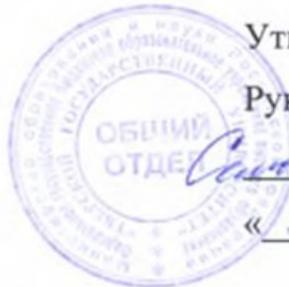


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 13.10.2023 13:56:09
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП:

Смирнов Н.А. Семькина

« 9 » 06 2023 г.

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: Ку

к.ф.-м.н, доцент Куженькин С.Н.

Тверь 2023

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Математические методы обработки сигналов

2. 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.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

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

. контактная работа: 45 часов, самостоятельная работа – 63 часов.

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
--	--

<p><i>базовый</i></p> <p>ПК-5. способностью участвовать в разработке и конфигурировании программно-аппаратных средств защиты информации, включая защищенные операционные системы, системы управления базами данных, компьютерные сети, системы антивирусной защиты, средства криптографической защиты информации</p>	<p>Владеть: методиками анализа результатов работы средств обнаружения вторжений.</p> <p>Уметь: применять средства обнаружения вторжений для защиты информации в сетях.</p> <p>Знать: защитные механизмы и средства обеспечения сетевой безопасности.</p>
<p>ПК-10. способностью оценивать эффективность реализации систем защиты информации и действующих политик безопасности в компьютерных системах, включая защищенные операционные системы, системы управления базами данных, компьютерные сети, системы антивирусной защиты, средства криптографической защиты информации</p>	<p>Владеть: математическим аппаратом, изученным в данном курсе и необходимым для дальнейшего совершенствования профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь: применять изученные математические методы при решении профессиональных задач и задач с практическим содержанием.</p> <p>Знать: ряды Фурье, преобразования Фурье и Лапласа, основы теории вейвлетов.</p>
<p>ПК-18. способностью производить установку, наладку, тестирование и обслуживание современных программно-аппаратных средств обеспечения информационной безопасности компьютерных систем,</p>	<p>Владеть: методиками анализа сетевого трафика.</p> <p>Уметь: осуществлять меры противодействия нарушения сетевой безопасности с использованием различных программных и аппаратных средств защиты.</p> <p>Знать: основные средства и методы анализа программных реализаций; источники и классификацию угроз безопасности.</p>

включая защищенные операционные системы, системы управления базами данных, компьютерные сети, системы антивирусной защиты, средства криптографической защиты информации	
---	--

6. Форма промежуточного контроля

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

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 Парсеваля. 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, фор-

мула 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.

Рабочая учебная программа

Наименование тем	Всего	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
		Лекции	Практические работы	
1. Понятие сигнала, виды сигналов, цели обработки сигналов. Гармонические сигналы. Тригонометрическая система функций, ее ортогональность. Тригонометрические ряды и ряды Фурье.	8	2	2	4
2. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье. Лемма Римана. Сходимость ряда Фурье в точке. Теорема Дирихле.	4	2		2
3. Ряд Фурье для произвольного интервала. Разложение сигнала в ряд синусов или косинусов. Равенство Парсеваля. Комплексная запись ряда Фурье.	12	2	4	6
4. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Поведение частичных сумм ряда Фурье в окрестности точки разрыва сигнала. Явление Гиббса.	12	2	4	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.	4	2		2
6. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость по параметру. Интеграл Дирихле.	8	2	2	4
7. Интеграл Фурье, обобщенная лемма Римана, представление сигнала интегралом Фурье. Главное значение несобственного интеграла. Комплексная запись интеграла Фурье.	8	2	2	4

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.	12	2	4	6
9. Дельта-функция, её свойства, спектральная функция дельта-функции. Спектральные функции постоянного, гармонического, экспоненциального сигналов. Спектральные функции периодического и sinc сигналов.	8	2	2	4
10. База сигнала, принцип неопределенности.	8	2	2	4
11. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Частота Найквиста. Алиасинг, методы борьбы с алиасингом.	8	2	2	4
12. Спектр дискретного сигнала, появление ложных частот. Дискретное преобразование Фурье, обратное дискретное преобразование Фурье.	8	2	2	4
13. Недостатки Фурье-анализа. Оконное преобразование Фурье. Понятие вейвлета. Вейвлетные функции.	8	2	2	4
14. Вейвлет-преобразование, обратное вейвлет-преобразование.	8	2	2	4
15. Ортогональные вейвлеты. Ортогональность вейвлета Хаара.	4	2		2
Итого	120	30	30	60

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

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 изу-

читать 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.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций.

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
базовый владеть	<ol style="list-style-type: none"> 1. Представление периодического сигнала рядом Фурье. 2. Построение амплитудного и фазового спектров периодического сигнала 	<p>Уверенное владение, задание полностью выполнено – 3 балла.</p> <p>Наличие отдельных ошибок – 1 – 2 балла.</p>

		Большое количество ошибок – 0 баллов.
базовый уметь	<ol style="list-style-type: none"> 1. Представление непериодического сигнала интегралом Фурье. 2. Построение амплитудного и фазового спектров непериодического сигнала 	<p>Вычисления проведены правильно и рационально – 3 балла.</p> <p>Результат вычислений правильный, но проведены они громоздко – 2 балла.</p> <p>Вычисления проведены с ошибками и не проявлено понимание существа дела – 1 балл.</p> <p>Отсутствует понимание того, как проводить вычисления – 0 баллов.</p>
базовый знать	<ol style="list-style-type: none"> 1. Восстановление сигнала по отсчетным значениям. 2. Построение амплитудного и фазового спектров дискретного сигнала 	<p>Уверенное владение, задание полностью выполнено – 3 балла.</p> <p>Наличие отдельных ошибок – 1 – 2 балла.</p> <p>Большое количество ошибок – 0 баллов.</p>

1. Типы задач для проверки знаний студентов

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. Использо-

вать 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 $f(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } |t| < a \\ 0, & \text{при } |t| > a \end{cases}$, $a > 0$.
23. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = e^{-a|t|}$, $a > 0$.
24. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} \cos \pi t, & \text{при } |t| \leq 1/2 \\ 0, & \text{при } |t| > 1/2 \end{cases}$.
25. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = A \exp(-\alpha t^2)$, $\alpha > 0$.
26. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} 1+t, & \text{при } -1 < t < 0 \\ 1-t, & \text{при } 0 < t < 1 \end{cases}$.
27. Найти спектральную функцию сигнала $f(t) = \begin{cases} 2, & \text{при } 0 < t < 2 \\ 0, & \text{при } -\infty < t < 0; 2 < t < +\infty \end{cases}$.
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?

3. Вопросы для текущего контроля успеваемости студентов

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 несобственно-

го интеграла.

29. Сформулируйте теоремы о непрерывности и дифференцируемости несобственного 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?

4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация студентов проводится в соответствии с «Положением о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ», принятом на заседании Ученого совета ТвГУ 28 мая 2014 г., протокол № 9. Модульно-рейтинговая система контроля предполагает текущий контроль, который проводится на лекциях и практических занятиях в виде экспресс – опросов. Промежуточный контроль будет организован в форме контрольной работы и/или коллоквиума по вопросам каждого модуля.

Перечень вопросов для проведения аттестации в форме экзамена

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.

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

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>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

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.

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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.

5. Подготовка к экзамену. При подготовке к экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций. Максимальная сумма рейтинговых баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60.

Студенту, набравшему 50-54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в экзаменационной ведомости и зачётной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Студенту, набравшему 55-60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе экзаменационной ведомости «Премииальные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается. Оценку «отлично» студент может получить только на экзамене.

Студент, набравший от 20 до 49 баллов включительно, сдаёт экзамен.

Студенту, набравшему меньше 20 баллов, в экзаменационной ведомости выставляется оценка «неудовлетворительно».

Ответ студента на экзамене оценивается суммой до 40 рейтинговых баллов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных за семестр, и баллов, полученных на экзамене.

Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности дисциплины (модуля) установлены следующие аспекты:

- Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

- Сроки проведения рейтингового контроля:

осенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится согласно графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости - две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса;

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

1. Проведение лекционных занятий в аудитории и/или в компьютерном классе.
2. Выполнение студентами индивидуальных заданий на практических занятиях.
3. Использование необходимого программного обеспечения.

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

IX. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с мультимедийной установкой (Ноутбук, проектор, колонки), наличие классной доски. Класс ПЭВМ

X. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.			
2.			