

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАДИОФИЗИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные  
технологии

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|---|-----------|-----------|--|
| 7       | 3                      | 108                        | 8            | 24                        | 0                        |   | 49        | 0         | Э  |
| Итого   | 3                      | 108                        | 8            | 24                        | 0                        | 0                                       | 49        | 0         |  |

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими дисциплинами: «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Дифференциальные уравнения», «Электротехника», «Основы электроники». Изложение материала предполагает успешное освоение студентами перечисленных дисциплин. Освоение данной дисциплины будет необходимо при изучении курсов "Квантовая радиофизика" , "Оптоэлектроника", «Методы лазерной диагностики», при разработке лазерных систем контроля и диагностики в процессе выполнения студентами нировских и дипломных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины Радиофизика являются получение студентами знаний о различных информативных сигналах и процессах, сопровождающих их прохождение через различные системы (в том числе и оптические) и способах повышения помехоустойчивости радиофизических и оптических систем.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими дисциплинами: «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Дифференциальные уравнения», «Электротехника», «Основы электроники». Изложение материала предполагает успешное освоение студентами перечисленных дисциплин. Освоение данной дисциплины будет необходимо при изучении курсов "Квантовая радиофизика" , "Оптоэлектроника", «Методы лазерной диагностики», при разработке лазерных систем контроля и диагностики в процессе выполнения студентами нировских и дипломных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--|---------------------------|--|---|
| научно-исследовательской                   |                           |  |   |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <p>Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p> | <p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p> | <p>ПК-1 [1] - Способен к математическому моделированию процессов и объектов лазерной техники и технологий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.004, 40.011</p> | <p>З-ПК-1[1] - Знать возможности стандартных пакетов автоматизированного проектирования при математическом моделировании объектов лазерной техники и технологий.;<br/>У-ПК-1[1] - Уметь решать типичные математические задачи на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;<br/>В-ПК-1[1] - Владеть навыками самостоятельной разработки программ при математическом моделировании процессов и объектов лазерной техники и технологий</p> |
| <p>Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных</p>   | <p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии</p>   | <p>ПК-2 [1] - Способен к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный</p>   | <p>З-ПК-2[1] - Знать основы электротехники и электроники, основы теории сигналов, основные физические методы измерений и исследований в области</p>  |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <p>пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p> | <p>различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p>                     | <p>стандарт: 29.004, 40.011</p>  | <p>профессиональной деятельности.; У-ПК-2[1] - Уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы и оборудование для проведения исследований и измерений ; В-ПК-2[1] - Владеть методами и приемами исследований, а также навыками измерений по заданной методике в области профессиональной деятельности</p> |
| <p>Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и</p>   | <p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного</p> | <p>ПК-3 [1] - Способен к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем<br/><br/><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.004, 40.011</p> | <p>3-ПК-3[1] - знать основы теории измерений, основы работы с измерительной аппаратурой, основы оптико-физических измерений; ; У-ПК-3[1] - Уметь - пользоваться основными измерительными и сервисными приборами - юстировать оптические установки ; В-ПК-3[1] - Владеть</p>                                     |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p>   | <p>излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p>  |   | <p>методами и приемами наладки, настройки, юстировки и опытной проверки приборов и систем.</p>   |
| <p>проектно-конструкторский</p>   |  |   |  |
