

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Автоматизация измерений в квантовой электронике

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Автоматизация измерений в квантовой электронике относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач</p> <p>ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий</p>	<p>ПК-1.1: Знать современные методики сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных, необходимых для формирования научных выводов. Уметь и обладать навыками современных методик сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных и использования их для формирования выводов в научно-исследовательской деятельности.</p> <p>Владеть опытом сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных в области квантовой и оптической электроники, необходимых для формирования выводов по соответствующим направлениям научных исследований.</p> <p>ПК-1.2: Знать современные методики сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных, необходимых для формирования научных выводов. Уметь и обладать навыками современных</p>	Задачи	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>методик сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных и использования их для формирования выводов в научно-исследовательской деятельности.</p> <p>Владеть опытом сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных в области квантовой и оптической электроники, необходимых для формирования выводов по соответствующим направлениям научных исследований.</p>		
<p>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты</p>	<p>ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать основные принципы функционирования и составляющие элементы систем автоматизации в квантовой электронике. Уметь применять методы теории цифровой обработки сигналов к решению научно-исследовательских задач. Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать основные принципы функционирования и составляющие элементы систем автоматизации в квантовой электронике. Уметь применять методы теории цифровой обработки сигналов к решению научно-исследовательских задач. Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>ПК-2.3:</p>	Задачи	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>Знать основные принципы функционирования и составляющие элементы систем автоматизации в квантовой электронике. Уметь применять методы теории цифровой обработки сигналов к решению научно-исследовательских задач. Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>ПК-2.4:</p> <p>Знать основные принципы функционирования и составляющие элементы систем автоматизации в квантовой электронике. Уметь применять методы теории цифровой обработки сигналов к решению научно-исследовательских задач. Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p> <p>Владеть методикой автоматизации эксперимента в среде LabVIEW.</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	29
Промежуточная аттестация	45
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Основы программирования в среде LabVIEW. Концепция виртуального прибора	14	8		8	6
Тема 2. Краткое введение в сбор данных. Возможности сбора данных, предоставляемые аппаратными средствами компании National Instruments. Структура сбора данных в LabVIEW. Проводник по средствам измерений и автоматизации MAX. NIDAQ и NI-DAQmx. Помощник по сбору данных. Получение и генерация аналоговых сигналов. Ввод и вывод цифровых сигналов. Применение счетчиков.	8	4		4	4
Тема 3. Дискретизация (квантование) аналоговых сигналов, теорема Котельникова. Кодирование данных в цифровых системах. Разновидности АЦП и ЦАП, области их применения. Организация обмена данными между цифровыми преобразователями и компьютером	4	2		2	2
Тема 4. Передача данных посредством локальной сети и Интернета	4	2		2	2
Тема 5. Управление измерительными приборами. Шины передачи данных и управления: КОП (GPIB), последовательный и параллельный порты. Использование драйвера прибора.	4	2		2	2
Тема 6. Обзор средств LabVIEW для обработки научных данных – пакет Diadem, линейная алгебра, решение ОДУ, спектральный анализ, аппроксимация, интер- и экстраполяция экспериментальных данных.	6	4		4	2
Тема 7. Датчики и их согласование с платами сбора данных. Обзор аппаратных средств National Instruments. Модульные системы (PXI, SCXI, Field Point).	4	2		2	2
Тема 8. Методы регистрации оптических сигналов	5	2		2	3
Тема 9. Моделирование и обработка сигналов. Спектрально - корреляционный анализ. Определение статистических характеристик. Свертка и фильтрация. Моделирование шума с заданным спектром. Обнаружение сигналов. Измерение доплеровского смещения частоты.	6	4		4	2
Тема 10. Прием и обработка изображений с камер. Определение параметров лазерных пучков.	6	2		2	4
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная и дополнительная литература.

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Работа со звуковой картой в LabVIEW.
2. Вызов кода из других языков программирования (C, Matlab).
3. Поточковая запись данных на диск.
4. Ввод аналоговых сигналов. Фильтры защиты от наложения спектров. Использование ВП DAQmx Read. Одноточечный сбор данных. Буферизированный сбор данных. Сбор данных с использованием триггера.
5. Генерация аналоговых сигналов. Выполнение одноточечного аналогового вывода. Непрерывная генерация аналогового сигнала. Буферизированный аналоговый вывод. Непрерывный буферизированный аналоговый вывод. Триггеры в операциях аналогового вывода.
6. Дискретный Ввод/Вывод. Виртуальные приборы для дискретного ввода/вывода. Цифровые триггеры.
7. Счетчики. Подсчет фронтов. Генерация импульсов. Измерение параметров импульсов. Измерение частоты.
8. Синхронизация различных операций ввода/вывода данных.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

- 1) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, вычислить такие параметры пучка как: ширина по осям X и Y по уровню e^{-2} , определить модовый состав излучения.
- 2) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, определить модовый состав излучения.

3) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, вычислить такие параметры пучка как: ширина по осям X и Y по уровню 90% энергии излучения.

4) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, определить эксцентриситет пучка в случае его эллиптичности.

5) Монохроматор МДР-41 с решеткой 600 штр/мм управляется с помощью шагового двигателя ДШИ-200. Создать систему автоматизации, выполняющую поворот решетки в заданном диапазоне длин волн и прием сигнала с фотоприемника, с помощью многофункциональной платы сбора данных NI PCI-6251. Результат измерения отобразить на графическом индикаторе.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1) Монохроматор ДФС-12 с решеткой 1800 штр/мм управляется с помощью шагового двигателя ДШИ-200. Создать систему автоматизации, выполняющую поворот решетки в заданном диапазоне длин волн с помощью многофункциональной платы сбора данных NI PCI-6251 и прием сигнала с фотоприемника с помощью синхронного детектора Stanford Research SR-810.

2) Создать систему автоматизации, управляющую генерацией твердотельного лазера с помощью многофункциональной платы сбора данных NI PCI-6251. Канал аналогового вывода задает напряжение на лампе-вспышке системы накачки (из соотношения 1 вольт ЦАП соответствует 1 кВ на батарее конденсаторов). Цифровой канал управляет инициализацией запуска и синхронизацией сбора данных с фотоприемника с помощью канала аналогового ввода. Осциллограмму генерации отобразить на графическом индикаторе и записать в текстовый файл.

3) Создать автоматизированную систему визуализации и измерения параметров (ширина пучка по уровню 0.5) лазерного излучения на основе камеры Ophir Pyrocam III.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция

Оценка	Критерии оценивания
	сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

- 1) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, вычислить такие параметры пучка как: ширина по осям X и Y по уровню e^{-2} , определить модовый состав излучения.
- 2) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, определить модовый состав излучения.
- 3) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, вычислить такие параметры пучка как: ширина по осям X и Y по уровню 90% энергии излучения.
- 4) Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, определить эксцентриситет пучка в случае его эллиптичности.
- 5) Монохроматор МДР-41 с решеткой 600 штр/мм управляется с помощью шагового двигателя ДШИ-200. Создать систему автоматизации, выполняющую поворот решетки в заданном диапазоне длин волн и прием сигнала с фотоприемника, с помощью многофункциональной платы сбора данных NI PCI-6251. Результат измерения отобразить на графическом индикаторе.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1) Монохроматор ДФС-12 с решеткой 1800 штр/мм управляется с помощью шагового двигателя ДШИ-200. Создать систему автоматизации, выполняющую поворот решетки в заданном диапазоне длин волн с помощью многофункциональной платы сбора данных NI PCI-6251 и прием сигнала с фотоприемника с помощью синхронного детектора Stanford Research SR-810.

2) Создать систему автоматизации, управляющую генерацией твердотельного лазера с помощью многофункциональной платы сбора данных NI PCI-6251. Канал аналогового вывода задает напряжение на лампе-вспышке системы накачки (из соотношения 1 вольт ЦАП соответствует 1 кВ на батарее конденсаторов). Цифровой канал управляет инициализацией запуска и синхронизацией сбора данных с фотоприемника с помощью канала аналогового ввода. Осциллограмму генерации отобразить на графическом индикаторе и записать в текстовый файл.

3) Создать автоматизированную систему визуализации и измерения параметров (ширина пучка по уровню 0.5) лазерного излучения на основе камеры Ophir Pyrocam III.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
Типовая архитектура систем сбора данных и управления
2. Отношение сигнал/шум (SNR) и необходимость его улучшения. Методы повышения отношения сигнал/шум.
3. Буферизация и разравнивание в системах сбора данных, назначение и преимущества.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Шины (параллельные) и последовательные соединения.
2. Типы и уровни триггеров и их назначение.
3. Стратегии доступа к информации для мониторингирования.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Певчев Юрий Федорович. Автоматизация физического эксперимента : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 367 с. : ил. - 1.20., 3 экз.
2. Кудрин А. В. Использование программной среды labview для автоматизации проведения физических экспериментов : электронное учебно-методическое пособие / Кудрин А. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. - 68 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729972&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Певчев Юрий Федорович. Автоматизация физического эксперимента : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 367 с. : ил. - 1.20., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

-

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Шарков Валерий Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Маругин Алексей Валентинович, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023 г., протокол № 09/23.