

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С.Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Направление/специальность подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Специализация/профиль/программа подготовки	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	4	144	85	34	17	34	59	0	18	41	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ _____

Емельянов Валентин Юрьевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.4 — Способен разрабатывать аппаратные и программные средства автоматизации обработки информации и управления в технических системах

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1.4

знания:

особенностей функционирования, математических схем и средств описания, методов анализа и синтеза цифровых, нелинейных и стохастических систем управления;
принципов оценивания состояния объекта управления и возмущений;

умения:

применять основные точные и приближенные методы для анализа дискретных, нелинейных и стохастических систем;

навыки:

построения и использования моделей линейных, нелинейных, дискретных и стохастических систем в среде автоматизации математических и научных расчетов, решения задач их анализа и синтеза.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПК-1.4 — Способен разрабатывать аппаратные и программные средства автоматизации обработки информации и управления в технических системах
- ПК-94 — Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Основные сведения о компьютерных системах управления. Математические описание цифровых и дискретных систем управления. 1.1. Принципы построения и задачи, решаемые компьютерными системами управления. 1.2. Особенности реализации, элементы и разновидности компьютерных систем управления. Квантование сигнала по времени и по уровню. Понятия цифровых и дискретных систем управления. 1.3. Модель импульсного элемента. Применение математического аппарата решетчатых функций и разностных уравнений для описания процессов в дискретных системах. 1.4. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства. 1.5. Передаточная функция дискретной системы, связь с разностными уравнениями и уравнениями состояния. Задача построения дискретной модели непрерывной системы и ее решение на основе метода пространства состояний. Точные и приближенные методы. Связь с численным решением дифференциальных уравнений. 1.6. Дискретные передаточные функции замкнутых систем. Правила преобразования структурных схем дискретных систем. Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с учетом экстраполяторов.	14	10	6	0	4	4	10
3	6	Раздел 2. Раздел 2. Анализ устойчивости и качества дискретных систем управления. 2.1. Алгебраические методы анализа устойчивости дискретных систем управления. Применение w-преобразования. 2.2.. Частотные характеристики дискретных систем управления. Приближенная методика построения псевдочастотных характеристик. 2.3. Анализ устойчивости и качества дискретных систем. Оценка запаса устойчивости. Расчет установившихся ошибок.	12	8	4	0	4	4	15
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Синтез компьютерного управления. 3.1. Постановка задачи синтеза цифровых систем. Синтез цифрового корректирующего устройства. Условие грубости. 3.2. Синтез цифровых фильтров по аналоговому прототипу. 3.3. Реализация цифровых регуляторов и корректирующих устройств. Формирование алгоритмов управления. 3.4. Синтез и исследование качества цифровой системы в среде Scilab/Scicos (MATLAB/Simulink).	40	13	4	5	4	27	25
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Метод пространства состояний в теории систем. 4.1. Канонические формы уравнений состояния. Преобразование уравнений состояния к каноническому виду. Переход от передаточной функции к уравнениям состояния. 4.2. Решение уравнений состояния, формула Коши, фундаментальная и переходная матрицы. Матричная экспонента, способы вычисления. 4.3. Фазовые траектории и фазовые портреты линейных систем. Определения и основные свойства фазовых траекторий и фазо-вых портретов. Фазовые портреты систем второго порядка. 4.4. Понятия и критерии управляемости и наблюдаемости. 4.5. Оценивание состояния объекта и возмущений. Наблюдатели состояния. 4.6. Синтез систем управления на основе метода модального управления. Модальное управление по состоянию. Постановка задачи и процедура синтеза. Решение задачи модального управления по выходу.	27	19	8	3	8	8	25
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Анализ процессов в нелинейных системах. 5.1. Классификация нелинейностей. Особенности процессов в нелинейных системах. 5.2. Расчет процессов в нелинейных системах. Метод припасовывания. 5.3. Метод гармонической линеаризации: основные положения, способы вычисления коэффициентов гармонической линеаризации, уравнение гармонического баланса. Алгебраический и частотный способы определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 5.4. Понятие абсолютной устойчивости нелинейной системы. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. 5.5. Исследование автоколебаний и абсолютной устойчивости в среде Scilab/Scicos (MATLAB/Simulink). 5.6. Построение фазовых портретов нелинейных систем. Типы особых точек и особых линий, расчет и анализ устойчивости состояний равновесия системы. 5.7. Системы с переменной структурой. Скользящие режимы в нелинейных системах. 5.8. Исследование системы с переменной структурой в среде Scilab/Scicos (MATLAB/Simulink).	39	27	8	9	10	12	15
3	6	Раздел 6. Раздел 6. Расчет случайных процессов в системах управления. 6.1. Основные характеристики случайных процессов. 6.2. Спектральный метод расчета стационарных случайных процессов в системах управления. 6.3. Построение и расчет формирующих фильтров.	12	8	4	0	4	4	10
Всего за 6 семестр			144	85	34	17	34	59	100
Всего по дисциплине			144	85	34	17	34	59	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Основные сведения о компьютерных системах управления.	Решение разностных уравнений. Расчет процессов в дискретных системах.	2

