

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Гаурский

ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Цифровые устройства Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ситников С.Ю.

Рецензент(ы):

Ситников Ю.К.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6142718

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Ситников С.Ю. , ssitnikov@mail.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины (модуля) Применение цифровых сигнальных процессоров - подготовка студентов к работе со специализированными средствами цифровой обработки сигналов: освоение базовых алгоритмов ЦОС, особенностей архитектуры и системы команд цифровых сигнальных процессоров, их характеристик и областей применения.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Курс предназначен для студентов 4 курса, 8 семестр

Б1.В.ДВ.17 Профессиональный цикл

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ основ радиоэлектроники, цифровой электроники, информатики, микропроцессорных систем .

Она формирует профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные методы радиофизических измерений
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы работы, возможности и области применения цифровых сигнальных процессоров; иметь представление об основных алгоритмах и методах цифровой обработки сигналов.

2. должен уметь:

ориентироваться в выборе сигнальных процессоров при решении конкретных задач обработки данных в реальном времени.

3. должен владеть:

навыками разработки приложений с использованием пакетов IAR Embedded Workbench, AVRStudio5, VisualDSP++.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к самостоятельным разработкам на основе процессоров ЦОС.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение Сигнальные микропроцессоры, области применения, архитектура (гарвардская, супергарвардская) Лаборатория. Учебные модули EVK1100, AS-Sam7X.	7	1-2	0	0	4	Устный опрос
2.	Тема 2. Сигналы и системы Сигналы и их представление. Преобразование сигналов. Линейные системы, их описание. Лаборатория. Учебные модули ADDS-BF-533-EZLITE, программаторы, цифровые осциллографы.	7	3-4	0	0	4	Коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Основные методы ЦОС Цифровые фильтры. БИХ, КИХ -фильтры. Методы синтеза фильтров. Дискретное преобразование Фурье, вэйвлет преобразование, применение в цифровой обработке сигналов. Лаборатория. Задание 1. Управление вводом/выводом сигнала	7	5-7	0	0	6	Коллоквиум
4.	Тема 4. Процессоры ЦОС Свойства сигнальных процессоров и особенности архитектуры. Компромиссы, параллелизм, конвейеризация. Параллельные и последовательные структуры. Быстрые алгоритмы. Круговая буферизация. Лаборатория. Задание 2. МАС- операции. Сглаживание скользящим средним	7	8-9	0	0	4	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Функциональные блоки сигнальных процессоров Умножители; умножители-аккумуляторы; арифметико-логические блоки; параллельные сдвигатели: управление форматом данных; адресный генератор; формирователи потока команд; структура памяти. Лаборатория. Задание 3. MAC- операции. БИХ фильтр 2-го прорядка.	8	1-3	0	0	6	Тестирование
6.	Тема 6. Система команд Сигнальные микропроцессоры ADSP21xx и ADSP21xxx: введение, системная конфигурация, архитектура, система команд. Лаборатория. Задание 4.Круговая буферизация. КИХ фильтр.	8	4-6	0	0	6	Тестирование
7.	Тема 7. Применение процессоров ЦОС Разработка прикладных программ для сигнальных процессоров; средства и подходы. Применение сигнальных процессоров. Цифровое детектирование; цифровое гетеродинирование, децимация и интерполяция. Мультипроцессорные системы. Лаборатория. Задание 5. Полосовой фильтр.	8	7-9	0	0	6	Тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение Сигнальные микропроцессоры, области применения, архитектура (гарвардская, супергарвардская) Лаборатория. Учебные модули EVK1100, AS-Sam7X. **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Архитектура сигнальных процессоров (Гарвардская, супер гарвардская) и их применение. Изучение лабораторных установок: стартовых модулей EVK1100 (AVR32), AS-sam7x (ARM), среды разработки AVRStudio6 и цифровых осциллографов GDS2202, GDS2204.

Тема 2. Сигналы и системы Сигналы и их представление. Преобразование сигналов. Линейные системы, их описание. Лаборатория. Учебные модули ADDS-BF-533-EZLITE, программаторы, цифровые осциллографы.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Сигналы и системы Сигналы и их представление. Преобразование сигналов. Линейные системы, их описание. Лабораторная установка для изучения сигнальных процессоров типа Blackfin: модуль ADDS-BF-533-EZLITE, цифровые осциллографы.

