

Министерство культуры Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Е. В. САЗОНОВА
ректор

Сертификат: 00eec2e5b252a0885bc682f9fa99feef8b

Основание: УТВЕРЖДАЮ

Дата утверждения: 19 июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

«Цифровая обработка сигналов»

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: очная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: телевидения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 академ. час. / 3 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 50,4 час.

самостоятельная работа: 57,6 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
выполнение итогового теста	7
выполнение лабораторной работы	7
практикум	7
присутствие на занятиях	7
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет с оценкой	7

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

Составитель(и):

Гомон Ю.Б., доцент кафедры телевидения, канд. техн. наук

Рецензент(ы):

Ходанович А.И., профессор, д-р пед. наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры телевидения

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

**УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА
ИЛИ ЭБС**

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель(и) дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является ознакомление студентов с базовыми понятиями и технологиями цифровой обработки сигналов (ЦОС) применительно к задачам аудио- и видеотехники и получение навыков грамотного применения полученных знаний на практике.

Задачи дисциплины:

Основная задача дисциплины «Цифровая обработка сигналов» со-стоит в подготовке студентов в области цифровой обработки сигналов речи, звука и изображений на основе:

-изучения базовых положений теории построения цифровых фильтров;

-ознакомления со средствами реализации алгоритмов ЦОС.

-освоения процедур синтеза цифровых фильтров.

1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

Основы компьютерного проектирования РЭС

Радиоавтоматика

Системы воспроизведения и отображения аудиовизуальной информации

Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны

Запись и воспроизведение информации

Топология сетей передачи данных

Нелинейные колебания и волны

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Профессиональные компетенции

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-5 — Способен собирать и анализировать исходные данные для исследования радиотехнических систем, их устройств, узлов, деталей.

ПК-5.2 — Использует собранные данные для анализа исследованных радиотехнических систем.

Знает: методологию применения собранных данных для анализа характеристик узлов РТС

Умеет: анализировать характеристики узлов РТС, производящих цифровую фильтрацию сигналов

Владет: навыками исследования характеристик узлов РТС в части, относящейся к цифровым фильтрам.

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-5 — Способен собирать и анализировать исходные данные для исследования радиотехнических систем, их устройств, узлов, деталей.

ПК-5.3 — Осуществляет сбор исходных данных для исследования радиотехнических систем.

Знает: методологию сбора данных для анализа характеристик узлов РТС

Умеет: анализировать характеристики цифровых фильтров, реализованных в структурах РТС

Владеет: навыками расчета амплитудно и фазочастотных характеристик цифровых фильтров.

2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 академ. час. / 3 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 50,4 час.

самостоятельная работа: 57,6 час.

Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет с оценкой	7

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	7	Итого
Лекции	16	16
Практические	16	16
Лабораторные	16	16
Консультации	2	2
Самостоятельная работа	49	49
Самостоятельная работа во время сессии	8,6	8,6
Итого	107,6	107,6

2.2. Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Квантование и дискретизация непрерывных сигналов

Виды сигналов (аналоговые, дискретные во времени, квантованные по амплитуде, цифровые). Спектр дискретизированного сигнала. Соотношение В.А. Котельникова. Погрешность дискретизации. Выбор параметров. Квантование по амплитуде. Квантование с округлением и с отсечением. Погрешности квантования. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Качество цифровых аудио- и видеосигналов.

Тема 2. Описание ЦФ во временной области

Простейшие дискретные сигналы. Импульсная характеристика, её свойства. Решетчатая функция и дискретные разности. Дискретная свертка. Разностное уравнение ЦФ. Рекурсивные и нерекурсивные ЦФ. Их структурные схемы. Решение разностных уравнений.

Тема 3. Описание ЦФ в символической области

Дискретное преобразование Лапласа. P и Z плоскости. Представление чисел на плоскостях. Z -преобразование. Примеры. Передаточная функция. Передаточные функции нерекурсивного и рекурсивного ЦФ. Обратное Z -преобразование. Вычеты. Нули и полюса передаточных функций. Передаточные функции для соединений ЦФ. Устойчивость и физическая реализуемость ЦФ. ЦФ с конечными и бесконечными импульсными характеристиками (КИХ и

БИХ фильтры).

