

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 08.11.2023 10:02:15
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП
Н.А. Семькина


«4» 09.11.2023


Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Математические методы обработки сигналов


Специальность

10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация

Математические методы защиты информации

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель: 

к.ф.-м.н, доцент Куженькин С.Н.

Тверь 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Математические методы обработки сигналов» состоит в изучении основных понятий этой дисциплины, необходимых для освоения ООП и последующей профессиональной деятельности. Задачей освоения дисциплины является приобретение устойчивых навыков работы с изученными понятиями.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математические методы обработки сигналов» входит в вариативную часть ООП.

3. Объём дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

контактная аудиторная работа: лекции – 34 часов, в т.ч. практическая подготовка – 0 часов;

практические занятия – 34 часов, в т.ч. практическая подготовка – 4 часа;

самостоятельная работа: 40 часа.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. _Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.4. _Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
	УК-1.5. Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения
ПК-1. Способен участвовать в теоретических и экспериментальных научно-исследовательских работах по оценке защищенности ин-	ПК-1.1. Разрабатывает методики выполнения аналитических работ
	ПК-1.2. Проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере разработки средств и систем защиты информации

формации в компьютерных системах, составлять научные отчеты, обзоры по результатам выполнения исследований	
--	--

6. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения в 7 семестре – зачет.

7. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции	Практические занятия		
			всего	в т.ч. практическая подготовка	
1. Понятие сигнала, виды сигналов, цели обработки сигналов. Гармонические сигналы. Тригонометрическая система функций, ее ортогональность. Тригонометрические ряды и ряды Фурье.	6	2	2		2
2. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье. Лемма Римана. Сходимость ряда Фурье в точке. Теорема Дирихле.	5	2		1	2
3. Ряд Фурье для произвольного интервала. Разложение сигнала в ряд синусов или косинусов. Равенство Парсеваля. Комплексная запись ряда Фурье.	14	4	4		6
4. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Поведение частичных сумм ряда Фурье в окрестности точки разрыва сигнала. Явление Гиббса.	13	2	4	1	6
5. Понятие интеграла с параметром. Собственные интегралы с параметром. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость по параметру, формула Лейбница. Несобственные интегралы с параметром, равномерная сходимость. Признаки Вейерштрасса и Абеля.	5	3			2
6. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость по параметру. Интеграл Дирихле.	6	2	2		2

7. Интеграл Фурье, обобщенная лемма Римана, представление сигнала интегралом Фурье. Главное значение несобственного интеграла. Комплексная запись интеграла Фурье.	6	2	2		2
8. Преобразование Фурье, обратное преобразование Фурье. Свойства спектральной функции: ограниченность, непрерывность, предел на бесконечности, дифференцируемость, сдвиг по времени, масштабирование, модулирование гармоникой. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала.	11	2	4	1	4
9. Дельта-функция, её свойства, спектральная функция дельта-функции. Спектральные функции постоянного, гармонического, экспоненциального сигналов. Спектральные функции периодического и sinc сигналов.	6	2	2		2
10. База сигнала, принцип неопределенности.	6	2	2		2
11. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг, методы борьбы с алиасингом.	6	2	2		2
12. Спектр дискретного сигнала, появление ложных частот. Дискретное преобразование Фурье, обратное дискретное преобразование Фурье.	8	3	2	1	2
13. Недостатки Фурье-анализа. Оконное преобразование Фурье. Понятие вейвлета. Вейвлетные функции.	6	2	2		2
14. Вейвлет-преобразование, обратное вейвлет-преобразование.	6	2	2		2
15. Ортогональные вейвлеты. Ортогональность вейвлета Хаара.	4	2			2
Итого	108	34	30	4	40

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Понятие сигнала, виды сигналов, цели обработки сигналов. Гармонические сигналы. Тригонометрическая система функций, ее ортогональность. Тригонометрические ряды и ряды Фурье.	лекция практическое	Дискуссионные технологии, дистанционные образовательные технологии, проблемная лекция.

<p>2. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье. Лемма Римана. Сходимость ряда Фурье в точке. Теорема Дирихле.</p>		<p>Дискуссионные технологии, дистанционные образовательные технологии, проблемная лекция, кейс-технология, технология развития креативного мышления</p>
<p>3. Ряд Фурье для произвольного интервала Разложение сигнала в ряд синусов или косинусов. Равенство Парсеваля. Комплексная запись ряда Фурье.</p>	<p>лекция практическое</p>	<p>Дискуссионные технологии, дистанционные образовательные технологии, проблемная лекция, кейс-технология, технология развития креативного мышления</p>
<p>4. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Поведение частичных сумм ряда Фурье в окрестности точки разрыва сигнала. Явление Гиббса.</p>		
<p>5. Понятие интеграла с параметром. Собственные интегралы с параметром. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость по параметру, формула Лейбница. Несобственные интегралы с параметром, равномерная сходимость. Признаки Вейерштрасса и Абеля.</p>		
<p>6. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость по параметру. Интеграл Дирихле.</p>		
<p>7. Интеграл Фурье, обобщенная лемма Римана, представление сигнала интегралом Фурье. Главное значение несобственного интеграла. Комплексная запись интеграла Фурье.</p>		
<p>8. Преобразование Фурье, обратное преобразование Фурье. Свойства спектральной функции: ограниченность, непрерывность, предел на бесконечности, дифференцируемость, сдвиг по времени, масштабирование, модулирование гармоникой. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала.</p>		

9. Дельта-функция, её свойства, спектральная функция дельта-функции. Спектральные функции постоянного, гармонического, экспоненциального сигналов. Спектральные функции периодического и sinc сигналов.	лекция практическое	Дискуссионные технологии, дистанционные образовательные технологии, проблемная лекция, кейс-технология, технология развития креативного мышления
10. База сигнала, принцип неопределенности.		
11. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг, методы борьбы с алиасингом.		
12. Спектр дискретного сигнала, появление ложных частот. Дискретное преобразование Фурье, обратное дискретное преобразование Фурье.		
13. Недостатки Фурье-анализа. Оконное преобразование Фурье. Понятие вейвлета. Вейвлетные функции.		
14. Вейвлет-преобразование, обратное вейвлет-преобразование.		
15. Ортогональные вейвлеты. Ортогональность вейвлета Хаара.		

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Задания для практических (семинарских) занятий

1. Разложить в ряд Фурье сигнал $f(x) = \text{sign}(x)$ на отрезке $[-\pi; \pi]$ и, пользуясь разложением, найти сумму ряда $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1}$.
2. Разложить в ряд Фурье сигнал $f(x) = \begin{cases} 1, x \in [0, \pi] \\ 0, x \in [-\pi, 0] \end{cases}$ на отрезке $[-\pi, \pi]$ и найти значение полученного ряда в точке $x = \pi$.
3. Разложить в ряд Фурье сигнал $f(x) = \frac{\pi-x}{2}$ на отрезке $[0; 2\pi]$ и найти значение полученного ряда в точке $x = \pi/2$.
4. Разложить в ряд Фурье сигнал $f(x) = |x|$ на отрезке $[-1; 1]$ и найти значение полученного ряда в точке $x = 1$.

5. Разложить в ряд Фурье сигнал $f(x) = \sin^4 x$ на отрезке $[-\pi; \pi]$
6. Сигнал $f(x) = \begin{cases} \frac{2}{3}x, & x \in [0; \frac{3}{4}\pi], \\ 2(\pi - x), & x \in (\frac{3}{4}\pi; \pi] \end{cases}$ разложить в ряд Фурье по косинусам на отрезке $[0; \pi]$.
7. Сигнал $f(x) = \begin{cases} x, & x \in [0; 1) \\ 2 - x, & x \in [1; 2) \end{cases}$ разложить в ряд по синусам.
8. Сигнал $f(x) = x^2$ при $0 \leq x < 1$ разложить в ряд по косинусам.
9. Сигнал $f(x) = x \sin x$ при $0 \leq x < \pi$ разложить в ряд по синусам.
10. Сигнал $f(x) = x$ при $-\pi \leq x < \pi$ разложить в ряд Фурье в комплексной форме.
11. Сигнал $f(x) = \begin{cases} 0, & -1 < x < 0; \\ 0,5 < x < 1 \\ 1, & 0 < x < 0,5 \end{cases}$ при $-1 < x < 1$ разложить в ряд Фурье в комплексной форме.
12. Сигнал $f(x) = e^x$ при $-\pi \leq x < \pi$ разложить в ряд Фурье в комплексной форме.
13. Сигнал $f(x) = \text{sign}(\sin \pi x)$ разложить в комплексный ряд Фурье на всей числовой прямой.
14. Для сигналов из задач 1 – 13 найти амплитудный и фазовый спектры и построить графики этих спектров.
15. Найти $\int_0^{+\infty} \frac{\sin x^2}{x} dx$.
16. Найти $\int_0^{+\infty} \frac{1 - \cos x}{x^2} dx$.
17. Найти $\int_0^{+\infty} \frac{\sin^3 x}{x} dx$.
18. Сигнал $f(x) = \begin{cases} 0, & \text{для } |x| > 1 \\ 1, & \text{для } 0 < x < 1 \\ -1, & \text{для } -1 < x < 0 \end{cases}$ представить интегралом Фурье. Использовать результат для вычисления $\int_0^{\infty} \frac{\sin^3 t}{t} dt$.
19. Сигнал $f(x) = \begin{cases} -x - 2, & \text{для } -2 < x < -1 \\ x, & \text{для } -1 < x < 1 \\ -x + 2, & \text{для } 1 < x < 2 \\ 0, & \text{для } |x| > 2 \end{cases}$ представить интегралом Фурье.
20. Сигнал $f(x) = \begin{cases} 1, & \text{для } |x| < 1 \\ 0, & \text{для } |x| > 1 \end{cases}$ представить интегралом Фурье в комплексной форме.

21. Сигнал $f(x) = e^{-a|x|}, a > 0$ представить интегралом Фурье в комплексной форме.
22. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} 1, n\pi|t| < a \\ 0, n\pi|t| > a \end{cases}, a > 0.$
23. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = e^{-a|t|}, a > 0.$
24. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} \cos \pi t, n\pi|t| \leq 1/2 \\ 0, n\pi|t| > 1/2 \end{cases}.$
25. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = A \exp(-\alpha t^2), \alpha > 0.$
26. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} 1+t, n\pi - 1 < t < 0 \\ 1-t, n\pi 0 < t < 1 \end{cases}.$
27. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} 2, n\pi 0 < t < 2 \\ 0, n\pi - \infty < t < 0; 2 < t < +\infty \end{cases}.$
28. Для сигналов из задач 24 – 29 найти амплитудный и фазовый спектры и построить графики этих спектров.
29. Для сигналов из задач 24 – 29 найти ширину спектра и базу сигнала.
30. Найти сигнал $f(t)$, если его спектральная функция $S_f(\omega) = \frac{S_0}{1+a^2\omega^2}.$
31. Найти сигнал $f(t)$, если его спектральная функция $S_f(\omega) = \frac{1}{1+i\omega}.$
32. Сигнал задан отсчетами: $f(0) = 20, f(2) = 15.$ Найти $f(1).$
33. Сигнал задан отсчетами: $f(2) = 3, f(6) = 6.$ Найти 1) верхнюю частоту в спектре сигнала, 2) $f(17).$
34. Найти спектр дискретного сигнала $x_0 = 0, x_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}, x_2 = 1, x_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}, x_4 = x_5 = x_6 = x_7 = 0.$ Построить графики амплитудного и фазового спектров.
35. Является ли $\psi(t) = \begin{cases} 1, |t| \leq \frac{1}{3} \\ -\frac{1}{2}, \frac{1}{3} < |t| \leq 1 \\ 0, |t| > 1 \end{cases}$ вейвлетом?

**Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации
1-й модуль**

1. Что такое сигнал?
2. Чем цифровой сигнал отличается от дискретного?
3. Чем циклическая частота сигнала отличается от круговой частоты?
4. Что такое гармонический сигнал?

5. Опишите свойства тригонометрической системы функций.
6. Сформулируйте определение тригонометрического ряда и ряда Фурье.
7. Как вычисляются коэффициенты Фурье?
8. Что называется ядром Дирихле?
9. Сформулируйте основные свойства ядра Дирихле.
10. Напишите формулу Дирихле для частичных сумм ряда Фурье.
11. Сформулируйте лемму Римана.
12. Что такое обобщенные односторонние производные?
13. Какие функции называются кусочно дифференцируемыми?
14. Сформулируйте теорему о сходимости в точке рядов Фурье.
15. Сформулируйте теорему Дирихле.
16. Как выглядят ряды Фурье для четных или нечетных функций?
17. Запишите ряд Фурье для функции, заданной на произвольном интервале.
18. Как выглядит комплексная запись ряда Фурье?
19. Что такое система комплексных экспонент?
20. Что называется амплитудным спектром сигнала?
21. Что называется фазовым спектром сигнала?
22. Что называется явлением Гиббса?
23. Что называется собственным интегралом с параметром?
24. Сформулируйте основные свойства собственного интеграла с параметром.
25. Что называется несобственным интегралом с параметром?
26. Дайте определение равномерно сходящегося несобственного интеграла.
27. Сформулируйте признак Вейерштрасса равномерной сходимости несобственного интеграла.
28. Сформулируйте признак Абеля равномерной сходимости несобственного интеграла.
29. Сформулируйте теоремы о непрерывности и дифференцируемости не-

собственного интеграла с параметром.

30. Сформулируйте теоремы об интегрируемости несобственного интеграла с параметром.
31. Укажите значение интеграла Дирихле.
32. Что такое интеграл Фурье?
33. Сформулируйте теорему о сходимости в точке интегралов Фурье.
34. Как выглядит комплексная запись интеграла Фурье?

2-й модуль

1. Что такое преобразованием Фурье?
2. Что называется спектральной функцией сигнала?
3. Опишите свойства спектральной функции сигнала.
4. Что такое дельта-функция?
5. Что называется фильтрующим свойством дельта-функции?
6. Как выглядит спектральная функция постоянного сигнала?
7. Как выглядит спектральная функция гармонического сигнала?
8. Как выглядит спектральная функция комплексного экспоненциального сигнала?
9. Как выглядит спектральная функция периодического сигнала?
10. Что называется носителем функции?
11. Что такое ширина спектра?
12. Что называется базой сигнала?
13. Что такое отсчетное значение сигнала?
14. Какие сигналы называются сигналами с ограниченным спектром?
15. Сформулируйте теорему Котельникова.
16. Что называется частотой Найквиста?
17. Что такое алиасинг?
18. Опишите способы борьбы с алиасингом.
19. Что называется спектром дискретного сигнала?

20. Когда появляются ложные частоты?
21. Что такое дискретное преобразование Фурье?
22. Что такое обратное дискретное преобразование Фурье?
23. Что такое вейвлет?
24. Сформулируйте определение вейвлетной функции.
25. Что называется вейвлетным преобразованием сигнала?
26. Как выглядит формула обратного вейвлет-преобразования?
27. Что называется дискретным вейвлет-преобразованием?
28. Какой вейвлет называется ортогональным?

Примерные вопросы к зачету

1. Понятие сигнала, виды сигналов, цели обработки сигналов. Гармонические сигналы.
2. Тригонометрическая система функций, ряд Фурье. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье.
3. Лемма Римана. Сходимость ряда Фурье в точке. Теорема Дирихле.
4. Ряд Фурье для произвольного интервала. Разложение в ряд синусов или косинусов. Равенство Парсеваля.
5. Комплексная запись ряда Фурье.
6. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала, пример для прямоугольных импульсов.
7. Явление Гиббса.
8. Понятие интеграла с параметром. Собственные интегралы с параметром.
9. Несобственные интегралы с параметром.
10. Интеграл Дирихле.
11. Интеграл Фурье, обобщенная лемма Римана, представление сигнала интегралом Фурье.
12. Комплексная запись интеграла Фурье. Главное значение несобственного интеграла.

13. Преобразование Фурье, обратное преобразование Фурье. Свойства спектральной функции: ограниченность, непрерывность, предел на бесконечности, дифференцируемость.
14. Свойства спектральной функции сигнала: сдвиг по времени, масштабирование, модулирование гармоникой. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала.
15. Дельта-функция, её свойства, спектральная функция дельта-функции.
16. Спектральные функции постоянного, гармонического, экспоненциального сигналов.
17. Спектральные функции периодического и sinc сигналов.
18. База сигнала, принцип неопределенности.
19. Теорема Котельникова.
20. Частота Найквиста. Алиасинг, пример с оцифровкой звукового сигнала, методы борьбы с алиасингом.
21. Спектр дискретного сигнала, появление ложных частот.
22. Дискретное преобразование Фурье, обратное дискретное преобразование Фурье.
23. Пространство $L_2(\mathbf{R})$. Понятие вейвлета, примеры.
24. Вейвлетные функции, вейвлет-преобразование, обратное вейвлет-преобразование.
25. Дискретное вейвлет-преобразование, аналог теоремы Котельникова.
26. Ортогональность вейвлета Хаара.

Вид и способ проведения промежуточной аттестации: индивидуальный устный опрос сочетается с самостоятельной практической работой студента.

Критерии оценивания и шкала оценивания:

Максимально возможное количество баллов – 3 балла. Для получения зачета необходимо ответить на вопросы теста и дать ответ на теоретический вопрос с суммарной оценкой не менее 2-х баллов.

3 балла:

Ответ на вопрос демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы. Имеется решение теста верное от 85 – 100% всех заданий.

2 балла:

Ответ на вопрос демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Ответ не содержит фактических ошибок. Верно даны ответы на 70-84% тестовых заданий.

1 балл:

Ответ демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Правильные решения тестовых заданий составляют от 41-69%.

0 баллов:

В ответе преобладают рассуждения общего характера И/ИЛИ содержит существенные фактические ошибки, искажающие смысл. Правильные тестовые ответы составляют менее 40%.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Фрейман, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Фрейман. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-398-02542-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/239828>
2. Вадутов О.С. Математические основы обработки сигналов. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.С. Вадутов.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34676.html>
3. Цифровая обработка сигналов: практическое пособие: учебное пособие / В.И. Гадзиковский. - М.:СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с. ISBN 978-5-91359-117-3 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=883840>

б) дополнительная литература:

1. Нечес, И. О. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. О. Нечес. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-88814-893-8. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140606>

2. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137567>

2) Программное обеспечение

Google Chrome	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> Договор № 4-е/23 от 02.08.2023 г.
2. ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/> Договор № 1106 эбс от 02.08.2023 г.
3. ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru> Договор № 02-06/2023 от 02.08.2023 г.
4. ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/> Договор № 5-е/23 от 02.08.2023 г.
5. ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/> Договор № 3-е/23К от 02.08.2023 г.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

<https://cyberleninka.ru/> научная электронная библиотека «Киберленинка».
<http://www.intuit.ru/> Национальный Открытый Университете «ИНТУИТ»
http://www.cisco.com/c/ru_ru/index.html Сетевой Академии Cisco

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью изучения дисциплины. Кроме того, в темах, изучаемых при контактной работе со студентами, есть отдельные учебные вопросы, которые студенты должны изучить самостоятельно. Контроль знаний при самостоятельном изучении тем и вопросов дисциплины осуществляется при проведении текущего контроля в виде устных опросов, письменных контрольных работ и тестирования во время рейтинг-контроля. Вопросы для самостоятельной работы также включаются в темы рефератов, которые студенты защищают на семинарских занятиях, и в перечень вопросов для зачёта.

При работе над текстом лекции студенту необходимо обратить особое внимание на проблемные вопросы, поставленные преподавателем при чтении лекции, а также на его задания и рекомендации. Работая над текстом лекции, необходимо иметь под рукой справочные издания: словарь-справочник, энциклопедический экономический словарь, в которых можно найти объяснение многим встречающимся в тексте терминам, содержание которых студент представляет себе весьма туманно, хотя они ему и знакомы.

В процессе организации самостоятельной работы большое значение имеют консультации с преподавателем, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы.

Для успешного усвоения материала данной учебной дисциплины, в частности, для выработки навыков решения задач необходима систематическая самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, коллоквиумам и к контрольным работам.

1. Работа с учебными пособиями. Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем. Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется изучить лекции и прочитать соответствующую литературу.

4. Составление конспектов. В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания использованы схемы и таблицы.

Раздел 1. Обработка периодических сигналов

Понятие сигнала, виды сигналов, цели обработки сигналов. Гармонические сигналы. Тригонометрическая система функций, ее ортогональность. Тригонометрические ряды и ряды Фурье. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье. Лемма Римана. Сходимость ряда Фурье в точке. Теорема Дирихле. Ряд Фурье для произвольного интервала. Разложение сигнала в ряд синусов или косинусов. Равенство Парсевалья. Комплексная запись ряда Фурье. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Поведение частичных сумм ряда Фурье в окрестности точки разрыва сигнала. Явление Гиббса.

