

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(РУДН)**

ЦДО Инженерной академии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по
дополнительному образованию

_____ **А.В. Должикова**

« ____ » _____ **20** ____ г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по ДПО Инженерной
академии

_____ **И.С. Андрющенко**

« ____ » _____ **20** ____ г.

**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации**

«Основы фотоники и лазерных технологий»

Программа дополнительного профессионального образования реализуется на русском языке. Программа разработана в соответствии с лицензией на осуществление образовательной деятельности № 1204 от 23.12.2014 г., в соответствии с ФГОС ВО "Педагогическое образование", шифр 44.03.01.

Общее количество часов: *72 академических часа.*

Руководитель программы: _____ *С.В. Агасиева*
(Подпись)

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета ДПО РУДН
Протокол № _____ от « ____ » _____ г.

Москва, 2020

ВВЕДЕНИЕ

В рамках курса предполагается усовершенствованные компетенции в области физики, а именно знаний о фотонике, лазерных технологиях и их применениях в различных отраслях современной промышленности. Программа будет актуальна для педагогов физики, в том числе инженерных классов.

Фотоника и фотоэлектронная компонентная база входят в состав ключевого направления научно-технического развития Российской Федерации согласно "Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года " (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р), что подтверждает актуальность данной учебной программы.

Раздел 1. «Общая характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы

Цель реализации программы – совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области основ фотоники и лазерных технологий.

Учебная программа направлена **на решение следующих задач:**

- изучение физических принципов работы квантово-электронных систем и их компонентов;
- изучение взаимодействия оптического излучения с веществом;
- изучение теоретических и физических основ лазерных устройств;
- изучение принципов функционирования лазерных систем;
- изучение областей применения лазерных технологий.

1.2. Совершенствуемые компетенции

В процессе освоения программы слушатель развивает и совершенствует следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО бакалавриата по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование».

ОПК-8 Способность осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний.

1.3. Планируемые результаты

В результате освоения курса «Основы фотоники и лазерных технологий» слушатели приобретают следующие знания, умения:

№	Уметь – знать	Направление подготовки «Педагогическое образование» 44.03.01
		Квалификация бакалавр
		Код компетенции
1.	Уметь: Выполнять расчет параметров электромагнитного излучения. Выполнять расчет параметров оптических пучков лазера.	ОПК-8

	Разрабатывать учебные занятия по направлению «Основы фотоники и лазерных технологий» для обучения школьников. Знать: Основные положения квантовой теории излучения. Основные понятия лазерной физики. Принципы работы лазерных систем. Элементы лазерных систем Методы и способы измерения параметров лазерного излучения Области применения лазерных технологий Алгоритм расчета параметров оптических пучков лазера. Способы защиты от лазерного излучения. Стратегию разработки учебных занятий по направлению «Основы фотоники и лазерных технологий» для обучения школьников.	
--	--	--

1.4. Категория слушателей: уровень образования – ВО, область профессиональной деятельности – обучение физике на уровне среднего общего образования.

1.5. Трудоемкость – 72 часа, из них аудиторных - 54 часа.

1.6. Форма обучения: очная

Раздел 2. «Содержание программы»

2.1. Учебный (учебно-тематический) план программы повышения квалификации

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	в том числе			Форма контроля
			Лекции	Практические занятия/семинар	Самостоятельная работа	
1.	Раздел 1. Основные понятия фотоники	18	6	8	4	Контрольное домашнее задание

						(КДЗ)
1.1	Тема 1.1. Квантовая теория излучения.	10	4	4	2	Проект №1
1.2	Тема 1.2. Основные методы анализа излучения.	8	2	4	2	Проект №2
2.	Раздел 2. Устройство и функционирование лазерных систем.	42	16	14	12	Контрольное домашнее задание (КДЗ)
2.1	Тема 2.1. Классификация лазеров по типу активной среды.	14	6	4	4	Проект №3
2.2	Тема 2.2. Особенности оптических систем для лазеров.	12	4	4	4	Проект №4
2.3	Тема 2.3. Нелинейно-оптические преобразователи лазерного излучения.	8	4	2	2	Проект №5
2.4	Тема 2.4. Метрология лазерного излучения.	8	2	4	2	Проект №6
3.	Раздел 3. Применения лазерных технологий.	10	4	4	2	Контрольное тестовое задание (КТЗ)
3.1	Тема 3.1. Области применения лазерных технологий.	10	4	4	2	Проект №7
	Итоговая аттестация:	2		2		Зачет
Итого по курсу:		72	26	28	18	

2.2. Рабочая программа

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Раздел 1. Основные понятия фотоники (18 час.)		
Тема 1.1. Квантовая теория излучения.	Лекция, 4 часа	Основы положения квантовой теории излучения. Фотоны и кванты. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами. Стратегия разработки учебных занятий по направлению «Основы фотоники и лазерных технологий» для обучения школьников.
	Практическое занятие, 4 часа	Работа индивидуально по теме «Выполнение расчета параметров электромагнитного излучения»
	Самостоятельная	Виды источников излучения.

	работа, 2 часа	Проект №1. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 1.1. с применением новых знаний».
Тема 1.2. Основные методы анализа излучения.	Лекция, 2 часа	Методы анализа излучения.
	Практическое занятие, 4 часа	Работа в малых группах по теме «Изучение основных типов приемников излучения и их устройства»
	Самостоятельная работа, 2 часа	Характеристики приемников излучения. Проект №2. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 1.2. с применением новых знаний» Контрольное домашнее задание (КДЗ).
Раздел 2. Устройство и функционирование лазерных систем. (42 часа)		
Тема 2.1. Классификация лазеров по типу активной среды.	Лекция, 6 час.	Основные понятия лазерной физики. Принцип работы лазерных систем. Газовые лазеры. Твердотельные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Жидкостные лазеры.
	Практическое занятие, 4 часа	Работа в малых группах по теме «Изучение основных параметров и характеристик излучения лазеров»
	Самостоятельная работа, 4 часа	Лазерные активные среды. Проект №3. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 2.1. с применением новых знаний»
Тема 2.2. Особенности оптических систем для лазеров.	Лекция, 4 час.	Оптические элементы лазерных систем: диэлектрические зеркала, разветвители оптических пучков, поляризационные элементы, оптические изоляторы, затворы, модуляторы, световоды. Алгоритм расчета параметров оптических пучков лазера.
	Практическое занятие, 4 часа	Работа индивидуально по теме «Выполнение расчета параметров оптических пучков лазера»
	Самостоятельная работа, 4 часа	Оптическая система для формирования лазерного пучка. Проект №4. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 2.2. с применением новых знаний»
Тема 2.3. Нелинейно-оптические преобразователи лазерного излучения.	Лекция, 4 часа	Генераторы гармоник. Параметрические преобразователи лазерного излучения. Обращение волнового фронта.
	Практическое занятие, 2 часа	Работа в малых группах по теме «Изучение методов получения сверхкоротких импульсов света»
	Самостоятельная работа, 2 часа	Регистрация лазерного излучения. Проект №5. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 2.3. с применением новых знаний»
Тема 2.4. Метрология лазерного излучения.	Лекция, 2 часа	Общие вопросы метрологии оптического излучения.
	Практическое занятие, 4 часа	Работа в малых группах по теме «Изучение методов и способов измерения длительности импульсов лазерного излучения, длины волны лазерного

		излучения, степени поляризации излучения»
	Самостоятельная работа, 2 часа	Способы защиты от лазерного излучения. Проект №6. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 2.4. с применением новых знаний» Контрольное домашнее задание (КДЗ).
Раздел 3. Применения лазерных технологий. (10 час.)		
Тема 3.1. Области применения лазерных технологий.	Лекция, 4 часа	Области применения лазеров и лазерных технологий. Технология лазерной обработки материалов. Лазерные локационные системы. Лазеры для космических применений. Лазерные технологии для медицины.
	Практическое занятие, 4 часа	Работа в малых группах по теме «Изучение оптической голография и методов изготовления голограмм»
	Самостоятельная работа, 2 часа	Развитие лазерных технологий. Проект №7. «Разработка учебного занятия для обучения школьников по теме 3.1. с применением новых знаний» Контрольное тестовое задание (КТЗ)
Итоговая аттестация	2	Зачет

Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

3.1. Текущая аттестация

В разделе 1 и 2 предусмотрено самостоятельное выполнение КДЗ (контрольного домашнего задания). В разделе 3 предусмотрено самостоятельное выполнение КТЗ (контрольного тестового задания).

В разделе 1 КДЗ выполняется по теме «Расчет параметров электромагнитного излучения», в разделе 2 КДЗ выполняется по теме «Расчет параметров оптических пучков лазера».

