

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением
ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Автоматизация измерений в квантовой электронике

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.03 радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01, <i>автоматизация измерений в квантовой электронике</i> относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 <i>радиофизика</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

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**	
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>Знать современные методики сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных, необходимых для формирования научных выводов.</p> <p>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>	<i>Собеседование, задача</i>

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

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	<p>очная форма обучения</p>
--	------------------------------------

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	29
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	45

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)		В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа Консультации	Всего	
Основы программирования в среде LabVIEW. Концепция виртуального прибора.	14	8			8	6
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. NI-DAQ и NI-DAQmx. Помощник по сбору данных. Получение и генерация аналоговых сигналов. Ввод и вывод цифровых сигналов. Применение счетчиков.	8	4			4	4
Дискретизация (квантование) аналоговых сигналов, теорема Котельникова. Кодирование данных в	4	2			2	2

цифровых системах. Разновидности АЦП и ЦАП, области их применения. Организация обмена данными между цифровыми преобразователями и компьютером.						
Передача данных посредством локальной сети и Интернета.	4	2			2	2
Управление измерительными приборами. Шины передачи данных и управления: КОП (GPIB), последовательный и параллельный порты. Использование драйвера прибора.	4	2			2	2
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
Датчики и их согласование с платами сбора данных. Обзор аппаратных средств National Instruments. Модульные системы (PXI, SCXI, Field Point).	4	2			2	2
Методы регистрации оптических сигналов	5	2			2	3
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
Прием и обработка изображений с камер. Определение параметров лазерных пучков.	6	2			2	4
Текущий контроль	2	2				
Промежуточная аттестация (экзамен)						45

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

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. Потокковая 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 промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	отказа обучающегося от ответа			негрубых ошибок	х ошибок		
<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 владения материалом. 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	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»
не зачтено	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»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- творческие контрольные задания, включающие одну задачу

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются: устный опрос, решение практических задач.

5.2.1 Контрольные вопросы

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Типовая архитектура систем сбора данных и управления.	ПК-1
Отношение сигнал/шум (SNR) и необходимость его улучшения. Методы повышения отношения сигнал/шум.	ПК-1
Буферизация и разравнивание в системах сбора данных, назначение преимущества.	ПК-1
Шины (параллельные) и последовательные соединения.	ПК-2
Типы и уровни триггеров и их назначение.	ПК-2
Стратегии доступа к информации для мониторингования.	ПК-2

5.2.2. Типовые задачи для оценки компетенции «ПК-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.
- Используя изображение среза лазерного пучка (в виде файла в формате BMP), осуществить визуализацию 3D изображения, определить модовый состав излучения.

5.2.3. Типовые задачи для оценки компетенции «ПК-2»

- 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.
- 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.

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Певчев Ю.Ф., Финогенов К.Г. Автоматизация физического эксперимента – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 367 с. Всего экземпляров: 3.
2. Кудрин А.В. Использование программной среды LabVIEW для автоматизации проведения физических экспериментов – Электронное учебно-методическое пособие, ННГУ, 2014. – 68 с. http://www.unn.ru/books/met_files/Kudrin%20LabView.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918.

Автор (ы) к.ф.-м.н. доцент Шарков В.В.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н. профессор Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.