Тема 3. Основные методы ЦОС Цифровые фильтры. БИХ, КИХ -фильтры. Методы синтеза фильтров. Дискретное преобразование Фурье, вэйвлет преобразование, применение в цифровой обработке сигналов. Лаборатория. Задание 1. Управление вводом/выводом сигнала

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Основные методы ЦОС Цифровые фильтры. БИХ, КИХ -фильтры. Методы синтеза фильтров. Дискретное преобразование Фурье, вэйвлет преобразование, применение в цифровой обработке сигналов. Освоение среды программирования VisualDSP++ Задание 1. Управление вводом/выводом сигнала / приложение на ассемблере

Тема 4. Процессоры ЦОС Свойства сигнальных процессоров и особенности архитектуры. Компромиссы, параллелизм, конвейеризация. Параллельные и последовательные структуры. Быстрые алгоритмы. Круговая буферизация. Лаборатория. Задание 2. MAC- операции. Сглаживание скользящим средним

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Процессоры ЦОС Свойства сигнальных процессоров и особенности архитектуры. Компромиссы, параллелизм, конвейеризация. Параллельные и последовательные структуры. Быстрые алгоритмы. Круговая буферизация. Лаборатория. Задание 2. MAC- операции. Сглаживание скользящим средним / приложение на Си

Тема 5. Функциональные блоки сигнальных процессоров Умножители; умножители-аккумуляторы; арифметико-логические блоки; параллельные сдвигатели: управление форматом данных; адресный генератор; формирователи потока команд; структура памяти. Лаборатория. Задание 3. MAC- операции. БИХ фильтр 2-го порядка.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Функциональные блоки сигнальных процессоров Умножители; умножители-аккумуляторы; арифметико-логические блоки; параллельные сдвигатели: управление форматом данных; адресный генератор; формирователи потока команд; структура памяти. Лаборатория. Задание 3. MAC- операции. БИХ фильтр 2-го порядка / приложение на Си + ассемблер

Тема 6. Система команд Сигнальные микропроцессоры ADSP21xx и ADSP21xxx: введение, системная конфигурация, архитектура, система команд. Лаборатория. Задание 4.Круговая буферизация. КИХ фильтр.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Система команд Сигнальные микропроцессоры ADSP21xx и ADSP21xxx: введение, системная конфигурация, архитектура, система команд. Лаборатория. Задание 4.Круговая буферизация. КИХ фильтр / приложение на Си + ассемблер

Тема 7. Применение процессоров ЦОС Разработка прикладных программ для сигнальных процессоров; средства и подходы. Применение сигнальных процессоров. Цифровое детектирование; цифровое гетеродинирование, децимация и интерполяция. Мультипроцессорные системы. Лаборатория. Задание 5. Полосовой фильтр.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Применение процессоров ЦОС Разработка прикладных программ для сигнальных процессоров; средства и подходы. Применение сигнальных процессоров. Цифровое детектирование; цифровое гетеродинирование, децимация и интерполяция. Мультипроцессорные системы. Лаборатория. Задание 5. Полосовой фильтр / приложение на Си

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение Сигнальные микропроцессоры, области применения, архитектура (гарвардская, супергарвардская) Лаборатория. Учебные модули EVK1100, AS-Sam7X.	7	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Сигналы и системы Сигналы и их представление. Преобразование сигналов. Линейные системы, их описание. Лаборатория. Учебные модули ADDS-BF-533-EZLITE, программаторы, цифровые осциллографы.	7	3-4	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Основные методы ЦОС Цифровые фильтры. БИХ, КИХ -фильтры. Методы синтеза фильтров. Дискретное преобразование Фурье, вэйвлет преобразование, применение в цифровой обработке сигналов. Лаборатория. Задание 1. Управление вводом/выводом сигнала	7	5-7	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
4.	Тема 4. Процессоры ЦОС Свойства сигнальных процессоров и особенности архитектуры. Компромиссы, параллелизм, конвейеризация. Параллельные и последовательные структуры. Быстрые алгоритмы. Круговая буферизация. Лаборатория. Задание 2. MAC- операции. Сглаживание скользящим средним	7	8-9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Функциональные блоки сигнальных процессоров Умножители; умножители-аккумуляторы; арифметико-логические блоки; параллельные сдвигатели: управление форматом данных; адресный генератор; формирователи потока команд; структура памяти. Лаборатория. Задание 3. MAC- операции. БИХ фильтр 2-го порядка.	8	1-3	подготовка к тестированию	6	тестирование
6.	Тема 6. Система команд Сигнальные микропроцессоры ADSP21xx и ADSP21xxx: введение, системная конфигурация, архитектура, система команд. Лаборатория. Задание 4.Круговая буферизация. КИХ фильтр.	8	4-6	подготовка к тестированию	6	тестирование
7.	Тема 7. Применение процессоров ЦОС Разработка прикладных программ для сигнальных процессоров; средства и подходы. Применение сигнальных процессоров. Цифровое детектирование; цифровое гетеродинирование, децимация и интерполяция. Мультипроцессорные системы. Лаборатория. Задание 5. Полосовой фильтр.	8	7-9	подготовка к тестированию	6	тестирование
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение Сигнальные микропроцессоры, области применения, архитектура (гарвардская, супергарвардская) Лаборатория. Учебные модули EVK1100, AS-Sam7X.

