

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы  
доц., к. т. н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Гладкий  
(инициалы, фамилия)  
(подпись)  
« 17 » марта 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Источники и приемники оптического излучения»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                        |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 12.03.02                               |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Опготехника                            |
| Наименование<br>направленности/<br>специализации      | Оптико-электронные приборы и комплексы |
| Форма обучения                                        | очная                                  |
| Год приёма                                            | 2026                                   |

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к. т. н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

12.03.2026

(подпись, дата)

М.Е.Невейкин  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«17» марта 2026 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н..проф.  
(уч. степень, звание)

(подпись)

17.03.2026

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к. т. н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Источники и приемники оптического излучения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 12.03.02 «Оптотехника» направленности «Оптико-электронные приборы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой 21.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей»

ПК-2 «Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»

ПК-3 «Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами работы, проектированием, подготовкой к производству и техническим обслуживанием источников и приемников оптического излучения, в том числе в комплексе с другими системами передачи, приема и обработки информации различного назначения.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (7 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине русский.

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины является приобретение знаний студентами в области физических основ и принципов действия современных источников и приемников оптического излучения, ознакомление с типами источников и приемников излучения, современной элементной базой, параметрами и характеристиками этих важнейших узлов современных оптико-электронных систем.

Дисциплина нацелена на подготовку студентов к:

- производственной и технологической деятельности в области оплотехники;
- производственной и технологической деятельности в области использования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий, проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов

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 Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей                        | ПК-1.3.1 знать требования, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам<br>ПК-1.У.2 уметь анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов<br>ПК-1.В.1 владеть навыками определения, корректировки и обоснования технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов |
| Профессиональные компетенции   | ПК-2 Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных | ПК-2.3.1 знать численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках, при проектировании оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей<br>ПК-2.У.1 уметь разрабатывать алгоритмы, реализовывать математические и компьютерные модели для проектирования оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей на языке высокого уровня с использованием объектно-ориентированных технологий, в том числе с использованием искусственного интеллекта<br>ПК-2.У.2 уметь разрабатывать библиотеки и            |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | программных продуктов                                                                                                                                                                                                                                                  | подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля оптоэлектроники                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Профессиональные компетенции | ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, оптоэлектроники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования | <p>ПК-3.3.1 знать типовые схемы оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей на схемотехническом и элементном уровнях</p> <p>ПК-3.У.1 уметь определять физические принципы действия оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов, программных средств проектирования и конструирования</p> <p>ПК-3.У.2 уметь разрабатывать функциональные, структурные схемы систем и приборов оптоэлектроники в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов, программных средств проектирования и конструирования</p> <p>ПК-3.В.1 владеть методиками расчета, визуализации и моделирования действий оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывать и анализировать результаты расчетов с использованием специализированного программного обеспечения</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Электротехника;
- Электроника;
- Электропитание устройств и систем;
- Микропроцессорная техника;
- Основы квантовой электроники;
- Основы оптики;
- Прикладная механика;
- Интеллектуальные средства измерений;
- Промышленное применение лазеров.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Применение лазеров в медицине;
- Акустооптические устройства обработки сигналов;
- Оптико-электронные приборы охранной и пожарной сигнализации;
- Проектирование лазерных систем;
- Оптика лазеров;

– Волоконно-оптические системы передачи информации.

### 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 |
|-------------------------------------------------|-------|---------------------------|
|                                                 |       | №7                        |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b> | 3/108 | 3/108                     |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>     | 17    | 17                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>           | 34    | 34                        |
| в том числе:                                    |       |                           |
| лекции (Л), (час)                               | 17    | 17                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                 | 17    | 17                        |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>      | 74    | 74                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b>            | Зачет | Зачет                     |