По каждому разделу КДЗ представлено в виде набора задач и может быть разработано индивидуально для каждой группы обучающихся с учётом конкретной потребности слушателей. КДЗ представляет собой контрольную работу, состоящую из 2 задач, требующих развёрнутого решения.

Примеры задач для КДЗ 1:

Задача 1. Определить, во сколько раз изменится диаметр пучка в фокусе

линзы, если перед ней поставить телескопическую систему с увеличением b^x .

Задача 2. Доказать, что при угле падения, равном углу Брюстера, угол между отраженным и преломленным лучами равен $\pi/2$.

Примеры задач для КДЗ 2:

Задача 1. Привести соотношение между импульсной и средней мощностью излучения, плотностью энергии и плотностью мощности. Привести характерную зависимость порогов разрушения (плотности мощности) от длительности воздействия.

Задача 2. Показать, какой режим, импульсный или непрерывный, более эффективен для лазерной обработки.

По результатам выполнения КДЗ слушателям выставаются оценки по двухбалльной шкале «зачтено» - «не зачтено». При выставлении оценки используются следующие критерии оценки знаний:

- отметка «не зачтено» выставляется слушателю, который не решил 2 задачи верно;
- отметка «зачтено» ставится слушателю, который решил 2 задачи верно.

В разделе 3 предусмотрено самостоятельное выполнение КТЗ (контрольного тестового задания). КТЗ также разрабатывается индивидуально с учётом особенности аудитории. КТЗ представляется в виде 10 вопросов, в которых предлагается выбор верных вариантов ответов из заранее предусмотренных. Ответ на каждый вопрос оценивается в 10 баллов: если ответ является верным, слушатель получает 10 баллов; если ответ является не верным, слушатель получает 0 баллов.

По результатам выполнения КТЗ слушателям выставаются оценки по двухбалльной шкале «зачтено» - «не зачтено». При выставлении оценки используются следующие критерии оценки знаний:

- отметка «не зачтено» выставляется слушателю, набравшему менее 59 баллов из 100 баллов;
- отметка «зачтено» ставится слушателю, набравшему более 60 баллов из

100 баллов.

Примеры вопросов КТЗ:

1. Укажите свойства лазера:

А) лучи лазера некогерентны;
Б) лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения;

В) лазер обладает большой мощностью излучения;

Г) свет лазера обладает монохроматичностью.

2. Внешний фотоэффект — это явление:

А) почернения фотоэмульсии под действием света;

Б) вылета электронов с поверхности вещества под действием света;

В) свечения некоторых веществ в темноте;

Г) излучения нагретого твердого тела.

3. Излучение лазера — это:

А) тепловое излучение;

Б) вынужденное излучение;

В) спонтанное (самопроизвольное) излучение;

Г) люминесценция.

4. Накачка в газовых лазерах может производиться вследствие...:

А) химической реакции;

Б) воздействия мощного источника света;

Г) электрического разряда;

В) перехода электрона с одного типа полупроводника на другой.

Во время изучения программы слушатели выполняют проекты №1-7, которые в дальнейшем могут использовать в образовательном процессе, по разработке учебных занятий для обучения школьников с применением новых знаний по следующим пройденным темам программы:

1. Квантовая теория излучения.

2. Основные методы анализа излучения.

3. Классификация лазеров по типу активной среды.
4. Особенности оптических систем для лазеров.
5. Нелинейно-оптические преобразователи лазерного излучения.
6. Метрология лазерного излучения.
7. Области применения лазерных технологий

Требования к проектам: проекты осуществляются на основании стратегии разработки учебных занятий по направлению «Основы фотоники и лазерных технологий» для обучения школьников.

Оценка данных проектов выполняется по двухбалльной шкале «зачтено» - «не зачтено»:

- отметка «не зачтено» выставляется слушателю, не выполнившему проект в соответствии с требованием;

- отметка «зачтено» ставится слушателю, выполнившему проект в соответствии с требованием.

3.2. Промежуточная аттестация

Не предусмотрена.

3.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация слушателей направлена на проверку результатов освоения учебного плана программы. К итоговой аттестации допускаются слушатели при условии обязательного выполнения КДЗ, проектов, а также давших не менее 60% правильных ответов на вопросы КТЗ.

Итоговая аттестация проводится в форме устного зачёта по вопросам, рассматриваемым в данной программе обучения. Список таких вопросов формируется заранее и предоставляется слушателям.