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности архитектуры сигнальных процессоров (Гарвардская, супер гарвардская) и их применение. Лабораторные установки на процессорах AVR32 и ARM, AS-sam7x (ARM), среда разработки AVRStudio6, цифровые осциллографы GDS2202, GDS2204.

Тема 2. Сигналы и системы Сигналы и их представление. Преобразование сигналов. Линейные системы, их описание. Лаборатория. Учебные модули ADDS-BF-533-EZLITE, программаторы, цифровые осциллографы.

коллоквиум , примерные вопросы:

Сигналы и системы. Сигналы и их представление. Преобразование сигналов. Линейные системы, их описание. Сигнальные процессоры от Analog Devices, тип Blackfin: модуль ADDS-BF-533-EZLITE, цифровые осциллографы.

Тема 3. Основные методы ЦОС Цифровые фильтры. БИХ, КИХ -фильтры. Методы синтеза фильтров. Дискретное преобразование Фурье, вэйвлет преобразование, применение в цифровой обработке сигналов. Лаборатория. Задание 1. Управление вводом/выводом сигнала

коллоквиум , примерные вопросы:

Основные методы ЦОС Цифровые фильтры. БИХ, КИХ -фильтры. Методы синтеза фильтров. Дискретное преобразование Фурье, вэйвлет преобразование, применение в цифровой обработке сигналов. Среды программирования VisualDSP++ , создание проекта. Задание 1. Управление вводом/выводом сигнала / приложение на ассемблере

Тема 4. Процессоры ЦОС Свойства сигнальных процессоров и особенности архитектуры. Компромиссы, параллелизм, конвейеризация. Параллельные и последовательные структуры. Быстрые алгоритмы. Круговая буферизация. Лаборатория. Задание 2. MAC-операции. Сглаживание скользящим средним

устный опрос , примерные вопросы:

Процессоры ЦОС Свойства сигнальных процессоров и особенности архитектуры. Компромиссы, параллелизм, конвейеризация. Параллельные и последовательные структуры. Быстрые алгоритмы. Круговая буферизация. Задание 2. MAC- операции. Сглаживание скользящим средним / приложение на Си

Тема 5. Функциональные блоки сигнальных процессоров Умножители; умножители-аккумуляторы; арифметико-логические блоки; параллельные сдвигатели: управление форматом данных; адресный генератор; формирователи потока команд; структура памяти. Лаборатория. Задание 3. MAC- операции. БИХ фильтр 2-го прорядка.

тестирование , примерные вопросы:

Функциональные блоки сигнальных процессоров Умножители; умножители-аккумуляторы; арифметико-логические блоки; параллельные сдвигатели: управление форматом данных; адресный генератор; формирователи потока команд; структура памяти. Задание 3. MAC-операции. БИХ фильтр 2-го прорядка / приложение на Си + ассемблер

Тема 6. Система команд Сигнальные микропроцессоры ADSP21xx и ADSP21xxx: введение, системная конфигурация, архитектура, система команд. Лаборатория. Задание 4.Круговая буферизация. КИХ фильтр.

тестирование , примерные вопросы:

Система команд Сигнальные микропроцессоры ADSP21xx и ADSP21xxx: введение, системная конфигурация, архитектура, система команд. Задание 4.Круговая буферизация. КИХ фильтр / приложение на Си + ассемблер

Тема 7. Применение процессоров ЦОС Разработка прикладных программ для сигнальных процессоров; средства и подходы. Применение сигнальных процессоров. Цифровое детектирование; цифровое гетеродинирование, децимация и интерполяция. Мультипроцессорные системы. Лаборатория. Задание 5. Полосовой фильтр.

