

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 от
«30» ноября 2022 г. №13

Рабочая программа дисциплины

Микросистемы в технике радиосвязи и радиоизмерениях
(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 программы
Информационные процессы и системы

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород
2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Микросистемы в технике радиосвязи и радиоизмерениях» относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 Радиофизика, формируемой участниками образовательных отношений.

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

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 физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	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.	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности Уметь: определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Собеседование
	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.	Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных Уметь: систематизировать и анализировать данные большого объема Владеть: навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников	Собеседование
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений	Знать: современное состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности Уметь: анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики Владеть: навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики	Собеседование

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	
конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты	и оценке полученных результатов.		
	ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.	Знать: современные подходы к моделированию различных явлений Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования Владеть: навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно-исследовательской задачи	Собеседование
	ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР.	Знать: основные принципы организации научного исследования Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Собеседование
	ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики.	Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи	Собеседование
ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	ПК-3.1. Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.	Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций	Собеседование
	ПК-3.2. Представляет	Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР	Собеседование

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	
	результаты НИР академическому и бизнес-сообществу.	Уметь: структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом	
	ПК-3.3. Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика.	Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР Уметь: анализировать проектную документацию на выполнение НИР Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР	Собеседование

3. Структура и содержание дисциплины

3.1.Трудовоемкость дисциплины

<i>1 семестр</i>	очная форма обучения
Общая трудовоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	39
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	-

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего		
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1. Принципы построения и разновидности измерительных систем и систем обработки/управления.	8		4		4	4
Тема 2. Средства аналоговой и цифровой обработки данных.	12		6		6	6
Тема 3. Измерительная система на базе магистрального интерфейса с автономным цифровым процессором сигналов.	16		6		6	10
Тема 4. Обработка данных в системах с программируемой логикой.	16		6		6	10
Тема 5. Многопроцессорные системы.	7		4		4	3
Тема 6. Сети и каналы передачи данных. Сети процессоров.	7		4		4	3
Тема 7. Параллельные вычислительные системы.	5		2		2	3
Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	72	0	32	0	33	39

Практические занятия (семинарские 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.

Практическая подготовка предусматривает: решение практических заданий и задач, организация семинаров по отдельным разделам дисциплины.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- изучение, анализ научно-технической информации, обобщение отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- аналитическое и численное исследование физических явлений и процессов радиофизическими методами;
- разработка новых комплексов программ по численному моделированию объектов различной физической природы;
- планирование и проведение экспериментов с применением современных методов и измерительной аппаратуры (акустической, радиоэлектронной, оптоэлектронной);
- формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований;
- совершенствование известных и разработка новых методов исследований;

- анализ получаемых результатов и, при необходимости, корректировка направлений исследований;
 - подготовка и оформление научных статей;
 - составление отчетов и докладов о научно-исследовательской работе;
 - участие в научных конференциях, в том числе международных
 - руководство научной работой обучающихся
- компетенций – ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечена учебными пособиями и методическими разработками для лабораторных работ. Учебно-методические разработки содержат необходимый для контроля освоения дисциплины перечень вопросов, по ответам на которые производится контроль приобретённых знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине - зачет.

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 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, без ошибок.	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 владения материалом. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы навыки при решении нестандартны	Продemonстрирован творческий подход к решению

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
	наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	навыки. Имели место грубые ошибки.	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов.	х задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач

Шкала оценки 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», 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»

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

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы к зачету

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Дифференциальный каскад как основа аналоговых интегральных схем (ИС). Выходные цепи аналоговых ИС. Обобщенная схема интегрального ДУ, его состав, коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления.	ПК-1
2. Работа биполярного транзистора, нагруженного источником тока. Биполярный транзистор в режиме микротока: характерные особенности режима, коэффициент передачи усилительного каскада по напряжению. Варианты схемных решений источника тока, его основные характеристики и	ПК-1

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
область применения.	
3. Стандартный интегральный дифференциальный усилитель. Схемное решение интегрального ДУ: входной дифференциальный каскад – каскад нагруженный источником тока, промежуточный усилитель по схеме Дарлингтона, двухтактный выходной каскад. Эквивалентная схема инвертирующего операционного усилителя (ОУ) на базе интегрального ДУ. Отрицательная обратная связь по напряжению и её роль в ОУ. Эквивалентная схема ОУ с отрицательной обратной связью по напряжению. Коэффициент передачи и частотные свойства ОУ.	ПК-1
4. Функциональные узлы на основе интегральных ДУ. Обратная связь в ДУ и операционные усилители (ОУ): инвертирующее и неинвертирующее включение ОУ; безынерционные линейные цепи на базе ОУ (повторитель напряжения, сумматор, масштабный усилитель); ОУ в инерционных линейных цепях (интегратор, дифференциатор, фильтрующие цепи).	ПК-1
5. Интегральные компараторы.	ПК-1
6. Цифро-аналоговые преобразователи.	ПК-1
7. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) – последовательные, параллельные, преобразователи на резисторных матрицах и на коммутируемых ёмкостях. Дельта-сигма АЦП.	ПК-1
8. Реальный и аналитический сигналы. Особенности оцифровки реального и аналитического сигналов. Квадратурные АЦП.	ПК-1
9. Погрешности аналого-цифрового преобразования. Погрешность дискретизации. Шумы квантования. Особенности преобразования сигналов в базовой полосе частот и полосных сигналов.	ПК-1
10. Интегральные перемножители. Перемножение сигналов в дифференциальном каскаде. Перемножитель Гильберта. Смесители. Радиотехнические преобразования на основе аналоговых перемножителей и смесителей. Преобразователи частоты, модуляторы и демодуляторы. Балансный модулятор. Синхронный и фазовый детекторы.	ПК-1
11. Цифровые процессоры сигналов семейства ADSP 21xx. Структура ядра. Программный автомат. Устройства обработки данных. Адресация памяти данных. Особенности программирования	ПК-2
12. Средства повышения производительности ядра процессора и многопроцессорные системы. Ядро ЦПС семейства ADSP 2106x. Подсистема ввода-вывода ЦПС семейства ADSP 2106x. Ресурсы и архитектура многопроцессорной системы на базе ADSP 2106x. Направление развития МП с архитектурой SHARC	ПК-2
13. Рекурсивные алгоритмы как необходимый для распараллеливания вычислительных операций механизм. Рекурсивные алгоритмы умножения матрицы на вектор, умножения матриц, вычисления свёртки.	ПК-2
14. Графы зависимостей (ГЗ) и графы потоков сигналов (ГПС). Отображение графа зависимостей на граф потока сигналов и на процессорные элементы.	ПК-2
15. Системные процессоры. Управление потоком данных. Волновые процессоры.	ПК-2
16. Транспьютер как процессорный элемент для волнового процессора. Исполнение и взаимодействие процессов на одном и на разных транспьютерах. Каналы связи. Механизм взаимодействия процессов с использованием	ПК-2

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
внутренних и внешних каналы связи. Планирование процессов.	
17. Язык Оккам – как язык параллельного программирования. Матричный процессор для перемножения матриц и Оккам-программа для него.	ПК-2
18. Вычислительные системы на основе транспьютеров.	ПК-2
19.Высокоуровневый язык VHDL как средство создания разработки кода конфигурации ПЛИС и как пример параллельного программирования	ПК-2

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ПК-1, ПК-2

Задание 1. Совместимость и сопряжение модулей измерительной системы с архитектурой фон Неймана.

Задание 2. Аналого-цифровое преобразование сигналов в базовой полосе частот.

Задание 3. Структурная схема системы ввода и обработки данных на базе ЦПС семейства ADSP 21xx.

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3

Оформить отчет по итогам выполнения зачетного задания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Шкелев Е.И. Аппаратные средства вычислительной техники: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2011. – 222 с. - http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/microproc.pdf

2. Шкелев Е.И. Электронные цифровые системы и микропроцессоры: Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2004. – 153 с. – 63 экз.

3. Знакомство с микроконтроллером серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Калинин В.А., Пархачёв В.В. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 28с. - http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/MSP_430_1.pdf

4. Первые шаги в программировании микроконтроллера серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Иванов А.В., Калинин В.А., Пархачёв В.В. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 16с. - http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/MSP_430_2.pdf

5. Работа с ЦАП и АЦП микроконтроллера серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Пархачёв В.В., Ивлёв Д.Н., Семенов В.Ю. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 25с. - http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/MSP_430_3.pdf

6. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры [Электронный ресурс] / Поляков А.К. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980030166.html>

б) Дополнительная литература

1. Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы ATMEL [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 285 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61005>

2. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов/ Е.К. Александров, Р.И. Грушвицкий, М.С. Куприянов, О.Е. Мартынов, Д.И. Панфилов, Т.В.

Ремизевич, Ю.С. Татарин, Е.П. Угрюмов, И.И. Шагурин; Под общ. ред. Д. В. Пузанкова. - СПб. : Политехника, 2012." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732505164.html>

в) Программное обеспечение и Интернет ресурсы

1. Интегрированная среда разработки (IDE) компании IAR Systems (бесплатная лицензия).

http://processor.wiki.ti.com/index.php/IAR_Embedded_Workbench_Kickstart_for_MSP430_Release_Notes.

2. Практикум «Знакомство с микроконтроллером серии MSP-430». <http://www.unn.ru/resources.html>, рег №953.15.04 от 30.04.15. Файл «znakomstvo MSP 430.pdf».

3. Практикум «Первые шаги в программировании микроконтроллера серии MSP-430». <http://www.unn.ru/resources.html>, рег №953.15.04 от 30.04.15. Файл «First steps MSP 430.pdf».

4. Практикум «Работа с ЦАП и АЦП микроконтроллера серии MSP-430». <http://www.unn.ru/resources.html>, рег №953.15.04 от 30.04.15. Файл «DAC ADC MSP 430.pdf».

5. Интегрированная среда разработки Xilinx ISE WebPACK (бесплатная лицензия).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещение представляет собой учебную аудиторию для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенное оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер, мультимедийный проектор.

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

Для изучения дисциплины используются два лабораторных комплекса. Один состоит из 8-ми рабочих мест с интегрированной в персональный компьютер средой разработки (IDE) Embedded Workbench компании IAR Systems (бесплатная лицензия) и подключенной к компьютеру целевой системой на базе микроконтроллера серии MSP430 компании Texas Instruments. Второй – из 4-х рабочих мест с интегрированной средой разработки Xilinx ISE WebPACK (бесплатная лицензия) и подключенной к компьютеру целевой системой на базе ПЛИС XC3S700AN.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ 07.08.2020 № 918).

Автор: к.т.н., преподаватель Артемьев В.В.

Рецензент: преподаватель Горбунов А.А.

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент Фитасов Е.С.

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