| <p>Анализ поставленной проектной задачи в области лазерной техники и лазерных технологий; участие в разработке функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов лазерных систем и технологий по заданным техническим требованиям; расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов лазерных систем и технологий на схемотехническом и элементном уровнях; разработка и составление</p> | <p>разработка лазерных приборов, систем и технологий различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p> | <p>ПК-4 [1] - Способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.004, 40.038</p> | <p>З-ПК-4[1] - Знать правила разработки проектной и рабочей технической документации, правила оформления конструкторской документации принципы и методы расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием. ;<br/>У-ПК-4[1] - Уметь анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым узлам и элементам рассчитывать и проектировать детали и узлы приборов и</p> |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <p>отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы; участие в монтаже, сборке (юстировке), испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов лазерной техники и отработке элементов и этапов процессов лазерных технологий</p>  |  |  | <p>установок, разрабатывать проекты технических описаний установок и приборов, проводить концептуальную и проектную проработку типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях ; В-ПК-4[1] - Владеть методами анализа и расчета, навыками конструирования и проектирования в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях, методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок с использованием стандартных средств автоматизации</p> |
| <p>Анализ поставленной проектной задачи в области лазерной техники и лазерных технологий; участие в разработке функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов лазерных систем и технологий по заданным техническим требованиям; расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов лазерных систем</p> | <p>разработка лазерных приборов, систем и технологий различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p> | <p>ПК-5 [1] - Способен к участию в монтаже, наладке настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.002, 40.038</p> | <p>З-ПК-5[1] - Знать общие принципы, правила и методы электрических и оптикофизических измерений ; У-ПК-5[1] - Уметь выбрать метод монтажа, наладки настройки, юстировки, испытаний опытного образца разработать схему для монтажа, настройки, юстировки, испытаний формулировать и обосновывать требования к настройке, наладке, юстировке и сдаче в эксплуатацию</p>  |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p>и технологий на схемотехническом и элементном уровнях; разработка и составление отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы; участие в монтаже, сборке (юстировке), испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов лазерной техники и отработке элементов и этапов процессов лазерных технологий</p>   |  |   | <p>опытных образцов техники ;<br/>В-ПК-5[1] - Владеть навыками монтажа, наладки, настройки, юстировки и проведения испытаний.</p>   |
| <p>Анализ поставленной проектной задачи в области лазерной техники и лазерных технологий; участие в разработке функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов лазерных систем и технологий по заданным техническим требованиям; расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов лазерных систем и технологий на схемотехническом и элементном уровнях; разработка и составление отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы; участие в монтаже, сборке (юстировке),</p> | <p>разработка лазерных приборов, систем и технологий различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p> | <p>ПК-6 [1] - Способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки приборной техники</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.004, 40.038</p> | <p>З-ПК-6[1] - Знать общие принципы, правила и методы поверки, наладки и регулировки оборудования, настройки программных средств ;<br/>У-ПК-6[1] - Уметь подготавливать испытательное оборудование и измерительную аппаратуру, выбрать метод поверки, наладки и регулировки оборудования, настройки программных средств ;<br/>В-ПК-6[1] - Владеть навыками тестирования оборудования, настройки программных средств</p> |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <p>испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов лазерной техники и отработке элементов и этапов процессов лазерных технологий</p>   |  |  |   |
| <p>производственно-технологической</p>  |  |  |   |
| <p>Разработка технологических процессов и технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем; внедрение лазерных технологических процессов различного назначения, включая контроль качества изделий.</p> | <p>лазерные технологии, использующие взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в т.ч. медицинские, микро- и нанотехнологии; технологии производства элементов лазерной техники, материалов и приборов</p> | <p>ПК-7 [1] - Способен к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 29.004</p> | <p>З-ПК-7[1] - Знать общие принципы, правила, методы конструирования и методы контроля параметров механических, оптических и оптикоэлектронных деталей и узлов ;<br/>У-ПК-7[1] - Уметь анализировать и обосновывать предлагаемые технические решения при разработке простых и средней сложности конструкторских решений и типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптикоэлектронных деталей и узлов, ;<br/>В-ПК-7[1] - Владеть навыками конструирования простых механических, оптических и оптикоэлектронных деталей и узлов навыками контроля параметров механических, оптических и оптикоэлектронных деталей и узлов методами работы с научнотехнической литературой и информацией</p> |



#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)  | Воспитательный потенциал дисциплин   |
|-----------------------------|--|--|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:<br>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:<br>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;<br>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий. |

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практик. (семинары )/ Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции  |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|
|       | <i>7 Семестр</i>                        |        |   |   |                               |                                     |  |
| 1     | Часть 1                                 | 1-8    | 4/12/0  |   | 25                            | КИ-8                                | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7 |
| 2     | Часть 2                                 | 9-16   | 4/12/0  |   | 25                            | КИ-16                               | 3-ПК-  |

|  |   |  |        |  |    |   |   |
|--|---|--|--------|--|----|---|---|
|  |   |  |        |  |    |   | 1,<br>У-<br>ПК-1,<br>В-<br>ПК-1,<br>3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,<br>В-<br>ПК-2,<br>3-ПК-<br>3,<br>У-<br>ПК-3,<br>В-<br>ПК-3,<br>3-ПК-<br>4,<br>У-<br>ПК-4,<br>В-<br>ПК-4,<br>3-ПК-<br>5,<br>У-<br>ПК-5,<br>В-<br>ПК-5,<br>3-ПК-<br>6,<br>У-<br>ПК-6,<br>В-<br>ПК-6,<br>3-ПК-<br>7,<br>У-<br>ПК-7,<br>В-<br>ПК-7 |
|  | <i>Итого за 7 Семестр</i>                   |  | 8/24/0 |  | 50 |   |   |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b> |  |        |  | 50 | Э | 3-ПК-<br>1,<br>У-<br>ПК-1,<br>В-<br>ПК-1,<br>3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,   |

|  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  | В-ПК-2,<br>3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-6,<br>У-ПК-6,<br>В-ПК-6,<br>3-ПК-7,<br>У-ПК-7,<br>В-ПК-7 |
|--|--|--|--|--|--|--|---|

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| Э           | Экзамен             |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание       | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|---------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|            | <i>7 Семестр</i>                | 8                      | 24             | 0          |
| <b>1-8</b> | <b>Часть 1</b>                  | 4                      | 12             | 0          |
| 1          | <b>Модулированные колебания</b> | Всего аудиторных часов |                |            |

|             |  |                        |    |   |
|-------------|--|------------------------|----|---|
|             | . Общие характеристики радиотехнических процессов, сигналов и цепей и методы их анализа. Характеристики детерминированных сигналов. Гармонический анализ, спектры, преобразования спектров сигналов, распределение мощности в спектре периодических сигналов и энергии в спектре непериодических сигналов. | 1                      | 1  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 2           | <b>Модулированные колебания</b><br>Генерирование колебаний. Автоколебательная система. Примеры схем автогенератора. Условия самовозбуждения. Установившиеся колебания. Вынужденные колебания. Стабилизация частоты генераторов.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 0                      | 2  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 3           | <b>Модулированные колебания</b><br>Управление параметрами колебаний. Амплитудная модуляция и её параметры. Фазовая и частотная модуляция. Спектры сигналов с амплитудной и угловой модуляцией. Узкополосные сигналы.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 0                      | 2  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 4           | <b>Шумы</b><br>Шумы в радиотехнических цепях. Основные характеристики случайных процессов. Стационарные и эргодические процессы. Примеры случайных процессов.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 1                      | 1  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 5           | <b>Шумы</b><br>Спектральная плотность средней мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Измерение статистических характеристик случайных процессов. Нормальный случайный процесс. Узкополосный случайный процесс. Воздействие случайного сигнала на линейный усилитель.                        | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 0                      | 2  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 6           | <b>Шумы</b><br>Тепловые шумы. Теорема Найквиста. Дробовой шум. Формула Шоттки. Генерационно-рекомбинационный шум. Шум 1/f. Шумовые характеристики усилителей.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 0                      | 2  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 7           | <b>Детектирование сигналов</b><br>Детектирование модулированных колебаний. Амплитудное и частотное детектирование.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 1                      | 1  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 8           | <b>Детектирование сигналов</b><br>Преобразование частоты сигнала. Синхронное детектирование.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 1                      | 1  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| <b>9-16</b> | <b>Часть 2</b>   | 4                      | 12 | 0 |
| 9           | <b>Детектирование сигналов</b><br>Шум и сигнал на входе и отношение сигнал/шум на выходе линейного и квадратичного детекторов.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 0                      | 2  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 10          | <b>Детектирование в оптическом диапазоне</b><br>Фотоумножители и фотодиоды. Квантовый выход и шумы.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 1                      | 1  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |
|             |  | 0                      | 0  | 0 |
| 11          | <b>Детектирование в оптическом диапазоне</b><br>Умножение электронов с использованием вторичной эмиссии. Одноэлектронное детектирование.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |  | 0                      | 2  | 0 |
|             |  | Онлайн                 |    |   |