тестирование , примерные вопросы:

Применение процессоров ЦОС Разработка прикладных программ для сигнальных процессоров; средства и подходы. Применение сигнальных процессоров. Цифровое детектирование; цифровое гетеродинирование, децимация и интерполяция. Мультипроцессорные системы. Задание 5. Полосовой фильтр / приложение на Си

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ И ЗАЧЕТУ

1. Классификация цифровых сигнальных процессоров, однокристалльные DSP, решающие среды. Направления развития.
2. Сигналы, их представление, линейные системы.
3. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Цифровые фильтры.
4. Преобразование Фурье, Wavelet-преобразование.
5. Архитектура DSP. Организация памяти, интерфейс.
6. Умножители-аккумуляторы, предотвращение переполнения.
7. Арифметико-логические устройства.
8. Масштабирование формата, сдвигатели.
9. Адресные генераторы, особенности, бит-реверсирование.
10. Формирователь последовательности команд.
11. Архитектура и система команд ADSP2100.
12. Области применения DSP, основные элементы DSP систем.

7.1. Основная литература:

Цифровые устройства и микропроцессоры, Нарышкин, Александр Кириллович, 2006г.

1. А. Оппенгейм, Р. Шафер. Цифровая обработка сигналов, 2-е изд. Москва: Техносфера, 2007. -856с.
2. Гумеров Р.И. Цифровые сигнальные процессоры: сигналы, архитектура, основные элементы. Учебно-методическое пособие. Казань.: Казанский государственный университет, 2009. - 68с.
3. А.И. Солонина, Д.А. Улахович, Л.А. Яковлев. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов: Учеб. пособие для студентов, СПб.: БХВ-Петербург, 2002.?454с.: ил. Библиогр.: с.442-444. Предм. указ.: с.445-454. ISBN 5-94157-065-1.
4. Основы цифровой обработки сигналов : Курс лекций : Учеб. пособие по специальности 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / [А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов и др.] .? СПб. : БХВ-Петербург, 2003 .? 594с. : ил .? (Учеб. пособие) .? Библиогр.: с.585-588 .? Предм. указ.: с.589-594 .? ISBN 5-94157-388-X.

7.2. Дополнительная литература:

1. В.И. Петько, В.Е.Куконин, Н.Б. Шихов. Цифровая фильтрация и обработка сигналов. Минск, "Універсіцецкае", 1995. связь, 1989.-256 с

2. Richrd J. Higgins. Digital Signal Processing in VLSI. Prentice-Hall, USA, 1990.
3. Редькин П.П. Микроконтроллеры Atmel архитектуры AVR32 семейства AT32UC3. Руководство пользователя. - Москва: Техносфера, 2010.-784 с.
4. Редькин П.П. 32/16 - битные микроконтроллеры ARM7 семейства AT91SAM7 фирмы Atmel. Руководство пользователя. - М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2008.-704с.
5. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М., Мир, 1990.

7.3. Интернет-ресурсы:

VisualDSP++5.0 Руководство -

http://www.analog.com/static/imported-files/software_modules/VDSP5.0-GettingStartedGuideRev3.0.pdf

Процессоры Blackfin. Руководство -

http://www.analog.com/static/imported-files/processor_manuals/bf533_hwr_Rev3.4.pdf

Процессоры Sharc (ADSP21162). Руководство - http://www.kit-e.ru/articles/dsp/2000_08_4.php

Процессоры TigerSharc. Руководство -

http://www.analog.com/static/imported-files/processor_manuals/396096833ts201_hwr.pdf

Среда разработки. VisualDSP++5. Начало. -

http://www.analog.com/static/imported-files/software_manuals/719705850_ug.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Цифровые устройства" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Стартовые наборы для изучения 32-х разрядных цифровых сигнальных процессоров (DSP) от Analog Devices:

- отладочный комплект с USB интерфейсом на базе цифрового сигнального процессора фирмы ANALOG DEVICES ADSP-BF533 (Blackfin), с аудио кодеком 96кГц, а также видео кодером и декодером и с 16 МБ памятью, источником питания. В качестве среды разработки - VisualDSP++ (входит в комплект);

- отладочный комплект ADDS-TS201S EZLITE на базе цифрового сигнального процессора фирмы ANALOG DEVICES ADSP TS201 (TigerSharc), с аудио кодеком 96кГц, а также видео кодером и декодером, источником питания и пр. Среда разработки - VisualDSP++ (входит в комплект);

- отладочный комплект ADSP-21160 MKBZ 80, с возможностью внутрикристального программирования, имеющий стандартные интерфейсы USB и аналоговые выходы/выводы;

- компьютеры для разработки прикладных программ практикума в среде VisualDSP++;

- осциллографы цифровые GDS-2204 (двухлучевой, с полосой до 200 МГц), предназначены для контроля цифровых и аналоговых сигналов на модулях DSP.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Телекоммуникационные системы и информационные технологии .

Автор(ы):

Ситников С.Ю. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Ситников Ю.К. _____

"__" _____ 201__ г.