

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:06:01

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Оптические элементы лазерных систем

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 2 (1.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Неделя                                    | 18      |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Лабораторные                              | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 51      | 51  | 51    | 51  |
| Контактная работа                         | 51      | 51  | 51    | 51  |
| Сам. работа                               | 57      | 57  | 57    | 57  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*дфмн, доцент, Сметанин Сергей Николаевич*

Рабочая программа

**Оптические элементы лазерных систем**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, 22.04.01-ММТМ-23-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от 28.06.2021 г., №07/21

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, расширение и углубление знаний студентов в области оптики лазеров, ознакомлении с современным состоянием и перспективами развития оптических элементов лазерных систем, приобретении навыков, необходимых для расчета, проектирования и эксплуатации оптических элементов лазеров. Дисциплина рассматривает современный подход к описанию оптики лазеров, что поможет в дальнейшем решать ряд инженерных задач, связанных с разработкой и обслуживанием современных лазерных систем любого назначения. |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.03 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Материаловедение и технологии перспективных материалов  |            |
| 2.1.2      | Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники   |            |
| 2.1.3      | Технология получения кристаллов   |            |
| 2.1.4      | Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований   |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве   |            |
| 2.2.2      | Кристаллические компоненты акустоэлектроники  |            |
| 2.2.3      | Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики  |            |
| 2.2.4      | Микросхемотехника   |            |
| 2.2.5      | Наноматериалы в современной твердотельной электронике   |            |
| 2.2.6      | Нелинейные кристаллы  |            |
| 2.2.7      | Оптические явления в кристаллах. Часть 2  |            |
| 2.2.8      | Применение лазерных систем  |            |
| 2.2.9      | Солнечная энергетика  |            |
| 2.2.10     | Методы исследования материалов  |            |
| 2.2.11     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.12     | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы   |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ОПК-5:** Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях

**Знать:**

ОПК-5-31 Типовые схемы оптических элементов и систем для управления параметрами лазерного излучения, особенности контроля и преобразования лазерного излучения различными оптическими элементами и системами.

**ОПК-4:** Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

**Уметь:**

ОПК-4-У1 Осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и компонентов для разработки оптических элементов лазерных систем в соответствии с техническим заданием. Выбирать и применять передовые методы разработки и моделирования оптических элементов лазерных систем.

**ПК-2:** Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям

**Владеть:**

ПК-2-В1 Иметь навыки расчета и разработки оптических элементов лазерных систем в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|

|     |   |   |    |          |  |  |  |    |
|-----|---|---|----|----------|--|--|--|----|
|     | <b>Раздел 1. Отражающие оптические элементы лазеров</b>                           |   |    |          |  |  |  |    |
| 1.1 | Металлические и диэлектрические отражающие оптические элементы /Лек/              | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л1.3Л2.3<br>Э1 Э3                              |  |  |    |
| 1.2 | Расчет френелевских отражателей /Пр/  | 2 | 2  | ОПК-4-У1 | Л1.3Л2.2Л3.<br>1<br>Э2 Э4                      |  |  |    |
| 1.3 | Многослойные интерференционные покрытия /Лек/                                     | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л2.3Л2.2<br>Э1 Э3                              |  |  |    |
| 1.4 | Расчет многослойных интерференционных покрытий /Пр/                               | 2 | 2  | ОПК-4-У1 | Л2.2Л3.1<br>Э4 Э5                              |  |  |    |
| 1.5 | Подготовка к лекциям и практическим занятиям /Ср/                                 | 2 | 14 | ОПК-5-31 | Л1.3Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э1 Э3                  |  |  |    |
|     | <b>Раздел 2. Поляризующие и фазосдвигающие оптические элементы лазеров</b>        |   |    |          |  |  |  |    |
| 2.1 | Поляризаторы /Лек/  | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л2.3Л2.2<br>Э1 Э3                              |  |  |    |
| 2.2 | Элементы управления поляризацией излучения /Лек/                                  | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л1.4<br>Э1 Э3                                  |  |  |    |
| 2.3 | Управление поляризацией лазерного излучения /Лаб/                                 | 2 | 4  | ПК-2-В1  | Л3.1<br>Э2 Э4                                  |  |  |    |
| 2.4 | Расчет элементов управления поляризацией излучения /Пр/                           | 2 | 4  | ОПК-4-У1 | Л3.1<br>Э2 Э5                                  |  |  |    |
| 2.5 | Подготовка к лекциям и практическим занятиям /Ср/                                 | 2 | 14 | ОПК-5-31 | Л1.4<br>Л2.3Л2.2Л3.<br>1<br>Э1 Э3              |  |  |    |
|     | <b>Раздел 3. Оптические лазерные затворы и вентили</b>                            |   |    |          |  |  |  |    |
| 3.1 | Электрооптические и акустооптические элементы лазеров /Лек/                       | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л1.1<br>Э1 Э3                                  |  |  |    |
| 3.2 | Исследование акустооптической модуляции добротности резонатора лазера /Лаб/       | 2 | 4  | ПК-2-В1  | Л3.2<br>Э1 Э5                                  |  |  | Р4 |
| 3.3 | Пассивные лазерные затворы /Лек/  | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л1.2Л2.1<br>Э1 Э3                              |  |  |    |
| 3.4 | Исследование пассивной модуляции добротности резонатора лазера /Лаб/              | 2 | 4  | ПК-2-В1  | Л3.2<br>Э1 Э4                                  |  |  |    |
| 3.5 | Расчет параметров ячейки Погкельса /Пр/   | 2 | 2  | ОПК-4-У1 | Л3.1<br>Э1 Э2                                  |  |  | Р1 |
| 3.6 | Расчет пассивной модуляции добротности резонатора лазера /Пр/                     | 2 | 2  | ОПК-4-У1 | Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2                              |  |  | Р1 |
| 3.7 | Подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и экзамену /Ср/ | 2 | 14 | ОПК-5-31 | Л1.1 Л1.2<br>Л2.3Л2.1Л3.<br>1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |    |