### 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, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 7                |              |               |          |          |           |
| Раздел 1.                | 3            | 0             | 0        | 0        | 10        |
| Раздел 2.                | 3            | 0             | 0        | 0        | 10        |
| Раздел 3.                | 3            | 0             | 0        | 0        | 24        |
| Раздел 4.                | 3            | 0             | 0        | 0        | 10        |
| Раздел 5.                | 3            | 0             | 17       | 0        | 10        |
| Раздел 6.                | 2            | 0             | 0        | 0        | 10        |
| Итого в семестре:        | 17           | 0             | 17       | 0        | 74        |
| Итого                    | 17           | 0             | 17       | 0        | 74        |

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 цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий                                                                                                                                                  |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1      | 1.1. Классификация приемников излучения<br>1.2. Параметры и характеристики оптического излучения<br>1.3. Параметры и характеристики приемников излучения (ПОИ) и их пересчет: параметры ПОИ, пороговые и |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | шумовые параметры ПОИ, временные параметры ПОИ, характеристики ПОИ, вольтовые характеристики, характеристики зависимости параметров ПОИ от мощности излучения, фоновые характеристики, частотные характеристики ПОИ, пересчет параметров ПОИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Раздел 2 | <p>2.1. Принцип действия приемников</p> <p>2.2. Фоторезисторы (ФР): постоянная времени и частотная характеристика ФР, фототок, спектральная характеристика чувствительности и шумы ФР, эксплуатационные параметры и относительное изменение сопротивления ФР, схемы включения ФР, выбор нагрузки, максимальная вольтовая чувствительность, схемы замещения ФР при частичном его освещении, коррекция частотной характеристики ФР (ПОИ), охлаждение ФР, конструкции неохлаждаемых ФР</p> <p>2.3. Фотодиоды (ФД): принцип действия ФД, диодный режим работы ФД, достоинства и недостатки использования ФГ- и ФД-режимов, постоянная времени и частотные характеристики ФД, фототок и спектральная чувствительность ФД, энергетическая характеристика, шумы и обнаружительная способность ФД, электронный тракт ФД конструктивное оформление, технические данные и применение ФД, высокочастотные ФД, поверхностно-барьерные высокочастотные ФД, ФД р-і-n-типа</p> <p>2.4. Приемники с внутренним усилением фототока: лавинные ФД; Фототранзисторы (ФТ), полевые ФТ, фототиристоры</p> <p>2.5. Приемники излучения на основе многокомпонентных систем</p> <p>2.6. Многоцветные приемники оптического: ФР и ФД с СВЧ смещением</p> <p>2.7. Координатные фотоприемники: фотопотенциометры, функциональные ФР и ФД, координатные фотоприемники с радиальным электрическим полем (ФРЭП), координатные ФД, работающие на основе продольного фотоэффекта</p> |
| Раздел 3 | <p>3.1. Конструкции многоэлементные приемники излучения (МПИ): МПИ с параллельным опросом, схемы включения позиционно-чувствительных четырехэлементных ФД, МПИ с последовательным опросом, МПИ с накоплением сигнала,</p> <p>3.2. Многоэлементные фотоприемные устройства на основе приборов с зарядовой связью: приборы с зарядовой связью, накопление зарядов, перенос зарядов, детектирование зарядовых пакетов, организация многоэлементных фотоприемников на основе ПЗС-структур, схемы включения фотоприемников на основе ПЗС структур, приборы с зарядовой инжекцией</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <p>3.4. Гибридные мозаичные приемники ИК изображения</p> <p>3.5. Датчики изображения на основе КМОП матриц: физические основы, эквивалентная и структурная схемы КМОП матриц, дополнительные электронные блоки обработки видеосигнала в пикселе КМОП матриц, структура многофункциональных датчиков изображения на основе ПЗС и КМОП матриц.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Раздел 4 | <p>4.1 Приемники излучения на основе внешнего фотоэффекта: принцип действия</p> <p>4.2. Электровакуумные фотоэлементы</p> <p>4.3. Фотоэлектронные умножители</p> <p>4.4. Приемники излучения, модулированного сверхвысокой частотой</p> <p>4.5. Диссекторы</p> <p>4.6. Электронно-оптические преобразователи</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Раздел 5 | <p>5.1. Термоэлементы</p> <p>5.2. Болометры: глубоко охлаждаемые болометры, болометры из аморфных материалов, монокристаллические полупроводниковые болометры, болометры с выделенной чувствительной площадкой, сверхпроводящие болометры</p> <p>5.3. Оптико-акустические (пневматические) приемники: селективные ОАП, неселективные ОАП</p> <p>5.4. Пироэлектрические приемники: приемники на основе <math>\text{BaTiO}_3</math>, их параметры и характеристики, ППИ на основе монокристаллов триглицинсульфата, приемники полного поглощения радиации на основе пироэлектрических преобразователей, многоэлементные ППИ,</p> <p>5.5. Приемники на основе термоупругого эффекта в кристаллическом кварце: чувствительность и частотные свойства ПТЭК при гармоническом воздействии потока излучения, расчет электрической разности потенциалов и вольтовой чувствительности однородных идеальных ПТЭК в режиме холостого хода при импульсном воздействии потока излучения, ПТЭК, их классификация, устройство, параметры и характеристики, многоэлементные ПТЭК (МПТЭК), фотоприемное устройство «Кварц82А» с использованием одноэлементного ПТЭК, фотоприемное устройство «Кварц881М» с использованием одноэлементного ПТЭК</p> |
| Раздел 6 | <p>6.1. Светодиоды</p> <p>6.2. Лазерные диоды</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| №<br>п/п                        | Темы практических<br>занятий | Формы практических<br>занятий | Трудоемкость,<br>(час) | Из них<br>практической<br>подготовки,<br>(час) | №<br>раздела<br>дисциплины |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                              |                               |                        |                                                |                            |
|                                 |                              |                               |                        |                                                |                            |
| Всего                           |                              |                               |                        |                                                |                            |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| №<br>п/п  | Наименование лабораторных работ                                                       | Трудоемкость,<br>(час) | Из них<br>практической<br>подготовки,<br>(час) | №<br>раздела<br>дисциплины |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| Семестр 7 |                                                                                       |                        |                                                |                            |
| 1         | Основы теории термографии. Устройство тепловизора.                                    | 2                      | 2                                              | 5                          |
|           | Практическое применение термографии: объект измерений и условия проведения измерений. | 3                      | 3                                              | 5                          |
|           | Тепловизор Testo 875-2i. Устройство. Органы управления. Функции.                      | 4                      | 4                                              | 5                          |
|           | Проведение измерений с использованием тепловизора Testo 875-2i.                       | 8                      | 8                                              | 5                          |
| Всего     |                                                                                       | 17                     | 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,<br>час | Семестр 7,<br>час |
|---------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| 1                                                 | 2             | 3                 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20            | 20                |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |               |                   |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |               |                   |
| Выполнение реферата (Р)                           | 34            | 34                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10            | 10                |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |               |                   |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |               |                   |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 10            | 10                |
| Всего:                                            | 74            | 74                |