Тема 4. Описание ЦФ в частотной области

Частотная характеристика ЦФ. Способы ее задания. Амплитудно- и фазочастотные характеристики ЦФ. Примеры вычисления АЧХ и ФЧХ. Линейная ФЧХ, ее значение в ЦОС. Методы обеспечения линейности ФЧХ для нерекурсивных ЦФ. Типовые АЧХ. Соотношения между характеристиками, описывающими ЦФ различными способами. Достоинства и недостатки каждого из подходов. Приближенное построение АЧХ по нулям и полюсам ЦФ. Основные задачи и проблемы ЦОС, роль российских и зарубежных ученых в их решении.

Тема 5. Основы синтеза ЦФ с КИХ

Последовательность решения задачи синтеза. Идеальные и реальные АЧХ. Оптимальные методы вычисления импульсной характеристики или АЧХ. Критерии оптимальности. Метод наименьших квадратов. Критерий Чебышева и алгоритм Ремеза. Полиномы равномерного приближения и их сравнение. Определение длины входного слова на основе соотношения Парсеваля для дисперсий ЦФ.

Тема 6. Однородный ЦФ

Определение однородного ЦФ. Синтез его импульсной характеристики. АЧХ и ФЧХ фильтра. Передаточная функция и структурные схемы в виде КИХ и БИХ ЦФ. Двумерный однородный ЦФ.

Тема 7. Особенности синтеза ЦФ с БИХ

Порядок и особенности синтеза ЦФ с БИХ. Билинейное преобразование. Синтез ЦФ на основе карты его нулей и полюсов, построение канонической, каскадной и параллельной структурных схем.

Тема 8. Основы цифрового спектрального анализа

Дискретное преобразование Фурье. Вычисление, свойства. Примеры. Дискретно-косинусное преобразование.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
1	Квантование и дискретизация непрерывных сигналов	2	0	4	2	0	0	8
2	Описание ЦФ во временной области	2	0	2	2	0	0	6
3	Описание ЦФ в символической области	2	0	2	2	0	0	6
4	Описание ЦФ в частотной области	2	0	2	4	0	0	8
5	Основы синтеза ЦФ с КИХ	2	0	2	2	0	0	6
6	Однородный ЦФ	2	0	0	0	0	0	2
7	Особенности синтеза ЦФ с БИХ	2	0	0	2	0	0	4
8	Основы цифрового спектрального анализа	2	0	4	2	0	0	8
	ВСЕГО	16	0	16	16	0	0	48

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Интерфейс Matlab.	1,5
2	Аналогово-цифровое преобразование	1,5
3	Анализ цифровых фильтров во временной области	1,5
4	Анализ цифровых фильтров в символической области	3
5	Анализ цифровых фильтров в частотной области	1,5
6	Синтез цифровых фильтров с конечными импульсными характеристиками	1,5
7	Анализ дискретных сигналов в частной области	1,5

5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Квантование и дискретизация аналоговых сигналов.	1,5
2	Разностное уравнение и импульсная характеристика цифрового фильтра, контрольная работа.	1,5
3	Прямое и обратное Z – преобразования. Передаточная функция цифрового фильтра.	1,5
4	Расчет амплитудно- и фазочастотных характеристик.	1,5
5	Синтез цифровых фильтров с конечными импульсными характеристиками.	1,5
6	Синтез ЦФ по нулям и полюсам их передаточных функций	3
7	Дискретное преобразование Фурье.	1,5

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Цифровая обработка сигналов».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
выполнение итогового теста	7
выполнение лабораторной работы	7
практикум	7
присутствие на занятиях	7
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет с оценкой	7

6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Примерные тесты входного контроля.

1. Решить квадратное уравнение:

$$5x^2 - 2\sqrt{15}x + 1 = 0$$

Варианты ответов:

А) $x_1 = \sqrt{5}$; $x_2 = -2$; В) $x_1 = \sqrt{15}$; $x_2 = -\sqrt{10}$; С) $x_1 = \sqrt{15/5} + \sqrt{10/5}$; $x_2 = \sqrt{15/5} - \sqrt{10/5}$;

2. Вычислить обратную матрицу для:

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 7 \end{bmatrix}$$

Варианты ответов:

А) $\begin{bmatrix} 4 & 5 \\ -7 & 8 \end{bmatrix}$ В) $\begin{bmatrix} 7 & -4 \\ -5 & 3 \end{bmatrix}$ С) $\begin{bmatrix} 3 & -8 \\ -7 & -2 \end{bmatrix}$

3. Перевести в двоичную систему число 44.

Варианты ответов:

А) 110010 В) 101011 С) 101100

4. Найти математическое ожидание $m(t)$ для функции

$X(t) = U e^{(-t^2)}$, где U –случайная величина с $mU=5$;

Варианты ответов:

A) $5 e^{(-t^2)}$ B) $3 e^{(-t^2)}$ C) $2,5 e^{(-t^2)}$

5. Найти дисперсию случайной величины, равномерно распределенной на интервале $2 \leq x \leq 8$.

Варианты ответов:

A) 5 B) 3 C) 4

6. Максимальная частота спектра сигнала 6,5 МГц.

Какова должна быть минимальная частота дискретизации по времени?

Варианты ответов:

A) 13 МГц B) 26 МГц C) 7 МГц

По результатам входного контроля определяются знания обучающегося, что в дальнейшем определяет направленность и глубину проработки тем занятий изучаемой дисциплины.

6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерные тесты.

1. Цифровой сигнал есть результат дискретизации непрерывного сигнала по амплитуде и времени

а) верно.

2. Каков вид дифференциальной плотности распределения при квантовании с округлением

а) равномерная,

б) гауссова,

в) релеевская

3. Различные методы построения АЦП различаются количеством

а) эталонных напряжений,

б) выходных регистров,

в) компараторов,

г) формирователей кода.

4. Порядок разностного уравнения определяется

а) наибольшей степенью входного сигнала,

б) наименьшей степенью выходного сигнала,

в) максимальной величиной задержки входного или выходного сигналов.

5. Однородный фильтр является фильтром

а) верхних частот,

б) полосовым фильтров,

в) нижних частот.

Практикум:

1. Описание цифрового фильтра во временной области.

2. Расчет амплитудно- и фазочастотных характеристик цифровых фильтров.

3. Перевести в двоичную систему число 44.

4. Найти математическое ожидание $(m(t))$ для функции

$X(t) = U e^{(-t^2)}$, где U –случайная величина с $mU=5$;

5. Найти дисперсию случайной величины, равномерно распределенной на интервале $2 \leq x \leq 8$.

6. Максимальная частота спектра сигнала 6,5 МГц. Какова должна быть минимальная частота дискретизации по времени?

7. Перевести в 16-ричный код число 5798

6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень теоретических вопросов для подготовки к зачету с оценкой:

1. Квантование уровня непрерывного сигнала с усечением. Алгоритм и свойства.
2. Квантование уровня непрерывного сигнала с округлением. Алгоритм и свойства.
3. Спектр дискретизированного сигнала. Свойства. Теорема В.А Котельникова.
4. Принципы построения аналого-цифровых преобразователей.
5. Структурная схема построения цифро-аналогового преобразователя на основе соотношения $R-2R$.
6. Импульсная характеристика ЦФ.
7. Разностное уравнение. Описание рекурсивного (РЦФ) и нерекурсивного (НРЦФ) с помощью разностного уравнения.
8. Структурные схемы РЦФ и НРЦФ в пространственной области.
9. Связь между импульсной характеристикой и разностным уравнением.
10. Прямое и обратное Z- преобразования. Назначение, правила вычисления. Передаточная функция НРЦФ и РЦФ.
11. Разностное уравнение ЦФ в символической области.
12. Передаточные функции для соединений ЦФ (последовательного, параллельного и – с обратной связью).
13. Нули и полюса передаточной функции ЦФ.
14. Устойчивость и физическая реализуемость ЦФ, определения, условия проверки.
15. Соотношение между импульсной характеристикой и передаточной функцией.
16. Построение структурных схем ЦФ по диаграмме нулей и полюсов передаточных функций ЦФ.
17. Частотная характеристика ЦФ. Определение, свойства.
18. Амплитудно- и фазочастотная характеристики ЦФ (АЧХ и ФЧХ). Их физический смысл.
19. Типовые АЧХ и ФЧХ.
20. Расчет АЧХ и ФЧХ на основе передаточных функций ЦФ.
21. Необходимость линейной формы ФЧХ ЦФ.
22. Порядок синтеза НРЦФ.
23. Критерии аппроксимации АЧХ при синтезе ЦФ. Полиномы аппроксимации.
24. Метод наименьших квадратов для обработки результатов измерений. Назначение, свойства, использование при синтезе ЦФ.
25. Критерий П.Чебышева и алгоритм Ремеза . Назначение, свойства.
26. Требования к виду импульсной характеристики ЦФ с линейной ФЧХ.
27. Расчет числа разрядов входного сигнала по допустимому уровню дисперсии шума на выходе ЦФ.
28. Однородный фильтр, назначение.
29. АЧХ и ФЧХ однородного фильтра.
30. Реализация фильтра в виде НРЦФ и РЦФ.
31. Особенности и порядок синтеза РЦФ по сравнению с НРЦФ.
32. Билинейное преобразование. Назначение, соотношение аналоговых и цифровых частот при его использовании.
33. Дискретное преобразование Фурье. Назначение, свойства.
34. Дискретно-косинусное преобразование. Свойства и применение.
35. Быстрое преобразование Фурье. Назначение, применение.

