

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Компьютерное обеспечение
эксперимента**

(наименование дисциплины (модуля))

**Уровень высшего образования
специалитет**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

**Направление подготовки / специальность
11.05.02 «Специальные радиотехнические системы»**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

**Направленность образовательной программы
Прием, анализ и обработка сигналов системами
специального назначения**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

**Квалификация (степень)
специалист**

(бакалавр / магистр / специалист)

**Форма обучения
Очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2022

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.

Дисциплина «Компьютерное обеспечение эксперимента» относится к факультативам (блок ФТД.В) вариативной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы» для освоения в 9 семестре на 5 курсе.

Целями освоения дисциплины являются:

приобретение основных знаний по моделированию сигналов и физических процессов в реальных объектах и автоматизации измерений в научных исследованиях на примере среды графического программирования LabVIEW и оборудования разработки корпорации National Instruments (NI).

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-12 Способность выполнять моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований	З1: знать принципы моделирования сигналов и физических процессов, теоретические основы оптимального приёма, анализа и обработки сигналов
	У1: уметь выполнять моделирование сигналов и физических процессов
	В1: владеть навыками применения имеющихся знаний и технических средств для решения поставленных задач
ПК-13 Способность разрабатывать программы экспериментальных исследований и их реализовывать	З2: знать фундаментальные разделы физики и радиофизики
	У2: уметь анализировать физические аспекты теории и возможности ее использования в исследовании
	В2: владеть опытом осуществления экспериментальных исследований
ПСК-6.1 Способность применять современные средства приёма, анализа и обработки сигналов	З3: знать основы автоматизации измерений в среде графического программирования LabVIEW
	У3: уметь применять знания основ автоматизации измерений в среде графического программирования LabVIEW
	В3: владеть методами анализа и обработки сигналов, опытом применения современных средства приема, анализа и обработки сигналов

3. Структура и содержание дисциплины «Компьютерное обеспечение эксперимента»

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа – практические занятия, в том числе 1 час - мероприятия текущего контроля успеваемости, и 1 час -

мероприятия промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины «Компьютерное обеспечение эксперимента»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы														
				из них														
	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего								
Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	
1. Введение в LabVIEW. Интерфейс пользователя. Создание программы – «виртуального прибора» (ВП). Выполнение элементарных математических операций. Типы данных. Создание подпрограмм ВП.	4						2						2			2		
2. Массивы и функции работы с ними. Циклы по условию и с заданным числом итераций. Сдвиговые регистры.	4						2						2			2		
3. Строки и функции работы с ними	4						2						2			2		
4. Логические элементы управления и индикации. Графическое отображение данных.	4						2						2			2		
5. Управление работой ВП с помощью структур. Узлы выражений и формул. Структура варианта. Стековые и развернутые последовательности. Обработка событий на передней панели ВП. Встраивание в ВП подпрограмм на MATLAB`е. Язык MathScript.	7						4						4			3		
6. Операции ввода/вывода в файл.	4						2						2			2		
7. Специализированные библиотеки функций: матричные операции; численные методы; аппроксимация и интерполяция.	5						2						2			3		
8. Моделирование и обработка сигналов: генерирование; корреляция; свертка; фильтрация; ДПФ действительных и комплексных сигналов; преобразование Гильберта; вэйв-лет преобразования	5						2						2			3		
9. Дополнительные возможности LabVIEW. Локальные и глобальные переменные. Узлы свойств. Встраивание в LabVIEW кода языка C. Создание проектов и	4						2						2			2		

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них														
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное			
автономных приложений																		
Самостоятельная работа 1 – составление простой программы	2						-						-			2		
10. Основы техники аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов	4						2						2			2		
11. Универсальная плата сбора данных (DAQcard) и ее согласование с датчиками – преобразователями физических величин. Оболочка MAX и ее применение.	4						2						2			2		
12. Библиотека ВП NI DAQmx и ее применение для управления вводом и выводом данных с помощью универсальной платы.	4						2						2			2		
13. Обзор аппаратных средств для автоматизации измерений, научных исследований, тестирования, управления технологическими процессами на примере оборудования NI.	4						2						2			2		
14. Организация распределенных систем сбора данных с помощью (W)LAN. Общие принципы. Сервер виртуальных приборов. Работа с виртуальным прибором с удаленного компьютера	4						2						2			2		
15. Примеры применения технологий NI для моделирования, автоматизации экспериментов и измерений.	4						2						2			2		
Самостоятельная работа 2 – составление программы с использованием DAQcard	4						-						-			4		
В т.ч.текущий контроль	1						1						1			-		
Промежуточная аттестация - Зачет																		

4. Образовательные технологии

Практическая работа в классе с компьютерами, оснащенными лицензионной версией LabVIEW 8.5 или LabVIEW 2011 и универсальными платами аналогового и цифрового ввода-вывода. Знакомство с автоматизированными измерительными ультразвуковыми системами: макетом многолучевого эхолотатора с фазированной антенной решеткой и импульсно-доплеровского измерителя расхода жидкости.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся состоит в изучении рекомендованной литературы, выполнении упражнений по программированию в графической среде LabVIEW для более глубокого освоения разделов учебной программы.

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Расширенный набор функций для работы с массивами
2. Расширенный набор функций для работы со строками
3. Средства для графического отображения 2-х и 3-х мерных данных в среде LabVIEW
4. Тип данных «матрица» и функции работы с матрицами (линейная алгебра)
5. Функции моделирования и обработки сигналов (расширенный набор)
6. Математические функции (расширенный набор)
7. Ввод/вывод данных с помощью встроенной звуковой карты компьютера

Упражнения для самостоятельной работы

1. Создать программу, преобразующую значение температуры в градусах Фаренгейта в градусы Цельсия (формула обратного преобразования имеет вид $F=1,8 \cdot C+32$).
2. На лицевой панели разместить два числовых элемента управления —X и Y и два числовых индикатора. На блок-диаграмме создать алгоритм, такой, чтобы на одном индикаторе выводилась сумма, а на другом разность значений, введенных в элементы управления.
3. С помощью цикла с заданным числом итераций создать программу, вычисляющую сумму геометрической прогрессии. Использовать сдвиговые регистры. Обратить внимание на необходимость их инициализации.
4. С помощью сдвиговых регистров создать программу для скользящего усреднения зашумленной синусоиды.
5. Модифицировать программу из задания 1. так, чтобы она проводила преобразование при одном из положений логического элемента управления. Использовать структуру «варианта».
6. Преобразовать предыдущую программу в виртуальный подприбор. Отредактировать его иконку.
7. Создать виртуальный прибор, моделирующий однополосную модуляцию сигнала. Изучить спектры однополосного сигнала при амплитудной и частотной модуляции.
8. Разработать модель импульсной эхолокационной системы с согласованным фильтром. Создать несколько эхосигналов с различными задержками и амплитудами и добавить к ним аддитивный шум. Сравнить результаты выделения эхосигналов из шума с использованием согласованной фильтрации и без нее. Исследовать разные типы сигналов (простой радиоимпульс, ЛЧМ, шумовой сигнал с переменной шириной спектра).
9. Создать программу, моделирующую спектральный анализ смеси двух синусоид с сильно отличающимися амплитудами с применением различных окон. Сравнить свойства различных окон.
10. Используя звуковую карту компьютера, создать программу ввода и скользящего спектрального анализа акустического сигнала.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы

их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Формируемые компетенции (п.2): ПК-12; ПК-13; ПСК-6.1.

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	Не зачтено	Зачтено
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми.
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания.
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 30 %	30 – 100 %

6.2. Описание шкал оценивания.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в виде зачета. Шкала оценивания: «зачет» - «незачет».

Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Индикаторы компетенции	не зачтено	зачтено
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Минимально допустимый и выше

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний, умений и владений процедура аттестации включает в себя: тестирование на основе программы курса и контрольных вопросов (п.6.4) и практические контрольные задания (п.6.4) с дальнейшим собеседованием.

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

Вопросы для собеседования:

1. Что такое временная дискретизация сигнала и квантование по уровню?
2. Как формулируется теорема Котельникова?
3. Как работает аналого-цифровой преобразователь и каковы его важнейшие технические характеристики?
4. Как работает цифро-аналоговый преобразователь?
5. Какие методы снижения помех и шумов используются при построении цифровых измерительно-управляющих систем?
6. Основные компоненты программы – «виртуального прибора» (ВП) в среде LabVIEW.
7. Что означает «управление выполнением программы-ВП посредством потока данных»?
8. Типы данных LabVIEW и их графическое представление.
9. Элементы управления и индикации, узлы и функции.
10. Как создать подпрограмму в среде LabVIEW?
11. Способы создания массивов и основные функции работы с ними.
12. Зачем нужны кластеры и как с ними работать?
13. Как работать со строками (основные функции)?
14. Структуры и их использование в ВП.
15. Средства графического отображения данных.
16. Что такое «полиморфизм» среды LabVIEW?
17. Что такое экспресс-ВП и как ими пользоваться?
18. Что такое «локальные переменные» и «узлы свойств» и как ими пользоваться?
19. Библиотеки LabVIEW общего и специального назначения.
20. Какие функциональные узлы входят в состав универсальной платы ввода-вывода (DAQ – карты производства NI)?
21. Состав библиотеки ВП DAQmx и ее применение для программирования DAQ – карт.

Зачетным практическим контрольным заданием является написание программы из списка, предложенного преподавателем, или представление готовой программы, подготовленной ранее в рамках производственной и/или научно-исследовательской практики.

Зачетные задания:

1. Бегущие огни (нужно создать иллюзию движения освещенного участка цепочки огней)
2. Светофор (с отдельной регулировкой длительности горения красного, желтого и зеленого огней)

3. Фигуры Лиссажу (с регулируемыми частотами и медленно меняющимися фазами колебаний)
4. Поиск нуля функции методом деления отрезка пополам. Функция должна быть задана в виде формулы.
5. Создать виртуальный прибор для расчета среднего и дисперсии случайной последовательности. Проверить его работу на последовательностях с разными распределениями амплитуд (равномерным, Гауссовым, распределением Пуассона). Встроенную функцию можно использовать только для проверки.
6. Создать виртуальный прибор для интегрирования функции методом трапеций. Функция должна быть задана в форме таблицы в текстовом файле.
7. Промоделировать гармонические сигналы с амплитудной и частотной модуляцией по гармоническому или случайному закону и сравнить их спектры при различных глубинах и индексах модуляции. Обязательно использование графического представления сигналов и спектров
8. Часы с тремя стрелками (чтобы они показывали правильное время, использовать функцию считывания системного времени)
9. Рассчитать и показать в реальном времени траекторию прыгающего мяча в поле тяжести (с ненулевой гориз. и верт. нач. скоростями, с учетом потери энергии при отскоке)
10. Промоделировать интерференционную картину поля двух гармонических источников с одинаковой частотой и регулируемым фазовым сдвигом. Для отображения использовать функцию Intensity Graph
11. Смоделировать отклик согласованного фильтра (СФ) на задержанный сигнал с частотной модуляцией (частотная х-ка СФ есть преобразование Фурье от сигнала, обращенного во времени)
12. Рассчитать и отобразить фазовый портрет линейного осциллятора с затуханием
13. Создать виртуальный прибор для интегрирования функции методом Монте-Карло. Функция задается в виде таблицы в текстовом файле.
14. Создать виртуальный прибор для решения системы линейных алгебраических уравнений. Матрицу и правую часть задать в виде текстового файла.
15. Создать одnogолосный клавишный инструмент с регулируемым тембром, атакой и затуханием (основные тона в пределах октавы)
16. Смоделировать цветомузыкальный преобразователь (использовать функцию чтения WAV – файла и полосовые фильтры или Фурье-преобразование в скользящем окне)

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Болховская О.В., Горбунов А.А., Грибова Е.З., Грязнова И.Ю., Калинин А.В., Канаков О.И., Корчагин А.Б., Мануилов В.Н., Миловский Н.Д., Павлов И.С., Савикин А.П. Методические материалы по определению процедур оценивания сформированности компетенций: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 26 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.unn.ru/books/met_files/met_mat_Mil.pdf.
2. Петрова И.Э., Орлов А.В. Оценка сформированности компетенций. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2016. 48 с.

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

а) основная литература:

1. LabVIEW для всех [Электронный ресурс] / Трэвис Дж., Кринг Дж. - 4-е издание, переработанное и дополненное. - М. : ДМК Пресс, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746744.html>
2. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям [Электронный ресурс] / Суранов А. Я. - М. : ДМК Пресс, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940743471.html>

б) дополнительная литература:

1. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П.А. Бутырин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 265 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1089>

2. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.В. Визильтер [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1093>

3. Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. Пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1090>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Лицензионные пакеты LabVIEW 8.5, LabVIEW 2010 (2011);

2. Лупов С.Ю., Муякшин С.И., Шарков В.В. LabVIEW в примерах и задачах. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Обучение технологиям National Instruments» Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2007, 101 с. <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/Tutorials.php>

3. LabVIEW для всех [Электронный ресурс] / Трэвис Дж., Кринг Дж. - 4-е издание, переработанное и дополненное. - М. : ДМК Пресс, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746744.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Компьютерный класс на 18 рабочих мест для студентов, а также рабочее место преподавателя. Все компьютеры снабжены платами ввода-вывода и модулями для генерации тестовых сигналов и подключения внешних источников. Макеты многолучевого эхолотатора с фазированной антенной решеткой и доплеровского импульсно-доплеровского измерителя расхода жидкости.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по специальности 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы».

Автор, к.ф.-м.н., доцент С.И. Муякшин

Рецензент д.ф.-м.н., профессор С.Грач

Заведующий кафедрой радиотехники, к.т.н., доцент Е.С.Фитасов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета

Протокол № ____ от «____» _____ 2022 года.