

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета


_____ **И.С. Огнев**

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
«Опτικο-электронные системы»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Технологии беспроводной связи

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от «29» марта 2024 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «30» апреля 2024 года.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Оптико-электронные системы» является изучение студентами общих сведений об оптико-электронных системах, работающих в инфракрасном, видимом и ультрафиолетовом диапазонах, основных элементах передающих и приемных оптических систем, а также приемниках оптического излучения.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору и требует знаний, умений и навыков в объеме бакалаврской программы направлений «Радиофизика», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Радиотехника» или родственных им.

Эффективное освоение учебной дисциплины «Оптико-электронные системы» возможно на базе знаний, умений и навыков, полученных обучающимися ранее, при изучении следующих учебных дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Электричество и магнетизм», «Оптика».

Знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, будут востребованы при изучении ряда дисциплин по выбору, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, а также в последующей трудовой деятельности обучающихся.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

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
Профессиональные компетенции		
ПК-2 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью модернизации существующих и (или) создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, в том числе с использованием искусственного интеллекта.	ИД_ПК-2.1 Знает основные характеристики инфокоммуникационных устройств, систем и сетей.	Знать: <ul style="list-style-type: none">– методы анализа и расчета параметров и характеристик приемников оптического излучения;– методики энергетического расчета оптико-электронной системы и дальности ее действия. Уметь: <ul style="list-style-type: none">– производить расчет энергетических и фотометрических параметров оптического излучения, проходящего через атмосферу;– производить расчет параметров оптико-электронных систем.
	ИД_ПК-2.2 Применяет экспериментальные методы исследования процессов в инфокоммуникационных	Уметь: <ul style="list-style-type: none">– производить экспериментальные исследования приемников оптического излучения и анализировать их результаты.

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	устройствах, системах и сетях.	
	ИД_ПК-2.3 Проводит теоретические исследования телекоммуникационных устройств, систем и сетей.	Знать: <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы построения и функционирования оптических и оптико-электронных систем. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> – выполнять сбор, анализ и обобщение отечественной и зарубежной научно-технической информации по вопросам изучения.
	ИД_ПК-2.4 Оформляет отчеты в соответствии с предъявляемыми требованиями.	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> – оформлять отчеты в области исследований оптико-электронных систем в соответствии с предъявляемыми требованиями.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

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

№ 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					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Оптико-электронные системы: определение, обобщенные схемы, методы работы, классификация.	5	6	1	1				Устный опрос
2	Основные энергетические и фотометрические параметры и соотношения между ними.	5	9	2	2				Домашняя работа №1 Лабораторная работа №1
3	Источники оптического излучения.	5	9	2	2				Домашняя работа №2 Лабораторная работа №2
4	Приемники оптического излучения.	5	9	4	4				Домашняя работа №3 Лабораторная работа №3

5	Основы теории приема оптических сигналов.		9	4	4	2			Домашняя работа №4 Лабораторная работа №4
6	Телевизионные и тепловизионные системы.		9	4	4	2			Лабораторная работа №5
		5				2		0,3	Зачет
	Всего		51	17	17	6		17	

Содержание разделов дисциплины

Тема №1

Оптико-электронные системы: определение, обобщенные схемы, методы работы, классификация

Назначение, структура и особенности оптической системы оптико-электронного устройства. Краткая классификация оптико-электронных систем. Оптический спектр электромагнитных колебаний. Особенности инфракрасного, видимого и ультрафиолетового участков оптического диапазона электромагнитного спектра.

Тема №2

Основные энергетические и фотометрические параметры и соотношения между ними

Энергетические параметры: энергия фотона, интенсивность, сила света. Фотометрические параметры: яркость, освещенность, световой поток. Связь между энергией и световым потоком. Соотношение между яркостью и освещенностью. Связь интенсивности со световым потоком.