Практические задания к зачету с оценкой по дисциплине:

Построить для цифрового фильтра по выданным значениям нулей и полюсов его передаточной функции два типа структурных схем:
- каноническую,

- параллельную.

6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнение учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
Обязательная аудиторная работа			
Практикум	9	2	18
Выполнение лабораторной работы	3	6	18
Присутствие на занятиях	0,5	24	12,0
Обязательная самостоятельная работа			
Выполнение итогового теста	22	1	22
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

Система оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала по БРС	Отметка о зачете	Оценка за экзамен, зачет с оценкой
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

7.1. Литература

1. Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций [Текст] : учебное пособие для вузов: рекомендовано методсоветом по направлению / А. И. Солонина [и др.]. - 2-е изд., испр. и перераб. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 768 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
2. Ковалгин, Ю. А. Цифровое кодирование звуковых сигналов [Текст] : учебное пособие для вузов: рекомендовано методсоветом по направлению / Ю. А. Ковалгин, Э. И. Вологдин. - СПб. : Корона Принт, 2004. - 240 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Текст] = Discrete-time signal processing : пер. с англ.: к изучению дисциплины / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2009. - 856 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
4. Цифровая обработка аудио- и видеосигналов [Текст] : Методические указания и задачи для студентов специальности 201400 "Аудиовизуальная техника". - СПб. : Изд-во СПбГУКиТ, 2003. - 20 с.
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
5. Цифровая обработка сигналов : методические указания по выполнению контрольных работ. Направление подготовки: 11.03.01 – Радиотехника / [сост. Ю. Б. Гомон, А. А. Дубровина]. - Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2019. - 31 с.- Режим доступа: для автор. пользователей. - Электрон. версия печ. публикации. - Текст : электронный.
https://books.gikit.ru/pdf//2019/Metodicheskaya%20literatura/Gomon_Cifrovaja_obrabotka_signalov_MU_po_vypoln_kontrolnyh_rabot_2019.pdf

7.2. Интернет-ресурсы

1. PROJECTORWORLD.RU/<https://projectorworld.ru/blog/957.html>
2. Аналоговые и цифровые сигналы. Чем цифровой сигнал отличается от аналогового (видеолекция)? - URL: <https://www.youtube.com/watch?v=V9RQsHGjvWE>
3. Компьютерная обработка видеоизображения. - URL: http://www.videoton.ru/theory_comp.html
4. Mediavision: информационно-технический журнал. - URL: <http://mediavision->

7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Microsoft Office
Matlab
Microsoft Windows

7.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <https://elibrary.ru>
Электронная библиотека образовательно-издательского центра «Академия». <http://www.academia-moscow.ru>
Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>

7.5. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.
Компьютерный класс	Компьютеры с выходом в «Интернет».

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации по изучению дисциплины представляют собой комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины.

Студенту необходимо оптимально распределить время, отведенное на самостоятельную работу, направленное на изучение дисциплины. Самостоятельная работа направлена на:

- подготовку к лабораторным практикумам, которая включает изучение лекций по соответствующей теме, изучение инструкции к лабораторной работе, а также использование литературы приведенной в РП;
- подготовку к тестам по вопросам и заданиям, приведенным в РП;
- подготовку к зачету по вопросам и заданиям, приведенным в РП.

Для получения зачета с оценкой по данной дисциплине студент должен:

- выполнить лабораторные работы и защитить отчёты о них;
- ответить на поставленные вопросы на зачете.

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации включают:

1. выполнение письменных тестов;
2. выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам;
3. зачет с оценкой