

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 года, № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Автоматизация измерений в квантовой электронике
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Автоматизация измерений в квантовой электронике» относится к дисциплинам вариативной части (блок Б1.В) основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» на радиофизическом факультете ННГУ. Дисциплина изучается в 7-м семестре.

Целями освоения дисциплины являются:

- освоение методов автоматизации физического эксперимента в области квантовой электроники;
- получение базовых навыков программирования в среде LabVIEW.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции Код компетенции (код компетенции, этап формирования)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-5 – Способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий. (этап формирования базовый)	32 (ПК-5). Знать современные методики сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных. У2 (ПК-5). Уметь использовать современные приборы и вычислительные средства для проведения эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных. В2 (ПК-5). Владеть опытом сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных в области квантовой и оптической электроники, необходимых для формирования выводов по соответствующим направлениям научных исследований.

3. Структура и содержание дисциплины «Автоматизация измерений в квантовой электронике»

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа - занятия лекционного типа, 1 час – мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основы программирования в среде LabVIEW. Концепция виртуального прибора.	16	8			8	8
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. NI-DAQ и NI-DAQmx. Помощник по сбору данных. Получение и генерация аналоговых сигналов. Ввод и вывод цифровых сигналов. Применение счетчиков.	10	4			4	6
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
4. Передача данных посредством локальной сети и Интернета.	4	2			2	2
5. Управление измерительными приборами. Шины передачи данных и управления: КОП (GPIB), последовательный и параллельный порты. Использование драйвера прибора.	6	2			2	4
6. Обзор средств LabVIEW для обработки научных данных – пакет Diadem, линейная алгебра, решение ОДУ, спектральный анализ,	7	4			4	3

аппроксимация, интер- и экстраполяция экспериментальных данных.						
6. Датчики и их согласование с платами сбора данных. Обзор аппаратных средств National Instruments. Модульные системы (PXI, SCXI, Field Point).	4	2			2	2
7. Методы регистрации оптических сигналов	8	2			2	6
8. 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
9. Прием и обработка изображений с камер. Определение параметров лазерных пучков.	4	2			2	4
В т.ч. числе текущий контроль	1	1			1	
Промежуточная аттестация – зачет						

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов.

5. 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.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, навыков), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-5: способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать современные методики сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных.	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Уметь использовать современные приборы и вычислительные средства для проведения эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных.	Отсутствует способность решения стандартных задач	Наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Способность решения основных стандартных задач с существенными ошибками	Способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	Способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	Способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
<u>Навыки</u> Владеть опытом сбора, обработки и интерпретации экспериментальных данных в области квантовой и оптической электроники, необходимых для формирования выводов по соответствующим направлениям научных исследований.	Полное отсутствие навыка	Отсутствие навыка	Владение навыком в минимальном объеме	Посредственное владение навыком	Достаточное владение навыком	Хорошее владение навыком	Всестороннее владение навыком
Шкала оценок по проценту	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

правильно выполнены х контрольных заданий							
---	--	--	--	--	--	--	--

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в форме проверки решения индивидуального творческого задания (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются:

- устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются:

- творческие контрольные задания, включающие одну задачу.

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются:

- устный опрос, решение индивидуального творческого задания.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Дополнительные вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. 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.
4. Шины (параллельные) и последовательные соединения.
5. Типы и уровни триггеров и их назначение.
6. Стратегии доступа к информации для мониторингования.

Типовые творческие задания для оценивания сформированности умений и навыков по компетенции ПК-5

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.
6. 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.
7. 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.
8. Создать автоматизированную систему визуализации и измерения параметров (ширина пучка по уровню 0.5) лазерного излучения на основе камеры Ophir Pyrocam III.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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

а) основная литература:

1. Певчев Ю.Ф., Финогенов К.Г. Автоматизация физического эксперимента – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 367 с. (1)
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_LabView.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор _____ Шарков В.В.

Рецензент (ы) _____ Шкелев Е.И.

Заведующий кафедрой _____ Бельков С.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 25 мая 2023, протокол № 04/23.