защищает разработанную программу численного моделирования и расчета, причем в беседе с преподавателем должен продемонстрировать знание как теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе, так и необходимых для практической реализации работы.

Сопровождение самостоятельной работы студенты также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и путем подготовки докладов;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

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.**

Перечень контрольных вопросов:

1. Введение. Предмет «Нелинейная оптика». История развития квантовой электроники.



2. Спонтанные и индуцированные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.
3. Вероятности переходов. Форма спектральной линии, виды уширения спектральных линий.
4. Квантово-механическое описание взаимодействия излучения с веществом.
5. Волновые функции стационарных состояний.
6. Матрица плотности. Матричный элемент оператора перехода.
7. Усиление и генерация электромагнитного излучения.
8. Условия возбуждения. Методы получения инверсной населенности.
9. Оптические квантовые генераторы. Устройство, принцип действия. Разновидности лазеров, режимы генерации.
10. Открытые резонаторы. Продольные и поперечные моды. Дифракционные потери.
11. Устойчивость мод. Селекция мод. Синхронизация мод.
12. Импульсные режимы работы лазеров.
13. Модуляция добротности резонатора и использование ее для получения гигантских импульсов лазерного излучения.
14. Получение сверхкоротких импульсов с использованием синхронизации мод.
15. Основные типы лазеров. Газовые, твердотельные, жидкостные, полупроводниковые, лазеры на свободных электронах.
16. Нелинейное взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
17. Генерация гармоник излучения. Параметрические процессы. Параметрические генераторы.
18. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) света и его использование для перестройки частоты лазерного излучения. ВКР - усилители.
19. Применение приборов квантовой электроники.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Аттестация по защищенным лабораторным работам.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **5.1 Основная литература:**

1. Акципетров, О.А. Нелинейная оптика кремния и кремниевых наноструктур: монография / О.А. Акципетров, И.М. Баранова, К.Н. Евтюхов. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2012. — 544 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5255>.

2. Волостников, В.Г. Методы анализа и синтеза когерентных световых полей [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2015. — 256 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91168>.

3. Зверев, В.А. Оптические материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Зверев, Е.В. Кривоустова, Т.В. Точилина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 400 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67465>.

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. Евсеев, И.В. Когерентные переходные процессы в оптике [Электронный ресурс]: монография / И.В. Евсеев, Н.Н. Рубцова, В.В. Самарцев. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2009. — 536 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2731>.

2. Дмитриев В.Г. Прикладная нелинейная оптика / В. Г. Дмитриев, Л. В. Тарасов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ , 2004. - 512 с. - Библиогр. : с. 477-512. - ISBN 5922104535.

3. Введение в прикладную нелинейную оптику: Учеб. пособие для студентов инженерно-физ. спец. вузов / О. В. Кузьмин, А. А. Мартынов, В. Л. Панютин и др.; КубГУ. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 1999. - 279 с.: ил. - Библиогр.: с. 273-276. - ISBN 5230218452.

### **5.3 Периодические издания:**

1. Журнал: "Квантовая электроника" - ведущий российский научный ежемесячный журнал в области лазеров и их применений, а также по связанным с ними тематикам: лазерная физика и техника, нелинейная оптика, лазерный термоядерный синтез, волоконная и интегральная оптика, воздействие лазерного излучения на вещество, лазерная плазма, оптическая обработка и передача информации, когерентность и хаос, лазерные технологии, нанотехнологии, лазерная медицина и биология(<http://www.quantum-electron.ru>).

2. Журнал: Applied Physics B: Lasers and Optics Печатный рецензируемый журнал. Тематика: лазерная физика; линейная и нелинейная оптика; сверхбыстрые явления; оптические материалы; квантовая оптика; лазерная спектроскопия ([http://www.springer.com/physics/journal/340?cm\\_mmc=sgw-\\_-ps-\\_-journal-\\_-00340](http://www.springer.com/physics/journal/340?cm_mmc=sgw-_-ps-_-journal-_-00340))

## 6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

| №  | Ссылка  | Пояснение  |
|----|---|--|
| 1. | <a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>                     | BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии. |
| 2. | <a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>                 | Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.   |
| 3. | <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> | Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир».                                   |
| 4. | <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>               | База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов.   |
| 5. | <a href="http://www.scirus.com">http://www.scirus.com</a>               | Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.   |
| 6. | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>             | Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.  |

## 7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На самостоятельную работу студентов отводится более 56 % времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы обучающихся организовано в следующих формах:

1. Выполнение теоретических заданий по изучаемому разделу дисциплины.
2. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.
3. Выполнение домашних заданий по лабораторным занятиям.
4. Усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.
5. Консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Ряд тем предполагает выполнение лабораторных работ. Выполненная лабораторная работа оценивается преподавателем по следующим критериям:

- уровень подготовленности студента к контрольным вопросам по каждой лабораторной работе;
- оформление отчета по лабораторной работе;
- самостоятельность и логичность выводов и наблюдений;
- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу.

## **8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **8.1 Перечень информационных технологий:**

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Использование электронных презентаций при проведении занятий лекционного типа.

### **8.2 Перечень программного обеспечения**

| Программный продукт                                  | Договор/лицензия                        |
|--|---|
| Операционная система MS Windows                      | Дог. № 77-АЭФ/223-ФЗ/2017 от 03.11.2017 |
| Интегрированное офисное приложение MS Office         | Дог. № 77-АЭФ/223-ФЗ/2017 от 03.11.2017 |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows | Контракт №69-АЭФ/223-ФЗ от 11.09.2017   |

### **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>)
3. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов используемых для лазеров: <http://refractiveindex.info/>.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

| №  | Вид работ              | Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащённость   |
|----|------------------------|---|
| 1. | Лекционные занятия     | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа – ауд. 315С.   |
| 2. | Лабораторные занятия   | Аудитория номер 312С с оборудованием для моделирования работы элементов оптики;   |
| 3. | Самостоятельная работа | Учебная аудитория 208С для самостоятельной работы, оснащённая компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |