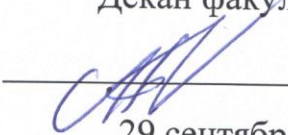


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ФИТКБ

 /А.В.Бредихин/
29 сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математические методы теории сигналов и систем»

Специальность 10.05.02 Информационная безопасность
телекоммуникационных систем

Специализация специализация № 9 "Управление безопасностью
телекоммуникационных систем и сетей"

Квалификация выпускника специалист по защите информации

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

Заведующий кафедрой

Высшей математики и

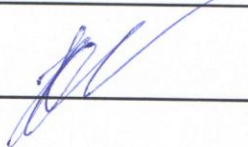
физико-математического

моделирования


И.Л.Батаронов


И.Л.Батаронов

Руководитель ОПОП


К.А.Разинкин

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины формирование у обучающегося владения математическими методами анализа и моделирования сигналов и их преобразования в системах

1.2. Задачи освоения дисциплины

- научить методам использования преобразований Фурье и Лапласа для анализа спектральных свойств сигналов и их преобразований
- научить использованию дискретных преобразований Фурье и Лапласа и Z-преобразования для исследования и описания дискретных сигналов и систем
- научить методам исследования преобразования случайных сигналов в системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы теории сигналов и систем» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математические методы теории сигналов и систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-12 - Способен формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-12	знать основные математические модели, методы спектрального и корреляционного анализа сигналов, спектральные и корреляционные характеристики непрерывных и дискретных детерминированных сигналов;
	уметь рассчитывать спектральные и корреляционные характеристики типовых детерминированных сигналов;
	владеть методами математического моделирования сигналов и их преобразований в системах

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математические методы теории сигналов и систем» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	108	54	54
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Самостоятельная работа	36	18	18
Часы на контроль	72	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	108	108
зач.ед.	6	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Математическое описание сигналов в системах	Математическое описание сигналов. Классификация сигналов. Типы сигналов. Преобразования сигналов. Тестовые сигналы. Системы преобразования сигналов. Линейные системы. Понятие информации. Количественная мера информации. Информационная емкость сигналов.	12	6	6	24
2	Методы описания преобразования сигналов в системах	Единичные импульсы. Разложение сигналов по единичным импульсам. Импульсный отклик линейной системы. Свертка (конволюция) сигналов. Интеграл Дюамеля. Свойства свертки. Системы свертки. Разложение сигналов по гармоническим функциям. Непрерывные преобразования Фурье и Лапласа. Интеграл Фурье. Обобщенный ряд Фурье. Свойства преобразований Фурье. Теорема запаздывания. Преобразование свертки, производной, интеграла, произведения сигналов.	12	6	6	24
3	Энергетические спектры сигналов	Спектры мощности. Равенство Парсеваля. Спектры типовых сигналов. Мощность и энергия сигналов. Энергетические спектры сигналов. Скалярное произведение сигналов. Взаимный энергетический спектр. Ортогональные сигналы. Описание сигналов временными функциями: действительные и комплексные сигналы. Понятие аналитического и сопряженного сигналов: математическая модель, энергия и взаимосвязь их спектров.	12	6	6	24
4	Корреляционные функции сигналов и их преобразование в системах	Корреляционные и ковариационные функции сигналов. Корреляционные функции финитных, периодических, дискретных и кодовых сигналов. Взаимнокорреляционные функции сигналов. Спектральные плотности корреляционных функций. Интервал корреляции сигнала.	12	6	6	24
5	Квантование сигналов и представление квантованных сигналов	Квантование сигналов. Децимация и интерполяция сигналов. Дискретные преобразования Фурье и Лапласа. Быстрое преобразование Фурье. Z-преобразование	12	6	6	24

		сигналов. Свойства z-преобразования. Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа. Аналитическая форма z-образов. Обратное z-преобразование. Дискретная свертка сигналов.				
6	Преобразование случайных сигналов в системах	Случайные процессы. Корреляционные функции процессов. Взаимные моменты случайных процессов. Функции спектральной плотности. Каноническое разложение случайных функций, финитное преобразование Фурье. Спектры функций случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Преобразования случайных функций. Функция когерентности. Модели случайных сигналов и помех.	12	6	6	24
Итого			72	36	36	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

Шестой семестр

1. ИДЗ по теме «Преобразование сигналов в системах»
2. ИДЗ по теме «Энергетический спектр сигналов»

Седьмой семестр

1. ИДЗ по теме «Корреляционные функции сигналов»
2. ИДЗ по теме «Преобразование случайных сигналов в системах»

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-12	знать основные математические модели, методы спектрального и корреляционного анализа сигналов, спектральные и корреляционные характеристики непрерывных и дискретных детерминированных сигналов	Контрольная работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассчитывать спектральные и корреляционные характеристики типовых детерминированных сигналов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть методами математического моделирования сигналов и их преобразований в системах	Индивидуальные домашние задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	--	---------------------------------	---	---

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6, 7 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-12	знать основные математические модели, методы спектрального и корреляционного анализа сигналов, спектральные и корреляционные характеристики непрерывных и дискретных детерминированных сигналов	Теоретический вопрос	Ответ на вопрос на 90- 100%	Ответ на вопрос на 80- 90%	Ответ на вопрос на 70- 80%	В ответе менее 70% раскрытой темы
	уметь рассчитывать спектральные и корреляционные характеристики типовых детерминированных сигналов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами математического моделирования сигналов и их преобразований в системах	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Не предусмотрено методикой оценки

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Найти спектральную плотность сигнала $\frac{t}{t^2 + 4}$

2. Найти энергетический спектр сигнала $e^{-4|t|}$

3. Найти автокорреляционную функцию сигнала $\frac{t}{t^2 + X}$

4. Найти взаимную корреляционную функцию сигналов $\frac{t}{t^2 + X}$, $\frac{t - X}{t^2 + 2}$

5. Найти Z-образ сигнала $\frac{1}{n^2 + 1}$

6. Найти Лаплас-образ сигнала $\frac{t}{t + 2}$

7. Найти свертку сигналов $\frac{t}{t^2 + 4}$, $\frac{1}{t^2 + 1}$

8. Найти спектральную ширину сигнала $e^{-|t|} \sin 2t$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Найти передаточную функцию системы из уравнения
$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{u(\tau) d\tau}{(t - \tau)^2 + 1} = \frac{2}{t^2 + 2t + 5}$$

2. Для входного сигнала $\frac{1}{t^2 + 4}$ и системы с передаточной функцией $\frac{2}{t^2 + 2t + 5}$ построить выходной сигнал

3. Построить сигнал, сопряженный сигналу $\frac{t}{t + 2}$

4. Ортогонализировать сигналы $\frac{t}{t^2 + 4}$, $\frac{1}{t^2 + 1}$

5. Система описывается уравнением $Y'' - a^2 Y = F$. Для случайного входного сигнала $\frac{t}{t^2 + X}$ найти выходной сигнал.

6. На вход интегратора поступает случайный сигнал с ковариационной функцией $e^{-3|t-t'|}$. Определить ковариационную функцию выходного сигнала.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов к экзамену

Разложение сигналов по единичным импульсам. Импульсный отклик линейной системы.

Свертка (конволюция) сигналов. Интеграл Дюамеля. Свойства свертки. Системы свертки.

Разложение сигналов по гармоническим функциям. Обобщенный ряд Фурье.

Непрерывные преобразования Фурье и Лапласа. Интеграл Фурье. Свойства преобразований Фурье. Теорема запаздывания.

Преобразование свертки, производной, интеграла, произведения сигналов.

Спектры мощности. Равенство Парсеваля. Спектры типовых сигналов.

Мощность и энергия сигналов. Энергетические спектры сигналов.

Скалярное произведение сигналов. Взаимный энергетический спектр.

Ортогональные сигналы.

Описание сигналов временными функциями: действительные и комплексные сигналы. Понятие аналитического и сопряженного сигналов: математическая модель, энергия и взаимосвязь их спектров.

Корреляционные и ковариационные функции сигналов. Корреляционные функции финитных, периодических, дискретных и кодовых сигналов. Взаимнокорреляционные функции сигналов.

Спектральные плотности корреляционных функций. Интервал корреляции сигнала. Децимация и интерполяция сигналов.

Дискретные преобразования Фурье и Лапласа. Быстрое преобразование Фурье.

Z-преобразование сигналов. Свойства z-преобразования. Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа.

Аналитическая форма z-образов. Обратное z-преобразование. Дискретная свертка сигналов.

Корреляционные функции процессов. Взаимные моменты случайных процессов.

Функции спектральной плотности.

Каноническое разложение случайных функций, финитное преобразование Фурье.

Спектры функций случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.

Преобразования случайных функций. Функция когерентности.

Модели случайных сигналов и помех.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по аттестационным заданиям, каждое из которых содержит 1 вопрос и 3 задачи. Правильный ответ на вопрос оценивается 5 баллов, каждая задача оценивается в 5 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Математическое описание сигналов в системах	ОПК-12	Контрольная работа, ИДЗ
2	Методы описания преобразования сигналов в системах	ОПК-12	Контрольная работа, ИДЗ
3	Энергетические спектры	ОПК-12	Контрольная работа, ИДЗ

	сигналов		
4	Корреляционные функции сигналов и их преобразование в системах	ОПК-12	Контрольная работа, ИДЗ
5	Квантование сигналов и представление квантованных сигналов	ОПК-12	Контрольная работа, ИДЗ
6	Преобразование случайных сигналов в системах	ОПК-12	Контрольная работа, ИДЗ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контрольная работа осуществляется с использованием выданных заданий на бумажном носителе. Время выполнения 30 мин. Затем осуществляется проверка ответов экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2006. – 719 с.

2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: «Ленанд», 2016. – 528 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

ПО: windows, open office, Acrobat reader

Для выполнения домашних заданий рекомендуется использовать Mathstudio

Современная профессиональная база данных Mathnet.ru, e-library.ru

Информационные справочные системы dist.sernam.ru, Wikipedia

<http://eios.vorstu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1. **Лекции:** специализированное помещение для проведения лекций

9.2. **Практические занятия:** специализированное помещение для проведения практических занятий

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математические методы теории сигналов и систем» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета характеристик сигналов и их преобразования в системах. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.