**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Декан физического факультета  И.С. Огнев  *(подпись)*  «21» мая 2024 г. |

**Рабочая программа дисциплины**

**«Оптические методы обработки информации»**

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль)

«Радиотехника»

Форма обучения

очная

|  |  |
| --- | --- |
| Программа рассмотрена  на заседании кафедры  от «29» марта 2024 года, протокол № 6 | Программа одобрена НМК  физического факультета  протокол № 5 от «30» апреля 2024 года |

**1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Оптические методы обработки информации» являются ознакомление с современными оптоэлектронными методами обработки радиосигналов и устройствами, реализующими такие методы.

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная дисциплина является дисциплиной по выбору и относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны владеть математическим аппаратом векторного и тензорного анализа, линейной алгебры, дифференциального исчисления, а также знаниями, полученными из курсов: электроника, электродинамика и распространение радиоволн, колебания и волны, оптика.

Полученные в курсе «Оптические методы обработки информации» знания необходимы при работе с современными системами оптической обработки информации.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| **Формируемая компетенция**  **(код и формулировка)** | **Индикатор достижения компетенции**  **(код и формулировка)** | **Перечень**  **планируемых результатов обучения** |
| --- | --- | --- |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| **ПК-2**  Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью модернизации существующих и (или) создания новых перспективных радиотехнических устройств и систем | ИД\_ПК-2.1 Знает основные характеристики радиотехнических устройств и систем. | **Знает:**   * основы Фурье-оптики как языка для описания различных задач оптической обработки информации (ООИ), * принципы действия и характеристики важнейших устройств компонентной базы ООИ. |
| ИД\_ПК-2.2 Применяет экспериментальные методы исследования процессов в радиотехнических устройствах и системах. | **Владеет:**   * навыками оптической обработки сигналов, среди них: * визуализация фазы световой волны на основе пространственной фильтрации, итерационное восстановление фазы с использованием компьютерной пост-обработки, * голография,   согласованная фильтрация. |
| ИД\_ПК-2.3 Проводит теоретические исследования радиотехнических устройств и систем. | **Умеет:**   * решать практические задачи ООИ и применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования систем ООИ. |
| ИД\_ПК-2.4 Оформляет отчеты в соответствии предъявляемыми требованиями. | **Знает:**   * принципы действия и характеристики важнейших устройств компонентной базы ООИ. |

**4. Объем, структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), предоставляемых образовательной площадкой «Электронный университет Moodle ЯрГУ».

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Темы (разделы)**  **дисциплины,**  **их содержание** | **Семестр** | **Виды учебных занятий,**  **включая самостоятельную работу студентов,**  **и их трудоемкость**  **(в академических часах)** | | | | | | **Формы текущего контроля успеваемости**  **Форма промежуточной аттестации**  ***(по семестрам)*** |
| **Контактная работа** | | | | |  |
| лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная  работа |
| 1 | Введение | 7 | 1 |  |  |  |  |  |  |
|  | *в том числе с ЭО и ДОТ* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Математический аппарат методов обработки информации | 7 | 2 |  |  | 1 |  | 2 | Вопросы из списка к зачёту. |
|  | *в том числе с ЭО и ДОТ* |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| 3 | Основы оптических методов обработки информации (ОМОИ). Распространение и дифракция света. Пространственная фильтрация. Некогерентные системы обработки информации | 7 | 5 |  | 17 | 2 |  | 4 | Защита лабораторной работы. Вопросы из списка к зачёту. |
|  | *в том числе с ЭО и ДОТ* |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| 4 | Компоненты оптических систем передачи и обработки информации. Пространственно-временные модуляторы. Голографические оптические элементы | 7 | 4 |  | 17 | 1 |  | 4 | Защита лабораторной работы. Вопросы из списка к зачёту. |
|  | *в том числе с ЭО и ДОТ* |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| 5 | Оптические устройства хранения информации | 7 | 3 |  |  | 1 | 1 | 2 | Вопросы из списка к зачёту. |
|  | *в том числе с ЭО и ДОТ* |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| 6 | Оптический компьютер | 7 | 2 |  |  |  |  | 2 | Вопросы из списка к зачёту. |
|  | *в том числе с ЭО и ДОТ* |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
|  |  | 7 |  |  |  |  | 0,3 | 1,7 | Зачёт |
|  | **Всего за 7 семестр**  **72 часа** |  | **17** |  | **34** | **5** | **0,3** | **15,7** |  |
|  | ***в том числе с ЭО и ДОТ*** |  |  |  |  |  |  | **5** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **ИТОГО** |  | **17** |  | **34** | **5** | **0,3** | **15,7** |  |
|  | ***в том числе с ЭО и ДОТ*** |  |  |  |  |  |  | **12** |  |

*Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Оптические методы обработки информации» в LMS Moodle), определяется каждым студентов в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.*

**Содержание разделов дисциплины**

1. Введение.
   1. Предмет и историческая справка развития оптических методов обработки информации.
   2. Структурная схема оптических методов обработки информации (ОМОИ).
2. Математический аппарат методов обработки информации.
   1. Свойства преобразования Фурье.
   2. Оптическое преобразование Меллина
3. Основы оптических методов обработки информации (ОМОИ).
   1. Распространение и дифракция света.
   2. Пространственная фильтрация.
   3. Некогерентные системы обработки информации.
4. Компоненты оптических систем передачи и обработки информации.
   1. Пространственно-временные модуляторы.
   2. Акустооптические модуляторы и спектроанализаторы.
   3. Голографические оптические элементы.
5. Оптические устройства хранения информации.
   1. Оптические устройства хранения информации.
   2. Магнитооптические устройства хранения информации.
   3. Голографические устройства хранения информации.
6. Оптический компьютер.
   1. Оптические логические элементы.
   2. Устройство оптического компьютера.

**5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Семинар (практическое занятие)** – форма занятия, на котором происходит обсуждение студентами под руководством преподавателя алгоритмов решения практических заданий, которые будут выполняться на лабораторных работах. Семинар даёт возможность детального изучения конкретных численных методов и совершенствования навыков представления знаний перед аудиторией.

**Консультация** – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Асинхронная консультация** (в рамках онлайн курса) – занятие по окончанию модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Оптические методы обработки информации» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

* осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
* представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
* представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
* посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины;
* представлены правила прохождения аттестации по дисциплине.

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;

- издательская система LaTex;

- Adobe Acrobat Reader.

**7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» <http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php>

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Богатырева, В.В., Дмитриев, А.Л. Оптические методы обработки информации. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУИТМО. 2009. – 74с. [электронный ресурс: https://books.ifmo.ru/file/pdf/548.pdf]
2. Дубнищев, Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах. – М. Лань. 2011. – 368с.

**б) дополнительная литература**

1. Акаев, А.A., Майоров, С.А. Оптические методы обработки информации. - М.: Высшая школа, 1988. [электронный ресурс: https://books.ifmo.ru/book/258/opticheskie\_metody\_obrabotki\_informacii\_(reprintnoe\_vosproizvedenie\_izdaniya\_1988\_goda)\_/\_seriya\_vydayuschiesya\_uchenye\_itmo.htm]
2. Локшин, Г. Р. Основы радиооптики: учебник / Г.Р. Локшин. - Долгопрудный: Интеллект, 2009.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (<http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php>).

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

* учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
* учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
* учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
* учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
* помещения для самостоятельной работы;
* помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Старший преподаватель  кафедры интеллектуальных информационных радиофизических систем |  |  |  | А.А. Афонин |
| *должность, ученая степень* |  |  |  | *И.О. Фамилия* |

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины**

**«Оптические методы обработки информации»**

**Фонд оценочных средств**

**для проведения текущего контроля успеваемости**

**и промежуточной аттестации студентов**

**по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,**

**используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

1. Системы оптического хранения информации.
2. Голографические системы.
3. Управляемые оптические транспаранты.
4. Оптические вычислительные системы.

**Критерии оценивания заданий для самостоятельной работы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Критерий** | **Пороговый уровень**  **(на «удовлетворительно»)** | **Продвинутый уровень  (на «хорошо»)** | **Высокий**  **уровень  (на «отлично»)** |
| **Полнота изложения** | Тема раскрыта на 50 и более % | Изложение почти полное, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей | Изложение безошибочное и исчерпывающее |
| **Ссылки на источники** | Расставлены | Расставлены в правильных местах | Расставлены в правильных местах |
| **Изложение** | Компиляция из отрывков | Пересказ с анализом | Пересказ с анализом и выводами |
| **Оформление** | Визуальное приемлемое | По ГОСТ 7.32-2001 (в сокращённой форме) | По ГОСТ 7.32-2001 (в сокращённой форме) |
| *Представлен реферат* | | | |
| **Объём** | Не менее 3-х страниц содержательного текста | Не менее 3-х страниц содержательного текста с примерами, рисунками, характеристиками | Не менее 3-х страниц содержательного текста с примерами, рисунками, характеристиками |
| *Представлена письменная работа или эссе* | | | |
| **Объём** | Минимальный или избыточный | От 1 до 2 страниц содержательного текста | От 1 до 2 страниц содержательного текста |