Раздел 2. Интегралы, зависящие от параметра

Понятие интеграла с параметром. Собственные интегралы с параметром. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость по параметру, формула Лейбница. Несобственные интегралы с параметром, равномерная сходимость. Признаки Вейерштрасса и Абеля. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость по параметру. Интеграл Дирихле.

Раздел 3. Обработка непериодических сигналов

Интеграл Фурье, обобщенная лемма Римана, представление сигнала интегралом Фурье. Главное значение несобственного интеграла. Комплексная запись интеграла Фурье. Преобразование Фурье, обратное преобразование Фурье. Свойства спектральной функции: ограниченность, непрерывность, предел на бесконечности, дифференцируемость, сдвиг по времени, масштабирование, модулирование гармоникой. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала. Дельта-функция, её свойства, спектральная функция дельта-функции. Спектральные функции постоянного, гармонического, экспоненциального сигналов. Спектральные функции периодического и sinc сигналов. База сигнала, принцип неопределенности.

Раздел 4. Дискретные сигналы

Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг, методы борьбы с алиасингом. Спектр дискретного сигнала, появление ложных частот. Дискретное преобразование Фурье, обратное дискретное преобразование Фурье.

Раздел 5. Вейвлеты

Недостатки Фурье-анализа. Оконное преобразование Фурье. Понятие вейвлета. Вейвлетные функции, вейвлет-преобразование, обратное вейвлет-преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование, аналог теоремы Котельникова. Ортогональные вейвлеты. Ортогональность вейвлета Хаара.

Требования к рейтинг-контролю для студентов очной формы обучения.

Текущая работа студентов очной формы обучения оценивается в 100 баллов, которые распределяются между двумя модулями (периодами обучения) следующим образом:

Модуль (период обучения)	Максимальная сумма баллов в модуле	Максимальная сумма баллов за работу на практических занятиях	Реферирование, представление научной статьи, создание и отладка кода	Максимальный балл за рейтинговую контрольную работу
1	50	18	12	20
2	50	18	12	20

Правила формирования рейтинговой оценки и шкалу пересчета рейтинговых баллов в оценку на экзамене см. в «Положении о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»:

https://tversu.ru/sveden/files/204-R_Pologhenie_o_reytingovoy_sisteme_obucheniya_v_TvGU.pdf

VII. Материально-техническое обеспечение

Учебный процесс по данной дисциплине проводится в аудиториях, оснащенных мультимедийными средствами обучения. Для организации самостоятельной работы студентов необходимо наличие персональных компьютеров с доступом в Интернет.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 314 (Корпус 3, 170002, Тверская обл., г.Тверь, пер. Садовый, дом 35)</p>	<p>Набор учебной мебели, меловая доска, Мультимедийный комплект учебного класса</p>	<p>Google Chrome-бесплатно; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows-Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022; Lazarus –бесплатно; OpenOffice –бесплатно; Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО-бесплатно; ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО-бесплатно</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория 203, 224, 170002, г.Тверь, Садовый пер-к, д. 35</p>	<p>Столы, стулья, переносной ноутбук, проектор</p>	<p>Google Chrome-бесплатно; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows-Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022; Lazarus –бесплатно; OpenOffice –бесплатно; Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО-бесплатно; ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО-бесплатно</p>

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п. п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения

1.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновление списка литературы.	Протокол № 11 от 26.06.2013
2.	VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	Корректировка планов практических (семинарских) занятий и методических рекомендаций к ним.	Протокол № 10 от 24.06.2014
3.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновление списка литературы. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 27.09.2015
4.	VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	Корректировка планов практических (семинарских) занятий и методических рекомендаций к ним.	Протокол № 1 от 01.09.2016
5.	I - X	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	Протокол № 6 от 28.02.2017
6.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Дополнение списков. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 01.09.2017
7.	I - VIII	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	Протокол № 10 от 29.06.2021
8.	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Обновление списков ПО. Обновление ссылок из ЭБС.	Протокол № 1 от 1.09.2023