

Специальность 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»
РПД Б1.О.15 «Основы теории сигналов»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске
д-р техн. наук, профессор
А.С. Федулов
«12» октября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИГНАЛОВ

(наименование дисциплины)

Специальность: 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»

Уровень высшего образования: специалитет

Нормативный срок обучения: 5,5 лет

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Смоленск

Специальность 12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»

РПД Б1.О.15 «Основы теории сигналов»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

Программу составил:

Профессор кафедры

«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент

подпись

Бобков Владимир Иванович

ФИО

«28» сентября 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«29» сентября 2021 года № 1

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«08» сентября 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами

подпись

Зуева Елена Владимировна

ФИО

«08» сентября 2021 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы теории сигналов» относится к обязательной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.06 «Информационные технологии».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.	ОПК-3.1 Применяет методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных	Знает: Как применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных при дискретизации сигналов. Умеет: Применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных при дискретизации сигналов. Владеет: Методами применения методов поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных при дискретизации сигналов.
	ОПК-3.2 Соблюдает основные требования информационной безопасности	Знает: Как соблюдать основные требования информационной безопасности при дискретизации сигналов. Умеет: Соблюдать основные требования информационной безопасности при дискретизации сигналов. Владеет: Методами соблюдения основных требований информационной безопасности сигналов.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 17 шт. по 2 часа (34 час.):</p> <p>1.1. Линейные пространства. Основные понятия. Линейная зависимость, независимость элементов линейного пространства.</p> <p>1.2. Базис, координаты, размерность в линейном пространстве.</p> <p>1.3. Преобразование координат при преобразовании базиса конечномерного линейного пространства.</p> <p>1.4. Изоморфизм линейных пространств. Подпространства линейных пространств.</p> <p>1.5. Линейные операторы. Основные понятия и свойства.</p> <p>1.6. Матричная запись линейных операторов.</p> <p>1.7. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.</p> <p>1.8. Евклидовы пространства. Основные метрические понятия. Теорема Пифагора и её обобщение.</p> <p>1.9. Ортогональный базис. Ряды Фурье.</p> <p>1.10. Тригонометрический ряд Фурье и его свойства.</p> <p>1.11. Периодические процессы и их описание. Простая гармоника, амплитуда, частота, начальная фаза.</p> <p>1.12. Разложение в тригонометрический ряд Фурье чётных и нечётных функций.</p> <p>1.13. Представление непериодической функции рядом Фурье.</p> <p>1.14. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье.</p> <p>1.15. Преобразование Фурье.</p> <p>1.16. Косинус- и синус- преобразования Фурье.</p> <p>1.17. Свойства преобразования Фурье. Приложения преобразования Фурье.</p>
2	<p>лабораторные работы 8 шт. по 4 часа (34 час.):</p> <p>2.1. Исследование математических моделей детерминированных сигналов.</p> <p>2.2. Исследование корреляционных характеристик детерминированных сигналов.</p> <p>2.3. Исследование спектральных характеристик дискретных детерминированных сигналов.</p> <p>2.4. Исследование явления неоднозначности представления сигнала в частотной области.</p> <p>2.5. Исследование изменений спектров дискретных детерминированных сигналов при понижении частоты дискретизации. Повышение частоты дискретизации.</p> <p>2.6. Исследование изменений спектров дискретных детерминированных сигналов при повышении частоты дискретизации.</p> <p>2.7. Исследование параметров и характеристик дискретных случайных сигналов.</p> <p>2.8. Исследование корреляционных и спектральных характеристик дискретных случайных сигналов.</p>
3	<p>Практические занятия 8 шт. по 2 часа (16 час.):</p> <p>1. Линейные пространства. Линейная зависимость векторов линейного пространства.</p> <p>2. Размерность линейного пространства. Базис. Координаты.</p> <p>3. Матрица перехода от одного базиса к другому. Линейный оператор.</p> <p>4. Преобразование матрицы оператора при переходе к новому базису.</p> <p>5. Действия над линейными операторами. Образ и ядро линейного оператора.</p> <p>6. Собственные векторы и собственные числа линейного оператора</p> <p>7. Теорема Дирихле.</p> <p>8. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода.</p>
4	<p>самостоятельная работа студентов: час.</p>

4.1. Изучение материалов лекций	46
4.2. Подготовка к лабораторным работам	30
4.3. Подготовка к практическим занятиям	20
Всего:	96
3.5. Подготовка к экзамену	36

Текущий контроль: Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
3.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
4.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине - экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Линейные пространства. Основные понятия.
2. Линейная зависимость, независимость элементов линейного пространства.
3. Базис, координаты, размерность в линейном пространстве.
4. Преобразование координат при преобразовании базиса конечномерного линейного пространства.
5. Изоморфизм линейных пространств.
6. Подпространства линейных пространств.
7. Линейные операторы. Основные понятия и свойства.
8. Матричная запись линейных операторов.
9. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.
10. Евклидовы пространства.
11. Основные метрические понятия. Теорема Пифагора и её обобщение.
12. Ортогональный базис.
13. Ряды Фурье.