**Список лабораторных работ**

1. Пространственная фильтрация.
2. Голографическая фильтрация.

**Критерии оценивания заданий для самостоятельной   
работы, отчётов по лабораторным работам и защиты работ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Критерий** | **Пороговый уровень** | **Продвинутый  уровень** | **Высокий**  **уровень** |
| **Качество модели** | Адекватная объекту исследований и заданным условиям | Адекватная объекту исследований и заданным условиям | Адекватная объекту исследований и заданным условиям |
| **Методика** | Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или выход в режимы, не описываемые моделью | Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует предпринимать | Соблюдена полностью и осмысленно |
| **Отчёт** | Имеет 1-2 недостатка, однако в целом соответствует требованиям к отчёту по лабораторным работам и читабелен | Имеет некоторые незначительные недостатки в оформлении или представлении результатов | Соответствует всем требованиям к отчёту по лабораторным работам, аккуратно оформлен |
| **Результаты исследования** | В целом соответствуют заданию и адекватны объекту, однако погрешность результатов не контролировалась | Соответствуют заданию, адекватны объекту, имеется статистическая обработка результатов | Полностью соответствуют заданию, корректно отображают объект исследования в заданных условиях, погрешность контролировалась, обработка результатов проведена |
| **Объяснения и выводы** | Объяснения отрывочны, выводы бессодержательные, причины расхождения с теорией (если требовалось) не объяснены | В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано уверенное владение методологией и терминологией в данной области | Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная, сделанные выводы соответствуют свойствам исследуемого объекта |
| **Ответы на вопросы при допуске и защите** | Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии. | Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики | Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная. |

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

**Список вопросов к зачёту**

1. Принципы оптических систем обработки сигналов.
2. Преобразование Фурье. Пространственные гармоники.
3. Свойства преобразования Фурье.
4. Свертка и автокорреляция функций.
5. Распространение и дифракция света.
6. Линзы как элементы, выполняющие преобразование Фурье.
7. Оптические транспаранты.
8. Пространственная фильтрация.
9. Опыт Аббе-Портера.
10. Фазовый контраст в оптике. Теневые методы.
11. Оптический коррелятор Ван-дер-Люгта.
12. Преобразование Меллина. Оптический коррелятор Мэллина.
13. Синтез фильтров в предметной плоскости.
14. Согласованная фильтрация.
15. Некогерентные системы обработки информации.
16. Фильтрация в предметной плоскости.
17. Фильтрация в частотной плоскости.
18. Оптически управляемые транспаранты.
19. Электрически управляемые транспаранты.
20. Жидкокристаллические ПВМС.
21. Акустооптические модуляторы света. Дифракция Брэгга, дифракция Рамана-Ната
22. Оптическая обработка сигналов РЛС с синтезированной апертурой.
23. Отражательные голографические оптические элементы. Волоконная решетка Брэгга.
24. Применение элементов голограммной оптики.
25. Оптические устройства хранения информации.
26. Оптический компьютер.

**Критерии оценивания ответов на вопросы билета**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Пороговый уровень**  **(на «зачтено»)** |
| **Соответствие ответа вопросу** | Хотя бы частичное (*не относящееся к вопросу не подлежит проверке*) |
| **Наличие примеров** | Имеются отдельные примеры |
| **Содержание ответа** | Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы. |

**3. Описание процедуры выставления оценки**

Для успешного освоения дисциплины обязательно:

* выполнение заданий самостоятельных работ (являются формой текущей аттестации);
* выполнение и защита всех лабораторных работ (являются формой текущей аттестации и допуском к зачёту).

**Правила выставления оценки на зачёте**

В билет включается один теоретический вопрос. На подготовку к ответу дается не менее 0,5 часа.

По итогам зачёта выставляется одна из оценок: «зачтено», «не зачтено».