|     |   |   |    |          |                           |  |  |  |
|-----|---|---|----|----------|---------------------------|--|--|--|
|     | <b>Раздел 4. Фокусирующие и дисперсионные оптические элементы лазеров</b> |   |    |          |                           |  |  |  |
| 4.1 | Фокусирующие оптические элементы лазеров /Лек/                            | 2 | 2  | ОПК-5-31 | Л1.3Л2.3<br>Э1 Э3         |  |  |  |
| 4.2 | Расчет фокусирующих оптических систем /Пр/                                | 2 | 2  | ОПК-4-У1 | Л3.1<br>Э2 Э4             |  |  |  |
| 4.3 | Фокусировка и разложение в спектр лазерного излучения /Лаб/               | 2 | 5  | ПК-2-В1  | Л1.3Л2.3<br>Э1 Э3         |  |  |  |
| 4.4 | Дисперсионные оптические элементы лазеров /Лек/                           | 2 | 3  | ОПК-5-31 | Л3.1<br>Э2 Э5             |  |  |  |
| 4.5 | Расчет дисперсионного оптического элемента /Пр/                           | 2 | 3  | ОПК-4-У1 |                           |  |  |  |
| 4.6 | Подготовка к лекциям и практическим занятиям /Ср/                         | 2 | 15 | ОПК-5-31 | Л1.3Л2.3Л3.<br>1<br>Э1 Э3 |  |  |  |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие  | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки   |
|--------|--|------------------------------------|--|
| КМ1    | Контрольная работа № 1. Расчет отражающего оптического элемента      |                                    | 1. Металлические зеркала.<br>2. Формулы Френеля.<br>3. Угол Брюстера.<br>4. Полное внутреннее отражение.<br>5. Интерференционные покрытия.                     |
| КМ2    | Контрольная работа № 2. Расчет фазосдвигающего оптического элемента. |                                    | 1. Кристаллооптические фазосдвигающие элементы.<br>2. Фазосдвигающие элементы на полном внутреннем отражении.<br>3. Магнитооптические фазосдвигающие элементы. |
| КМ3    | Контрольная работа № 3. Расчет фокусирующего оптического элемента.   |                                    | 1. Фокусировка тонкой и толстой линзой.<br>2. Фокусировка вогнутым зеркалом.<br>3. Линзовые оптические системы.<br>4. Зеркальные фокусирующие системы.         |