### 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/<br>URL адрес              | Библиографическая ссылка                                                                                                             | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| ББК 32.86я73<br>И97             | Ишанин Г.Г., Челибанов В.П. Приемники оптического излучения: учебник. СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2022. 304 с.                          |                                                                     |
| 621.373.8(075)<br>К 44621.373   | Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника: уч. пособ. 2-е изд. испр. и доп. СПб.: Лань, 2011. 320 с.                          |                                                                     |
| 53(03) Ф 50                     | Физическая энциклопедия. Гл.ред. А.М. Прохоров. Т.2, М.,1990.                                                                        | 15                                                                  |
| 621.373 343                     | Звелто О. Принципы лазеров/пер.с англ., М.,1984.                                                                                     | 10                                                                  |
| 621.373 Р33                     | Рэди Дж.Ф. Промышленные применения лазеров М.: Мир, 1981. 638 с.                                                                     | 25                                                                  |
| 621.383<br>ББК 22.341.92<br>К85 | Крячко А.Ф., Невейкин М.Е. Источники и приемники оптического излучения. Термография: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2023. – 64 с. | 25                                                                  |

#### 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»

| URL адрес                                                 | Наименование                              |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>     | Электронно-библиотечная система «Znanium» |
| <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>   | Электронно-библиотечная система «Лань»    |
| <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a> | Электронная библиотека «Techlibrary»      |