Тема №3

Источники оптического излучения

Общие вопросы распространения оптического излучения в различных средах. Поглощение и рассеяние оптического излучения в атмосфере. Солнечные источники. Газовые источники. Лампы накаливания. Газоразрядные лампы. Светодиоды (LED). Полупроводниковые источники. Лазеры. Лампы ультрафиолетового излучения. Кварцевые лампы.

Тема №4

Приемники оптического излучения

Параметры и характеристики приемников оптического излучения. Фотодетекторы. Светочувствительные приборы. Фотокамеры. Оптические приемники. Пульсирующие и модулирующие приемники. Общая характеристика анализаторов и сканирующих систем ОЭС.

Тема №5

Основы теории приема оптических сигналов

Основные виды приемников излучения, применяемых в оптико-электронных системах, устройствах и приборах. Общая характеристика способов модуляции и демодуляции сигналов в ОЭС.

Тема №6

Телевизионные и тепловизионные системы

Основы построения и функционирования телевизионных систем визуального наблюдения. Типовые схемы тепловизоров. Основы построения и функционирования тепловизионных систем.

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

В процессе обучения проводятся лекции и практические занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

1) **Вводная лекция** – ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции указываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

2) **Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

3) **Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Задействованы:

- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций.

4) **Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты в решении задач, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты заданий, выполненных студентами самостоятельно.

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

6) **Контрольная работа** – письменное решение задач, аналогичных отработанным ранее в ходе практических занятий и самостоятельной работы.

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

Электронный учебный курс «Современные проблемы радиофизики» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины и организован сбор выполненных домашних работ;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены презентации и записи лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;

- 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.

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;
- 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

СПС «Консультант-плюс»: <http://www.consultant.ru/>

СПС «Гарант»: <http://www.garant.ru/>

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

а) основная литература

1. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов: учеб. пособие для вузов. / М.М. Мирошников. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань, 2010. 697 с.

б) дополнительная литература

1. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: Учебное пособие для вузов. / Под ред. В.Н. Рождествина; Учебно-метод. объединение вузов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 528 с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Интернет-версия справочной системы «Гарант» <http://www.garant.ru/>
3. Интернет-версия справочной системы «Консультант-плюс» <http://www.consultant.ru/>
4. Официальный сайт ФГУП «Главный радиочастотный центр» <https://grfc.ru/grfc/>

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 занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- 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 в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для практических занятий (семинаров) равно списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Профессор кафедры цифровых
технологий и машинного обучения,

д.т.н.

должность, ученая степень

подпись

А.Л. Приоров

И.О. Фамилия

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Оптико-электронные системы»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Примеры задач для домашнего задания

1. Найти световой поток, падающий на входной зрачок прибора площадью 100 см² от звезды нулевой звёздной величины.
2. Найти световой поток, падающий на входной зрачок прибора диаметром 10 см от звезды пятой звёздной величины.
3. Построить спектральное распределение энергетической светимости вольфрамовой нити лампы накаливания, считая её реальным излучателем, в интервале длин волн от 0,4 до 1,2 мкм с шагом 0,1 мкм, если яркостная температура нити накала равна 2950 К. Указание: считать коэффициенты теплового излучения нити при истинной и яркостной температурах примерно равными.
4. Рассчитать интегральный коэффициент пропускания, обусловленный поглощением паров воды для лампы накаливания (как черного тела) с температурой 2898 К при температуре воздуха, относительной влажности 90 % и длине трассы 2 км, принимая, что стекло лампы пропускает излучение в интервале от 0,3 до 2,7 мкм.

**Критерии оценивания задач
в рамках выполнения домашних задач № 1-4**

Показатели	Критерии		
	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Полнота	Выполнено около половины задания	Выполнено не менее $\frac{3}{4}$ задания	Задание выполнено полностью
Точность (правильность) выполнения	Хотя бы половина задания выполнена верно	Задание выполнено не более чем с двумя ошибками	Задание выполнено без ошибок или с 1 ошибкой
Наличие ссылок и формул (если необходимо)	формулы верные хотя бы для половины расчётов	Ссылки имеются, в формулах допустимы не более двух ошибок	Ссылки имеются, формулы верные
Баллы за задание	3-4	5	6-7

Если задание выполнено на уровне ниже порогового, за него выставляются 0-2 балла в соответствии с вышеприведенными критериями.