|     |         |  |
|-----|---------|--|
| КМ4 | Экзамен | <p>ОПК-4-31 Типовые схемы оптических элементов и систем для управления параметрами лазерного излучения, особенности контроля и преобразования лазерного излучения различными оптическими элементами и системами.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частичное отражение света от границы раздела двух диэлектрических сред и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>2. Полное внутреннее отражение и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>3. Отражение от полированной поверхности металлов и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>4. Многослойные интерференционные покрытия и оптические элементы лазеров на их основе.</li> <li>5. Интерференция поляризованных лучей и оптические элементы лазеров на ее основе.</li> <li>6. Сдвиг фазы при полном внутреннем отражении и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>7. Двулучепреломление кристаллов и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>8. Эффект Брюстера и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>9. Эффект Погкельса и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>10. Керровская линза и оптические элементы лазеров на ее основе.</li> <li>11. Модуляция света акустическими волнами и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>12. Эффект насыщения резонансного поглощения и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>13. Магнитооптическое вращение поляризации света и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>14. Фокусировка света при отражении от поверхности со сферической кривизной и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>15. Фокусировка света при отражении от поверхности с параболоидной кривизной и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>16. Фокусировка света при преломлении на поверхностях со сферической кривизной и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>17. Явление многолучевой интерференции и оптические элементы лазеров на его основе.</li> <li>18. Оптические элементы лазеров для пространственной фильтрации лазерного излучения.</li> <li>19. Дисперсия фазовых скоростей и оптические элементы лазеров на ее основе.</li> <li>20. Дисперсия групповых скоростей и оптические элементы лазеров на ее основе.</li> </ol> <p>ПК-3-У1 Осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и компонентов для разработки оптических элементов лазерных систем в соответствии с техническим заданием. Выбирать и применять передовые методы разработки и моделирования оптических элементов лазерных систем.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы расчета и моделирования оптического элемента френелевского отражения.</li> <li>2. Основы расчета и моделирования оптических элементов полного внутреннего отражения.</li> <li>3. Основы расчета и моделирования оптических элементов с блюстеровским отражением.</li> <li>4. Основы расчета и моделирования многослойных интерференционных оптических покрытий.</li> <li>5. Основы расчета и моделирования кристаллооптических фазосдвигающих элементов.</li> <li>6. Основы расчета и моделирования оптических фазосдвигающих элементов полного внутреннего отражения.</li> <li>7. Основы расчета и моделирования электрооптических элементов лазерных систем.</li> <li>8. Основы расчета и моделирования акустооптических элементов</li> </ol> |
|-----|---------|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>лазерных систем.</p> <p>9. Основы расчета и моделирования пассивных затворов лазерных систем.</p> <p>10. Основы расчета и моделирования магнитооптических элементов лазерных систем.</p> <p>11. Основы расчета и моделирования линзовых оптических систем.</p> <p>12. Основы расчета и моделирования зеркальных объективов.</p> <p>13. Основы расчета и моделирования эталона Фабри-Перо.</p> <p>14. Основы расчета и моделирования резонатора Фабри-Перо.</p> <p>15. Основы расчета и моделирования пространственного оптического фильтра лазерной системы.</p> <p>16. Основы расчета и моделирования компенсатора дисперсии групповых скоростей лазерного генератора.</p> <p>17. Основы расчета и моделирования фазомодулирующей оптической системы лазерного усилителя.</p> <p>18. Выбор материалов и компонентов для оптических элементов френелевского отражения.</p> <p>19. Выбор материалов для металлических зеркал лазерных систем.</p> <p>20. Выбор материалов и компонентов для оптических элементов на основе многослойных интерференционных оптических покрытий.</p> <p>21. Выбор материалов и компонентов для кристаллооптических фазосдвигающих элементов.</p> <p>22. Выбор материалов и компонентов для оптических фазосдвигающих элементов полного внутреннего отражения.</p> <p>23. Выбор материалов и компонентов для поляризаторов лазерного излучения.</p> <p>24. Выбор материалов и компонентов для электрооптических элементов лазерных систем.</p> <p>25. Выбор материалов и компонентов для акустооптических элементов лазерных систем.</p> <p>26. Выбор материалов и компонентов для пассивных затворов лазерных систем.</p> <p>27. Выбор материалов и компонентов для магнитооптических элементов лазерных систем.</p> <p>28. Выбор материалов и компонентов для синхронизации мод лазеров.</p> <p>29. Выбор материалов и компонентов для дисперсионных оптических элементов лазерных систем.</p> <p>ПК-4-В1 Иметь навыки расчета и разработки оптических элементов лазерных систем в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.</p> <p>1. Разработка оптического элемента френелевского отражения.</p> <p>2. Разработка оптического элемента полного внутреннего отражения.</p> <p>3. Разработка оптического элемента с блостеровским отражением.</p> <p>4. Разработка оптического элемента на основе многослойных интерференционных оптических покрытий.</p> <p>5. Разработка кристаллооптического фазосдвигающего элемента.</p> <p>6. Разработка оптического фазосдвигающего элемента полного внутреннего отражения.</p> <p>7. Разработка электрооптического элемента лазерной системы.</p> <p>8. Разработка акустооптического элемента лазерной системы.</p> <p>9. Разработка пассивного затвора лазерной системы.</p> <p>10. Разработка магнитооптического элемента лазерной системы.</p> <p>11. Разработка линзовой оптической системы.</p> <p>12. Разработка зеркального объектива.</p> <p>13. Разработка эталона Фабри-Перо.</p> <p>14. Разработка резонатора Фабри-Перо.</p> <p>15. Разработка пространственного оптического фильтра лазерной системы.</p> <p>16. Разработка компенсатора дисперсии групповых скоростей лазерного генератора.</p> <p>17. Разработка фазомодулирующей оптической системы лазерного усилителя.</p> |
|--|--|--|

| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b> |  |                                    |   |
|---|--|------------------------------------|---|
| Код работы  | Название работы  | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы   |
| P1  | Практическая работа № 1. Расчет модуляции добротности резонатора лазера.                         |                                    | Аналитический расчет характеристик лазерного излучения при модуляции добротности резонатора лазера. |
| P2  | Практическая работа № 2. Разработка лазерной системы.  |                                    | Расчет параметров лазерной системы по индивидуальному заданию преподавателя.                        |
| P3  | Лабораторная работа № 1. Исследование электрооптической модуляции добротности резонатора лазера. |                                    | Изучение работы лазера с электрооптической модуляцией добротности резонатора.                       |
| P4  | Лабораторная работа № 2. Исследование акустооптической модуляции добротности резонатора лазера.  |                                    | Изучение работы лазера с акустооптической модуляцией добротности резонатора.                        |
| P5  | Лабораторная работа № 3. Исследование пассивной модуляции добротности резонатора лазера.         |                                    | Изучение работы лазера с пассивной модуляцией добротности резонатора.                               |

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи в билетах являются типовыми и подобными решаемым в процессе освоения дисциплины. Билеты хранятся на кафедре.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация - выполнение всех контрольных, лабораторных и практических работ. В случае невыполнения защиты невыполненных работ переносится на экзамен в дополнение к экзаменационному билету.

Экзаменационная оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за ответ на экзамене и за контрольные и практические работы в процессе освоения дисциплины.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год   |
|------|---------------------|---|------------------------|---|
| Л1.1 | Шангина Л. И.       | Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие         | Электронная библиотека | Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 |
| Л1.2 | Иванов И. Г.        | Основы квантовой электроники: учебное пособие               | Электронная библиотека | Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011                                   |
| Л1.3 | Перунова М.         | Геометрическая оптика в примерах и задачах: учебное пособие | Электронная библиотека | Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013                              |
| Л1.4 | Летуга С., Чакак А. | Курс физики: оптика: учебное пособие                        | Электронная библиотека | Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014                              |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
|------|------------------------------------|--|------------------------|---------------------|
| Л2.1 | Карлов Н. В.                       | Лекции по квантовой электронике                  | Электронная библиотека | Москва: Наука, 1988 |
| Л2.2 | Борн М., Вольф Э., Мотулевич Г. П. | Основы оптики                                    | Электронная библиотека | Москва: Наука, 1973 |
| Л2.3 | Ландсберг Г. С.                    | Оптика: учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов | Библиотека МИСиС       | М.: Физматлит, 2006 |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год                       |
|------|--|--|------------------------|---|
| Л3.1 | Грамматин А. П., Романова Г. Э., Цыганок Е. А.             | Компьютерное моделирование при изучении дисциплин, связанных с расчетом оптических систем: учебно-методическое пособие           | Электронная библиотека | Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019 |
| Л3.2 | Липницкая С. Н., Романов А. Е., Бауман Д. А., Бугров В. Е. | Моделирование оптических систем оптоэлектронных приборов: методические указания к выполнению лабораторных работ: учебное пособие | Электронная библиотека | Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019 |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС | <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>                                   |
| Э2 | База данных Scopus                          | <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>   |
| Э3 | Электронная библиотека Elibrary             | <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>   |
| Э4 | IEEE Digital Library                        | <a href="http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> |
| Э5 | Цифровая Библиотека SPIE                    | <a href="http://spiedigitallibrary.org">http://spiedigitallibrary.org</a>                           |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |   |
|-----|---|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.2 | Win Pro 10 32-bit/64-bit  |
| П.3 | Creative Cloud for teams All Apps Multiple Platforms Multi European Language                        |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС ( <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> )            |
| И.2 | База данных Scopus ( <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a> )   |
| И.3 | Электронная библиотека Elibrary ( <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> )                                    |
| И.4 | IEEE Digital Library ( <a href="http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> ) |
| И.5 | Цифровая Библиотека SPIE ( <a href="http://spiedigitallibrary.org">http://spiedigitallibrary.org</a> )                       |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                               | Назначение                           | Оснащение  |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Читальный зал электронных ресурсов |                                      | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.                             |
| К-521                              | Учебная аудитория                    | набор демонстрационного оборудования в том числе: мультимедийный проектор, ПК, экран проекционный, коллекция моделей кристаллических многогранников и кристаллических структур, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office |
| К-420                              | Аудитория для самостоятельной работы | стационарные компьютеры - 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, доска аудиторная меловая/маркерная, комплект учебной мебели   |
| К-418                              | Лаборатория                          | многофункциональный твердотельный лазерный комплекс  |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина «Оптические элементы лазерных систем» требует значительного объема самостоятельной работы студента. Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой НИТУ "МИСиС", а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой. Подготовка к лабораторным занятиям предусматривает проработку теоретического материала по теме предстоящей лабораторной работы, изучение принципа действия прибора, блок-схемы измерительной установки, программы исследования. Результатом подготовки к лабораторной работе является домашняя заготовка отчета.