|    |   |                        |   |   |
|----|---|------------------------|---|---|
|    |   | 0                      | 0 | 0 |
| 12 | <b>Детектирование в оптическом диапазоне</b><br>Смещение на фотодиоде. Спектр выходного сигнала гетеродинного приемника. Усиление мощности в процессе фотопреобразования. Чувствительность и отношение сигнал/шум. Примеры конкретных схем. | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |   | 0                      | 2 | 0 |
|    |   | Онлайн                 |   |   |
|    |   | 0                      | 0 | 0 |
| 13 | <b>Импульсная модуляция</b><br>Понятие об импульсной модуляции. Сигналы с двойной модуляцией. Спектры модулированных импульсных сигналов. Детектирование импульсных сигналов. Помехоустойчивость импульсных систем.                         | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |   | 1                      | 1 | 0 |
|    |   | Онлайн                 |   |   |
|    |   | 0                      | 0 | 0 |
| 14 | <b>Цифровая обработка сигналов.</b><br>Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Квантование сигналов. Шумы квантования. Объем сообщения и пропускная способность канала.   | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |   | 1                      | 1 | 0 |
|    |   | Онлайн                 |   |   |
|    |   | 0                      | 0 | 0 |
| 15 | <b>Оптимальная линейная фильтрация</b><br>Постановка задачи о оптимальной фильтрации. Фильтрация максимизирующая отношение сигнал/шум на выходе при белом шуме на входе. Характеристики оптимального фильтра.                               | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |   | 1                      | 1 | 0 |
|    |   | Онлайн                 |   |   |
|    |   | 0                      | 0 | 0 |
| 16 | <b>Оптимальная линейная фильтрация</b><br>Сигнал и помеха на выходе оптимального фильтра. Примеры оптимальных фильтров для разных сигналов.   | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |   | 0                      | 2 | 0 |
|    |   | Онлайн                 |   |   |
|    |   | 0                      | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в изучении тем, предложенных преподавателем, повторении ранее пройденного материала, а также подготовки к коллоквиумам. Часть занятий проводится в интерактивной форме.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-1        | З-ПК-1              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-1              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-1              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-2        | З-ПК-2              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-2              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-2              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-3        | З-ПК-3              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-3              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-3              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-4        | З-ПК-4              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-4              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-4              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-5        | З-ПК-5              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-5              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-5              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-6        | З-ПК-6              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-6              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-6              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-7        | З-ПК-7              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-7              | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-7              | Э, КИ-8, КИ-16                    |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины   |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        |                               | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает   |

|         |                              |   |   |
|---------|------------------------------|---|---|
| 75-84   |                              | С | материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 70-74   |                              | D |   |
| 65-69   | 3 –<br>«удовлетворительно»   | E | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.  |
| 60-64   |                              |   |   |
| Ниже 60 | 2 –<br>«неудовлетворительно» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.39 М23 Основы радиоэлектроники : , Москва: Либроком, 2013
2. 621.37 К73 Собрание трудов Т.5 Основы радиотехники: Ч.2, Москва: Физматлит, 2014
3. ЭИ М 87 Теоретические основы радиотехники. Сигналы : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
4. ЭИ Ж 68 Флуктуации и шумы в электронных твердотельных приборах : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012
5. 621.37 Г65 Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие для вузов, И. С. Гоноровский, Москва: Дрофа, 2006

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А 95 Статистическая радиофизика и оптика : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
2. 004 С32 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, 2011
3. 621.37 Б27 Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов, С. И. Баскаков, Москва: Высшая школа, 2005



## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

## LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Изложение материала курса предполагает знание студентами курсов «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Дифференциальные уравнения», «Электротехника», «Основы электроники». Несмотря на большое количество учебной литературы по радиотехнике, радиофизике и радиоэлектронике, в настоящее время нет единого учебника, содержащего в полном объеме материал, необходимый в рамках специализации «Лазерные системы и технологии». Для успешного освоения курса необходимо прорабатывать материал, пройденный на занятиях. Большую часть материала курса можно найти в учебниках, приведенных в списке литературы. Основы теории детерминированных и случайных сигналов, их спектрального и корреляционного анализа, а также вопросы, связанные с генерированием и модуляцией колебаний, детектированием модулированных сигналов и преобразованием частоты сигнала (темы 1,3 и частично тема 2 подробно изложены в классических учебниках по радиотехнике [3,5 списка основной литературы и 1, 3 списка дополнительной литературы]. При изучении шумов и детектирования в оптическом диапазоне (темы 2,4) следует обратиться к замечательным книгам специалистов в данной области [4 списка основной литературы и 1,4 списка дополнительной литературы]. Материал, посвященный импульсной модуляции, детектированию импульсных сигналов, помехоустойчивости импульсных систем (тема 5) , хорошо освещен в учебнике [3]. При изучении тем 6 и 7 можно обратиться к книгам [2 списка основной литературы и 2,3 списка дополнительной литературы].

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в изучении тем, предложенных преподавателем, повторении ранее пройденного материала, а также подготовки к коллоквиумам. Для контроля усвоения материала курса на восьмой неделе и шестнадцатой неделях проводятся коллоквиумы, результаты которых оцениваются по двадцатипятибалльной шкале. В конце семестра проводится экзамен, оцениваемый по пятидесятибалльной шкале. К экзамену допускаются студенты, аттестованные по разделам (набравшие 30 и более баллов). Раздел считается аттестованным, если студент получил за него 15 или более баллов. Успешно сдавшими экзамен считаются студенты, набравшие в результате проведения контрольных мероприятий (коллоквиумов и экзамена) 60 и более баллов.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

На первой лекции обратить внимание студентов на то обстоятельство, что несмотря на большое количество учебной литературы по радиотехнике, радиофизике и радиоэлектронике, в настоящее время нет единого учебника, содержащего в полном объеме материал по курсу «Радиофизика», необходимый в рамках специализации «Лазерные системы и технологии». Дать перечень рекомендованной литературы. При изложении учебного материала следует акцентировать внимание прежде всего на физической стороне вопроса, не следует увлекаться простыми математическими выкладками. Желательно после каждой лекции 5-10 минут посвящать ответам на вопросы студентов. При изучении темы «Модулированные колебания» студентам рекомендуется в качестве самостоятельной работы повторить свойства преобразований Фурье, известные им из курса математического анализа, а преподавателю уделить достаточное внимание изложению вопросов, связанных с процессами возникновения и установления колебаний в автогенераторах, модуляции колебаний, природе возникновения и спектральной плотности мощности естественных шумов. При изучении темы «Детектирование сигналов» студентами самостоятельно прорабатывается вопрос, связанный с определением отношения сигнал/шум на выходе линейного детектора. Основное внимание при изложении темы «Детектирование в оптическом диапазоне» уделяется вопросам повышения чувствительности регистрации оптического излучения. Детектирование импульсных сигналов предлагается студентам в качестве самостоятельной работы при изложении темы «Импульсная модуляция», а примеры оптимальных фильтров для разных сигналов при изучении темы «Оптимальная линейная фильтрация». Изложение последних трех тем проводится с равномерным распределением внимания между подразделами. Необходимо при изложении материала курса прослеживать связь между излагаемым материалом и типичными задачами, решаемыми студентами в рамках выполнения учебно-исследовательских работ и лабораторного практикума по курсам специализации «Лазерные системы и технологии».

Автор(ы):

Чириков Сергей Николаевич, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

Козин Г.И., к.ф.м.н., с.н.с.