#### 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      |
|-------|-------------------|
| 1     | Программа MathCAD |

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                       | 11-01а                              |
| 2     | Специализированная лаборатория                            | 11-01б                              |

## 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<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «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     | Требования, предъявляемые к источникам оптического излучения (светодиоды)                                                    | ПК-1.3.1       |
| 2     | Требования, предъявляемые к источникам оптического излучения (лазерные диоды)                                                | ПК-1.3.1       |
| 3     | Требования, предъявляемые к передающим оптическим модулям                                                                    | ПК-1.3.1       |
| 4     | Определить технические характеристики светодиода и выбрать элемент в соответствии с техническим заданием                     | ПК-1.У.2       |
| 5     | Определить технические характеристики лазерного диода и выбрать элемент в соответствии с техническим заданием                | ПК-1.У.2       |
| 5     | Определить технические характеристики лазерного диода и выбрать элемент в соответствии с техническим заданием                | ПК-1.У.2       |
| 6     | Определить технические характеристики передающего оптического модуля и выбрать элемент в соответствии с техническим заданием | ПК-1.У.2       |
| 7     | Обосновать и откорректировать техническое задание на разработку передающего оптического модуля                               | ПК-1.В.1       |
| 8     | Обосновать и откорректировать техническое задание на разработку приемника оптического излучения                              | ПК-1.В.1       |
| 9     | Какие численные методы расчета могут быть использованы при                                                                   | ПК-2.3.1       |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                         |          |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|    | решении задач излучения и приема оптического излучения                                                                                                                                                                                                  |          |
| 10 | Какие численные методы расчета могут быть использованы при решении задач излучения и приема оптического излучения                                                                                                                                       | ПК-2.3.1 |
| 11 | Какие численные методы расчета могут быть использованы при решении задач пересчета параметров приемника излучения                                                                                                                                       | ПК-2.У.1 |
| 12 | Какие численные методы расчета могут быть использованы при решении статистических задач исследования вопросов излучения и приема оптического излучения                                                                                                  | ПК-2.У.1 |
| 13 | Разработать библиотеку и подпрограммы для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля источников и приемников оптического излучения                                                                               | ПК-2.У.2 |
| 14 | Типовые структурные схемы передающих оптических модулей информационных систем                                                                                                                                                                           | ПК-3.3.1 |
| 15 | Типовые структурные схемы приемных устройств оптических информационных систем                                                                                                                                                                           | ПК-3.3.1 |
| 16 | Теоретически определить физические принципы действия типовых источников и приемников оптического излучения (передающих и приемных оптических модулей) по предъявляемым техническими требованиям                                                         | ПК-3.У.1 |
| 17 | С использованием программных средств проектирования и конструирования определить физические принципы действия типовых источников и приемников оптического излучения (передающих и приемных оптических модулей) по предъявляемым техническим требованиям | ПК-3.У.1 |
| 18 | Разработать функциональную и структурную схемы передающего оптического модуля в соответствии с техническим заданием                                                                                                                                     | ПК-3.У.2 |
| 19 | Разработать функциональную и структурную схемы приемника оптического излучения в соответствии с техническим заданием                                                                                                                                    | ПК-3.У.2 |
| 20 | Рассчитать передающий или приемный оптические модули с использованием специализированного программного обеспечения                                                                                                                                      | ПК-3.В.1 |
| 21 | Визуализировать работу передающего или приемного оптического модулей с использованием специализированного программного обеспечения                                                                                                                      | ПК-3.В.1 |
| 22 | Выполнить статистическую обработку результатов анализа работы передающего или приемного оптического модулей, а также системы в целом с использованием специализированного программного обеспечения                                                      | ПК-3.В.1 |