14. Тригонометрический ряд Фурье и его свойства.
15. Периодические процессы и их описание. Простая гармоника, амплитуда, частота, начальная фаза.
16. Разложение в тригонометрический ряд Фурье чётных и нечётных функций.
17. Представление непериодической функции рядом Фурье.
18. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье.
19. Преобразование Фурье.
20. Косинус- и синус- преобразования Фурье.
21. Свойства преобразования Фурье.
22. Приложения преобразования Фурье.

Примерный вариант экзаменационного билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 Кафедра ЭиМТ Дисциплина: Основы теории сигналов Специальность ПЭ, ОЭС, ОЭП, 3 семестр	Утверждаю Зав. кафедрой
<ol style="list-style-type: none"> 1. Преобразование координат при преобразовании базиса конечно-мерного линейного пространства. 2. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье. 		

Типовые задачи

1. Рассчитать и построить графики АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретной ПППВИ с параметрами: амплитуда 1 В; длительность импульса 0,02 мс; частота следования импульсов 10 кГц; начальная задержка 0,01 мс.
2. Построить АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретной ПППРИ с параметрами: амплитуда $U_m = 100$ мВ; длительность импульса $\tau_i = 100$ мкс; частота следования импульсов $F = 1$ кГц; начальная задержка импульсов равна нулю; несущая частота $f_0 = 250$ МГц; начальная фаза равна нулю. Определить требуемую полосу пропускания Δf приемного устройства.
3. Вычислить и построить графики АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретного прямоугольного видеоимпульса с параметрами: амплитуда 4 В; длительность импульса 2,5 мкс; начальная задержка 5 мкс.
4. Построить АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретного ПРИ с параметрами: амплитуда $U_m = 4$ В; длительность импульса $\tau_i = 2,5$ мкс; начальная задержка импульса равна нулю; несущая частота $f_0 = 0,8$ МГц; начальная фаза равна нулю. Определить требуемую полосу пропускания Δf приемного устройства.
5. Рассчитать и построить АЧС и ФЧС однотонового дискретного амплитудно-модулированного сигнала, заданного математической моделью: $u_{ам}(t) = U_m [1 + 0,25 \cdot \cos(10^2 \cdot t + 30^\circ)] \cdot \cos(10^5 \cdot t + 60^\circ)$. Определить эффективную ширину спектра сигнала.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пя-

тибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором (

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение: Matlab, MathCad, Micro-Cap.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов / А.Б.Сергиенко .— М. : ПИТЕР, 2002 .— 603 с. : ил. — ISBN 5-318-00666-3 : 104.40.
2. Васюков, Василий Николаевич.Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в системах подвижной радиосвязи : Учеб. / В.Н.Васюков .— Новосибирск : Издат.НГТУ, 2003 .— 287[1]с. : ил. — (Учебники НГТУ) .— ISBN 5-7782-0314-4 : 194-40.
3. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие для студ. по "Телекоммуникации" / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьёва .— 2-е изд. — СПб : БХВ-Петербург, 2005 .— 753 с. : ил. — ISBN 5-94157-604-8 : 201.00.

4. Магазинникова, Анна Леонидовна. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. Л. Магазинникова .— 2-е изд., испр .— СПб. [и др.] : ЛАНЬ, 2016 .— 128, [4] с. : ил .— (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. 127-128 .— ISBN 978-5-8114-2175-6 : 400-40.

Дополнительная литература.

1. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов по направлению 210300 "Радиотехника" / А.Б.Сергиенко .— 3-е., изд. — СПб : БХВ-Петербург, 2011 .— 756 с. : ил. — (Учебная литература для вузов) .— ISBN 978-5-9775-0606-9 : 473.00.
2. Якименко И.В., Сапроненкова Е.А., Бобков В.И. Методические указания к практическим и лабораторным занятиям по курсу «Методы математического моделирования в электронике»/ Якименко И.В., Сапроненкова Е.А., Бобков В.И.; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Кафедра электроники и микропроцессорной техники. – Смоленск: [б. и.], 2021. – 30 с.
3. Смит, Стивен. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников : пер. с англ. / С. Смит .— М. : "Додэка-XXI", 2008 .— 718с. : ил.+CD-ROM .— (Схемотехника) .— ISBN 978-5-94120-145-7 : 762.00
4. Пономарев, А.В. Основы теории двумерной цифровой обработки сигналов в базисах Фурье с варьируемыми параметрами / А.В. Пономарев // Цифровая обработка сигналов .— 1999-2019. — 2019 .— №2 .— С.12-20 .— ISSN 1684-2634.

Список авторских методических разработок.

1. Комплект лекций, в формате мультимедийных презентаций, расположен на сайте кафедры: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL
<https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53Rtmq1VFR0Q7wEmtNifEqD;>
2. Задания на лабораторные работы расположен на сайте кафедры:
https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL
<https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53Rtmq1VFR0Q7wEmtNifEqD;>
3. Вопросы для подготовке к экзамену расположен на сайте кафедры:
https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL
[https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53Rtmq1VFR0Q7wEmtNifEqD.](https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53Rtmq1VFR0Q7wEmtNifEqD;)

РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ									
Но- мер изме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--