Список примерных вопросов к зачету:

1. Распространение электромагнитных волн в однородном изотропном диэлектрике.
2. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.

3. Поглощение электромагнитной волны проводящей средой.
4. Упругие колебания кристаллической решетки.
5. Измерение степени поляризации и характеристик когерентности лазерного излучения
6. Плоская зеркальная граница диэлектрика.
7. Физические основы лазерной генерации и усиления оптического излучения.
8. Системы оптической накачки твердотельных лазеров.
9. Генерация сверхкоротких импульсов лазерного излучения.
10. Генерация гармоник.
11. Параметрическая генерация света.
12. Обращение волнового фронта и использование этого эффекта в лазерных системах.
13. Основные методы лазерной спектроскопии.
14. Применение лазеров в биологии и медицине
15. Способы измерения длительности импульсов лазерного излучения
16. Основные классы оптических материалов и особенности их применения в фотонике.
17. Основные группы оптических стекол в соответствии с их классификацией по оптическим свойствам и химическому составу.
18. Кристаллография и понятия симметрии кристаллических решеток.
19. Оптические свойства кристаллов.
20. Физические свойства основных кристаллических сред, используемых в современной оптике.
21. Кристаллы для нелинейно-оптических преобразований.
22. Кристаллы для лазерных применений.
23. Типы лазеров и области их применения.
24. Типы лазеров и их характеристики.
25. Области применения лазерных технологий в современной

промышленности.

26. Основные тенденции и научные направления развития лазерных технологий.

27. Принцип работы лазера.

28. Устройства для управления излучением.

29. Лазерные активные среды.

30. Средства регистрации излучения.

Билет состоит из 4 вопросов.

Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 25 баллов:

Критерии оценки ответов на вопросы билета.			
Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	5,5	11
Обучающийся дает ответ без наводящих вопросов экзаменатора	0	1,5	3
Обучающийся практически не пользуется подготовленным черновиком	0	0,5	1
Ответ показывает уверенное владение обучающего терминологическим и методологическим аппаратом дисциплины	0	3	6
Ответ имеет четкую логичную структуру	0	2	4

По результатам итоговой аттестации слушателей выставляются оценки по двухбалльной шкале «зачтено» - «не зачтено». При выставлении оценки используются следующие критерии оценки знаний:

- отметка «не зачтено» выставляется слушателю, набравшему менее 51 балла из 100 баллов;

- отметка «зачтено» ставится слушателю, набравшему более 51 балла из 100 баллов.

Слушателям после прохождения итоговой аттестации с отметкой «зачтено» выдается удостоверение о повышении квалификации (сертификат об обучении) установленного образца.

Раздел 4. «Условия реализации программы»

4.1. Материально-технические условия реализации программы

В процессе реализации программы используются: персональный компьютер с подключением к сети интернет, программное обеспечение Windows XP, Microsoft Office 2007, Microsoft Office 2003, Acrobat Reader DC; мультимедийная аппаратура (проектор), магнитно-маркерная доска, чтобы слушатели видели и понимали, о чем идет речь.

4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

В результате прохождения настоящего курса слушатель получает следующие материалы в электронном виде:

- учебную программу «Основы фотоники и лазерных технологий»,
- набор презентаций к лекциям по курсу «Основы фотоники и лазерных технологий».

Слушатель также может составить письменный конспект лекционных и семинарских занятий с целью дальнейшего использования в своей образовательной практике.

4.2.1. Основная литература:

1. Вейко В.П., Петров А.А., Самохвалов А.А. Введение в лазерные технологии. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии» под редакцией В.П. Вейко.: - СПб: Университет ИТМО, 2018 - 161 с. Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/460.pdf>

2. Губанова Л.А. Фотоника поверхности: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2020. - 85 с. Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2624.pdf>

4.2.2. Дополнительная литература:

1. Квантовые и оптические процессы в твердых телах: теория и практика: учебное пособие / Н.Н. Безрядин, А.В. Линник, Ю.В. Сыноров и др.; науч. ред. Н.Н. Безрядин; Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. – 153 с.: ил. ISBN 978-5-00032-108-9. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336036>
2. Губанова Л.А., Константинова Ю.А. Оптические технологии: Учебно-методическое пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 62 с. Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2266.pdf>
3. Кульчин Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015 г. 528 с., ISBN: 5-98227-075-X. Режим доступа: https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1939900#1