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 |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Вопросы, ориентированные на тестирование при проверке остаточных знаний |                                                                                                                                                                                                                                |                |
|                                                                         | 1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. |                |



|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|
|  | 3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия.<br>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.<br>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |  |
|  | а) параметры чувствительности ПОИ;<br>б) пороговые и шумовые параметры ПОИ;<br>в) временные параметры ПОИ;<br>г) спектральные параметры ПОИ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | а) интегральная чувствительность<br>б) квантовая пороговая чувствительность<br>в) темновое сопротивление приемника;<br>г) динамическое сопротивление;<br>г) коротковолновая граница спектральной чувствительности.                                                                                                                                                                            | ПК-1 |  |
|  | Методика проектирования существенно нелинейных приборов<br>1) линеаризация связи вход-выход<br><br>2) выбор звеня оптико-электронного тракта и изменяемой части ОЭПиС<br><br>3) определение конструктивных параметров звеньев, входящих в состав объекта проектирования<br><br>4) выбирают элемент (или добавляют элемент) оптико-электронного тракта, конструктивные параметры которого (или один из них) зависят от изменения входного сигнала | а. выбор условий, при которых в пределах малых изменений входного сигнала объект проектирования выполняет линейное преобразование<br><br>б. определение общей компоновки объекта проектирования<br><br>в. параметры определяются для каждого изменения входного сигнала, в пределах которого ОЭПиС линеен<br><br>г. элемент, создающий нелинейность характеристики оптико-электронного тракта | ПК-2 |  |
|  | Методы снижения искажений в ФПЗС при переносе ФПЗС<br>а) оптический;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | а) равномерная фоновая засветка<br>б) фоточувствительной                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-3 |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <p>б) электрический;<br/>в) технологический.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>площадки<br/>специальным<br/>источником<br/>излучения<br/>б) электрическая<br/>инжекция фонового<br/>заряда через<br/>входное устройство<br/>ФПЗС<br/>в) смещение канала<br/>переноса зарядовых<br/>пакетов от<br/>поверхности вглубь<br/>полупроводниковой<br/>подложки.</p> |  |  |
| <p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности.<br/>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p> <p>Последовательность действий при синтезе объекта проектирования на системотехническом уровне</p> <p>а. определить, какие звенья и в какой последовательности образуют оптико-электронный тракт проектируемого ОЭПиС<br/>б. установить по какому закону и какой аппаратурой осуществляется анализ изображения<br/>в. сформулировать требования оптико-электронного тракта<br/>г. выбрать изменяемую часть ОЭПиС</p> <p>Расположите уровни сверху вниз при блочно-иерархическом подходе к проектированию оптико-электронных приборов<br/>а. системотехнический<br/>б. схемный<br/>в. конструкторско-технологический</p> <p>Расположите способы организации линейных структур ПЗС в порядке усложнения аппаратной реализации:<br/>а) при объединении функций накопления и переноса зарядов в одной секции<br/>б) при использовании отдельных секций для накопления и переноса зарядов<br/>в) при использовании одной секции накопления и двух регистров переноса</p> | <p>ПК-1</p> <p>ПК-2</p> <p>ПК-3</p>                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |
| <p>5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом.<br/>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |

|                                                                                |      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|--|
| Дайте определение вольтамперной характеристики ПОИ                             | ПК-1 |  |
| Дайте определение процесса проектирования оптико-электронных приборов и систем | ПК-2 |  |
| На каком эффекте основан фотодиодный режим                                     | ПК-3 |  |

Система оценивания тестовых заданий:

**1 тип.** Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**2 тип.** Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**3 тип.** Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

**4 тип.** Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

**5 тип.** Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- изложение материала с использованием доски или интерактивной доски;
- изложение материала с использованием проектора: демонстрация слайдов;
- пояснение конструкции электронных приборов и блоков с использованием стендов.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий  
Учебным планом не предусмотрено.

Требования к проведению практических занятий  
Учебным планом не предусмотрено.

11.4. 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

Задание дается в виде методического материала, с которым студент работает по формулам, изложенным в лекционном материале. Изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Структура и форма отчета о лабораторной работе указана в методических пособиях по соответствующим работам ([http://guap.ru/guap/standart/obl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/obl_main.shtml)).

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ и на сайте ГУАП ([http://guap.ru/guap/standart/obl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/obl_main.shtml)).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. 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 является учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. 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.

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

11.8. 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 программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |