

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 президиума
Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Встроенные системы реального времени
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Теория информации
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.08 «Встроенные системы реального времени» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 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	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методы критического анализа проблемных ситуаций.	<p><i>Знать</i> виды проблемных ситуаций в области своей профессиональной деятельности</p> <p><i>Уметь</i> анализировать проблемные ситуации в ходе проведения исследования</p> <p><i>Владеть</i> методами решения проблемных ситуаций</p>	<i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i>
	УК-1.2. Умеет вырабатывать стратегию действий при возникновении критических ситуаций.	<p><i>Знать</i> основные методы решения проблемных ситуаций в области своей профессиональной деятельности</p> <p><i>Уметь</i> вырабатывать стратегию действий для решения проблемных ситуаций в ходе проведения исследования</p> <p><i>Владеть</i> навыками решения проблемных ситуаций</p>	

	УК-1.3. Владеет основами системного подхода к анализу проблемных ситуаций.	<p><i>Знать</i> методы критического анализа проблемных ситуаций</p> <p><i>Уметь</i> осуществлять анализ проблемных ситуаций</p> <p><i>Владеть</i> основами системного подхода к анализу проблемных ситуаций</p>	
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий	ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, теории коммуникаций.	<p><i>Знать</i> основные фундаментальные разделы физики и радиофизики</p> <p><i>Уметь</i> анализировать современное состояние науки в области физики и радиофизики</p> <p><i>Владеть</i> навыками использования фундаментальных знаний при решении практических задач</p>	<i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i>
	ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты.	<p><i>Знать</i> физические аспекты теории и ее практическое применение</p> <p><i>Уметь</i> анализировать физические аспекты теории и возможности ее использования для решения научно-исследовательских задач</p> <p><i>Владеть</i> навыками использования теории к решению практических задач</p>	

	ОПК-1.3. Имеет практический опыт работы с решением математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.	<p><i>Знать</i> основные методы решения научно-исследовательских задач</p> <p><i>Уметь</i> анализировать и находить подход к решению научно-исследовательской задачи</p> <p><i>Владеть</i> навыками решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности</p>	
--	--	---	--

3. Структура и содержание дисциплины «Встроенные системы реального времени»

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	65
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен	45

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	В том числе																
	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них										Самостоятельная работа обучающегося, часы			
				аудиторная		семинарская		лабораторная		иная		всего					
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное
Тема 1. Общие сведения о системах реального времени и их программном и аппаратном обеспечении.	2					1						1					
Тема 2. Операционные системы реального времени (ОСРВ) для однокристальных микроконтроллеров.	30	6				4			6			2			20		
Тема 3. Операционная система μC/OS-II для микроконтроллеров ф. <i>Advanced RISC Machines, Ltd.</i>	15	6				2						1			15		
Тема 4. Микропроцессоры компании ARM Limited	30	6				5						3			20		
Тема 5. Многопроцессорный параллелизм. Транспьютеры.	20	4				4						1			20		
Тема 6. Микропроцессоры с гарвардской архитектурой и микросистемы на их основе	15	6				4						1			15		
Тема 7. Микросистемы на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и предназначенные для них системы автоматического проектирования (САПР).	30	8							10			3			20		
В т.ч. текущий контроль	2														2		
Промежуточная аттестация - экзамен																	

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 ознакомление и обучение аппаратным и программным средствам систем реального времени, предназначенных для использования в устройствах и системах сбора и обработки данных, при выполнении научно-исследовательских работ, в автоматизированных системах научных исследований (АСНИ), системах управления и кон-

троля. Основная цель – сформировать представление о современных аппаратных и программных средствах систем реального времени и области их применения.

Изучения дисциплины сопровождается лабораторным практикумом, в рамках которого осваиваются две системы автоматического проектирования (САПР), предназначенные для разработки программного обеспечения систем реального времени на персональном компьютере. Таковыми являются Интегрированная среда разработки (IDE) компании IAR Systems для программирования устройств на микроконтроллерах фирмы Texas Instruments и среда Xilinx ISE 14, имеющая средства схемотехнического и высокоуровневого на языке VHDL программирования микросистем на программируемой логике. Целевыми системами являются подключаемые к компьютеру через USB порт платы – одна с микроконтроллером семейства MSP430 ф. Texas Instruments, другая – с микросхемой программируемой логики Spartan 3N ф. Xilinx. Освоение названных САПР и их взаимодействие с целевыми системами происходит под руководством преподавателя.

Обучающиеся должны научиться\пользоваться инструментарием системы автоматического проектирования IDE Embedded Workbench компании IAR Systems и САПР Xilinx ISE 14.

Процедура оценивания знаний реализуется в виде ответа на сформулированные в билетах вопросы, построенные в форме контрольных заданий

На предшествующей итоговому зачету стадии обучающийся должен сдать все лабораторные работы и быть способным ответить на содержащиеся в методических указаниях контрольные вопросы по каждой из лабораторных работ.

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 в процессе выполнения лабораторных работ производится контроль приобретённых знаний. Кроме того каждый студент оформляет отчёт по выполненной работе, в котором содержится объяснение технологии программирования целевой системы с привлечением преподаваемого в лекциях материала.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений .	При решении стандартных задач не про-	Продемонстрированы основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные уме-	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные

	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	демонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	ния. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован 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.

5.2.1 Контрольные вопросы

Примеры контрольных вопросов	Код компетенции (согласно РПД)
1. Основные характеристики встроенных систем как систем реального времени.	УК-1, ОПК-1.
2. Особенности аппаратного и программного обеспечения систем реального времени.	УК-1, ОПК-1.

3. Система прерываний и механизм энергосбережения в микроконтроллерах.	УК-1, ОПК-1.
4. Структура микропроцессоров (МП) с ядрами ARM7TDMI и ARM9TDMI.	УК-1, ОПК-1.
5. Регистровая модель МП с ядрами ARM7TDMI и ARM9TDMI.	УК-1, ОПК-1.
6. Альтернативные регистры, как механизм аппаратной поддержки реального времени: состав и предназначение.	УК-1, ОПК-1.
7. Иерархия памяти.	УК-1, ОПК-1.
8. Механизм виртуальной адресации.	УК-1, ОПК-1.
9. Механизм адресации, реализующий поддержку многозадачности.	УК-1, ОПК-1.
10. Исключительные ситуации (исключения) и режимы работы МП с ядрами ARM7TDMI и ARM9TDMI.	УК-1, ОПК-1.
11. Последовательность действий при обработке исключительных ситуаций (запросов прерывания, в частности).	УК-1, ОПК-1.
12. Структура микроконтроллера для коммуникационных приложений	УК-1, ОПК-1.
13. Особенности гарвардской архитектуры. Структура шин адреса и данных цифрового процессора сигналов семейства ADSP 21xx.	УК-1, ОПК-1.
14. Ядро ЦПС семейства ADSP 21xx. Структура и функциональные блоки ADSP 21xx.	УК-1, ОПК-1.
15. Устройство управления последовательностью выборки команд (Program Sequencer): назначение, состав принцип работы.	УК-1, ОПК-1.
16. Устройства генерации адресов памяти данных (DAG1 и DAG2): регистры устройств, режимы (способы) адресации данных.	УК-1, ОПК-1.
17. Арифметическо-логическое устройство (ALU) ЦПС семейства ADSP 21xx.	УК-1, ОПК-1.
18. Умножитель-аккумулятор (MAC) ЦПС семейства ADSP 21xx.	УК-1, ОПК-1.
19. Альтернативные регистры и их предназначение.	УК-1, ОПК-1.
20. Набор и формат команд ЦПС семейства ADSP 21xx.	УК-1, ОПК-1.
21. Система прерывания ЦПС семейства ADSP 21xx.	УК-1, ОПК-1.
22. ЦПС семейства ADSP 2106x с архитектурой SHARC. Структура шин адреса и данных.	УК-1, ОПК-1.
23. Особенности подсистемы ввода/вывода, механизм обмена данными с устройствами ввода/вывода ЦПС семейства ADSP 2106x.	УК-1, ОПК-1.
24. Способы построения многопроцессорных систем на базе ADSP 2106x.	УК-1, ОПК-1.
25. Разновидности архитектурного построения программного обеспечения встроенных систем.	УК-1, ОПК-1.
26. Задача (задание, <i>task</i>) – основной строительный элемент операционной системы реального времени .	УК-1, ОПК-1.
27. Состояния задачи – исполняемая, готовая к исполнению и блокированная задачи. Последовательность перехода задания из одного состояния в другое и причинно-следственная связь между состояниями задачи.	УК-1, ОПК-1.
28. Планирование заданий. Основные подходы и факторы, учитываемые при планировании заданий.	УК-1, ОПК-1.
29. Контекст задания и его роль при переключении заданий.	УК-1, ОПК-1.
30. Разделение данных между заданиями. Семафоры и разделяемые данные.	УК-1, ОПК-1.
31. Очереди сообщений, почта и нити (каналы). Очереди сообщений, почта и нити (каналы) как средства связи и обмена данными между задачами и их основные характеристики. Использование указателей при работе с очередями.	УК-1, ОПК-1.
32. Функции таймера Отслеживание текущего времени, установка и измерение временных интервалов, таймаутов, задержек. Примеры использования таймеров.	УК-1, ОПК-1.
33. События, флаги событий. Флаги событий как средство оповещения зада-	УК-1, ОПК-1.

ний о происходящих в системе процессах. Флаги в роли передаваемых заданиям сигналов.	
34. Управление памятью. Функции ОСПВ для создания и освобождения буферов в памяти.	УК-1, ОПК-1.
35. Пулы буферов и функции для работы с ними. Примеры использования буферов фиксированного размера при межзадачном взаимодействии и при взаимодействии задач с процедурами обработки прерываний.	УК-1, ОПК-1.
36. Процедуры обработки прерываний и окружение ОСПВ. Правила построения процедур обработки прерываний в среде ОСПВ. Специфика работы с вложенными прерываниями.	УК-1, ОПК-1.

5.2.2. Лабораторная работа

Лабораторная работа	Код компетенции (согласно РПД)
1. Синтез и реализация цифрового фильтра на ПЛИС (Разработка кода конфигурации ПЛИС на языке VHDL в среде Xilinx ISE 14)	УК-1, ОПК-1.

5.2.3 Типовые контрольные задания

Примеры типовых контрольных заданий	Код компетенции (согласно РПД)
1. Система прерываний и механизм энергосбережения в микроконтроллерах.	УК-1, ОПК-1.
2. Планирование заданий. Основные подходы и факторы, учитываемые при планировании заданий.	УК-1, ОПК-1.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Встроенные системы реального времени»

а) Основная литература:

1. Шкелев Е.И. Аппаратные средства вычислительной техники: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2011. – 222 с.
2. Шкелев Е.И. Электронные цифровые системы и микропроцессоры: Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2004. – 153 с.
3. Знакомство с микроконтроллером серии MSP430 / Составители: Шкелёв Е.И., Калинин В.А., Пархачёв В.В. – Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 28с.
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.
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.
6. Синтез и реализация цифрового ЦНП-фильтра на ПЛИС: Методические указания к лабораторной работе / Сост. Е.И. Шкелёв, В.Н. Бугров, В.В. Артемьев. – Нижний Новгород: кафедра радиотехники ННГУ (электронный вариант), 2015 - 36 с. (на кафедре радиотехники).
7. Электронная версия руководства пользователя (оригинал) ug331.pdf (на кафедре радиотехники).

8. Электронная версия технических условий (оригинал) ds557.pdf (на кафедре радиотехники).
9. Электронная версия руководства пользователя (оригинал) ug334.pdf(на кафедре радиотехники).
10. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы.-М.: Радио и связь 1997.
11. Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003.
12. Айфичер Э. Барри Дж.. Цифровая обработка сигналов: практический подход. 2-е изд. пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004, 699-711с.
13. Транспьютеры. Архитектура и программное обеспечение: Пер. с англ./ Под. ред. Г.Харпа. - М.: Радио и связь, 1993.
14. Кун С. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. - М.: Мир,1991.
15. Ульман Дж. Вычислительные аспекты СБИС: Пер с англ. / Под ред. П.П.Пархоменко. - М.: Радио и связь, 1990.
16. Сверхбольшие интегральные схемы и современная обработка сигналов: Пер. с англ. / Под ред. С. Гуна, Х. Уайтхауса, Т. Кайлата. / – М.: Радио и связь, 1989.

б) Дополнительная литература:

1. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. Изд.3. перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с.
2. Марк Минаси. Модернизация и обслуживание ПК – Киев “Век+”, Москва “Энтроп”, 1999 г.
3. Куприянов М.С., Мартынов О.Е., Панфилов Д.И. Коммуникационные контроллеры фирмы Motorola. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001ю – 560 с.
4. Евстафьев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы ATMEL – 2-е изд., стер. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2004. – 288 с. (Серия «Мировая электроника»)
5. Применение микропроцессорных средств в системах передачи информации: Учеб. пособие для вузов/ В.Я. Светов, О.И. Кутузов, Ю.А. Головин, Ю.В. Светов. - М.: Высш. шк., 1987.
6. Фрэнк Дж. Солтис. Основы AS/400. Пер. с англ. - М.: Издательский отдел «Русская Редакция» ТОО «Channel Trading Ltd.». - 1998.
7. Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов / Е.К.Александров, Р.И. Грушвицкий, М.С. Куприянов, О.Е. Мартынов, Д.И. Панфилов, Т.В. Рамизевич, Ю.С. Татаринов, Е.П. Угрюмов, И.И. Шагурин; Под общ. ред. Д.В. Пузанкова. – СПб.: Политехника, 2002. – 935 с.
8. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Рафикузаман М. Микропроцессоры и машинное проектирование микропроцессорных систем: В 2-х кн. Кн. 1. Пер с англ. - М.: Мир, 1988.
10. Лю Ю-Чжен, Гибсон Г. Микропроцессоры семейства 8086/8088. Архитектура, программирование и проектирование микропроцессорных систем: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1987.
11. Морс П., Алберт Д.Д. Архитектура процессора 80286. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1990.
12. Электроника СБИС. Проектирование микроструктур: Пер. с англ./Под ред. Н. Айнспрука. - Мир, 1989.

в) Программное обеспечение и Интернет ресурсы:

1. Интегрированная среда разработки (IDE) компании IAR Systems.
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, Project Navigator Release Version: P.15xf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Кроме того, используются два лабораторных комплекса. Один – из 8-ми рабочих мест с интегрированной в персональный компьютер средой разработки (IDE) Embedded Workbench компании IAR Systems 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 и подключенной к компьютеру целевой системой на базе ПЛИС XC3S700AN.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки **02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»** (магистратура) (утвержден приказом ректора ННГУ 178-ОД от 13.04.2020)

Автор (ы): д.ф.-м.н., профессор Шкелев Е.И.

Рецензент (ы) к.ф.-м.н., доцент Менсов С.Н.

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.