При расчете баллов за домашнюю работу суммируются баллы за каждое задание.

Оценка за работу проставляется по количеству набранных баллов:

менее 60% от максимально возможного количества баллов – неудовлетворительно,
60-75% от максимально возможного количества баллов – удовлетворительно,
76-85% от максимально возможного количества баллов – хорошо,
86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

2. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе промежуточной аттестации

Список вопросов к зачету

1. Основы построения оптико-электронных систем (ОЭС). Определение, обобщенные схемы и методы работы.
2. Основы построения оптических систем. Назначение, структура и особенности оптической системы оптико-электронного устройства (ОЭУ).
3. Основы функционирования приемной оптической системы ОЭУ.
4. Основы функционирования передающей оптической системы ОЭУ.
5. Основы функционирования оптико-электронных систем.
6. Приемник излучения как внутренний элемент (звено) ОЭС.
7. Одноэлементные и многоэлементные приемники излучения.
8. Основы построения и функционирования лазерных (оптических) локационных систем.
9. Основы построения и функционирования телевизионных систем визуального наблюдения.
10. Основы построения и функционирования тепловизионных систем.
11. Современные тенденции развития оптических и оптико-электронных систем.
12. Краткая классификация оптико-электронных систем.
13. Сравнение оптико-электронных приборов с визуальными оптическими и радиоэлектронными приборами.
14. Оптический спектр электромагнитных колебаний.
15. Основные энергетические и фотометрические параметры и соотношения между ними.
16. Основные виды приемников излучения, применяемых в ОЭС.
17. Общие вопросы распространения электромагнитного излучения в атмосфере.
18. Назначение анализаторов изображений и их классификация.
19. Общая характеристика способов модуляции сигнала в ОЭС.
20. Источники излучения в системах лазерной локации.
21. Приемники излучения в системах лазерной локации.
22. Принципы формирования телевизионных изображений.
23. Принципы получения тепловизионных изображений.
24. Паспортизация приемников оптического излучения и пересчет их параметров.
25. Влияние среды распространения оптического излучения на работу ОЭС.
26. Принципы построения приборов ночного видения (ПНВ).
27. Принципы построения, виды, характеристики и параметры тепловизоров.
28. Принцип работы оптико-электронных измерительных систем.
29. Принцип работы телевизионного оптического визира.
30. Назначение, роль, параметры и виды сканирующих систем.

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (не относящееся к вопросу не подлежит проверке)	Полное	Полное
Полнота ответа	Вопрос билета раскрыт на 50 % и более	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Ответ полный и без ошибок
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Рисунки (если требуются)	Имеются	Корректные	Корректные

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Оптико-электронные системы»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Оптико-электронные системы» являются лекции. По большинству тем предусмотрены практические и лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. В процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать. Также является обязательным выполнение всех предусмотренных лабораторных работ.

Учитывая то, что практических занятий не очень много, большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные. Кроме того, в течение семестра студенты должны выполнить домашнюю самостоятельную работу.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде двух контрольных работ. В конце изучения дисциплины студенты сдают зачёт.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Оптико-электронные системы» самостоятельно студенту крайне сложно. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым.

Таким образом, чтобы выучить теорию и научиться применять ее для решения задач, нужно посещать лекции, активно работать на практических занятиях, выполнять все домашние задания и самостоятельно изучать указанную специальную литературу.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать издания, указанные в списке основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учебные и методические пособия, тексты лекций и т.д.). Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

4. Электронные библиотечные системы, на которые имеется подписка ЯрГУ, перечень см. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res\(1\).php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php)