2	Математическое описание цифровых и дискретных систем управления.	Составление математических моделей дискретных систем с экстраполяторами различного вида.	2
3	Раздел 2. Анализ устойчивости и качества дискретных систем управления.	Имитационное моделирование процессов в дискретных системах в среде Scilab/Scicos (MATLAB/Simulink).	2
4		Анализ устойчивости и качества дискретных систем алгебраическим и частотным способами.	2
5	Раздел 3. Синтез компьютерного управления.	Расчет дискретных корректирующих устройств.	2
6		Расчет цифровых регуляторов и формирование алгоритмов управления.	2
7	Раздел 4. Метод пространства состояний в теории систем.	Составление и преобразование уравнений состояния линейных систем. Расчет и классификация особых точек на фазовой плоскости.	2
8		Анализ управляемости и наблюдаемости линейных систем.	2
9		Синтез модальных регуляторов.	2
10		Контрольная работа: дискретные системы, метод пространства состояний	2
11	Раздел 5. Анализ процессов в нелинейных системах.	Расчет процессов в нелинейных системах методом припасовывания.	2
12		Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости алгебраическим способом.	2
13		Расчет и классификация особых точек нелинейных систем.	2
14		Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости частотным способом.	2
15		Анализ абсолютной устойчивости нелинейных систем.	2
16	Раздел 6. Расчет случайных процессов в системах управления.	Расчет стационарных случайных процессов в линейных системах управления.	2
17		Контрольная работа: нелинейные и стохастические системы.	2
Всего за 6 семестр			34

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Синтез компьютерного управления.	Исследование САУ с дискретной коррекцией	5
2	Раздел 4. Метод пространства состояний в теории систем.	Исследование основных методов повышения точности систем автоматического управления	3
3	Раздел 5. Анализ процессов в нелинейных системах.	Исследование автоколебаний в нелинейной системе	3
4		Исследование устойчивости нелинейной САУ с неединственным состоянием равновесия	3
5		Исследование системы с переменной структурой	3
Всего за 6 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Основные сведения о компьютерных системах управления. Математическое описание цифровых и дискретных систем управления.	Подготовка к практическим занятиям	2
2		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
3	Раздел 2. Раздел 2. Анализ устойчивости и качества дискретных систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
4		Подготовка к практическим занятиям	2
5	Раздел 3. Раздел 3. Синтез компьютерного управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
6		Подготовка к практическим занятиям	1
7		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	2
8		Выполнение домашнего задания	4
9		Выполнение курсовой работы	18
10	Раздел 4. Раздел 4. Метод пространства состояний в теории систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
11		Подготовка к практическим занятиям	2
12		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	2
13		Подготовка к контрольной работе	2
14	Раздел 5. Раздел 5. Анализ процессов в нелинейных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	3
15		Подготовка к практическим занятиям	2
16		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	7
17	Раздел 6. Раздел 6. Расчет случайных процессов в системах управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	1
18		Подготовка к практическим занятиям	1
19		Подготовка к контрольной работе	2
Всего за 6 семестр			59

3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ постановки задачи, изучение теоретического материала, выбор расчетных соотношений.	1 - 8	6
Этап 2. Разработка и отладка программного обеспечения. Выполнение расчетов.	9 - 14	7

Этап 3. Оформление пояснительной записки и иллюстративного материала.	15 - 16	4
Этап 4. Расчет случайных процессов в системах управления.	17 - 17	1
Всего за 6 семестр		18

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6				ЛР		ДР	ЛР	КР, Контр.Р.		ДР			ЛР	КР	Контр.Р.	ДР	ЛР, Тест, КР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- КР – курсовая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- курсовая работа;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Математические основы теории управления: избранные главы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
3. А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
4. Б. П. Родин. . Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 166 экз.
5. Б. Р. Андриевский. . Теоретические основы автоматизированного управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
6. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 169 экз.
7. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
8. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
9. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 93 экз.
10. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
11. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. М.: Питер, 2006, 19 экз.
12. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
13. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
14. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
15. И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 157 экз.
16. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов на ЭВМ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
17. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.
18. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
19. Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах . М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
20. Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 125 экз.
21. Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://ura.it.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;

3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. https://www.voenmeh.ru/images/docs/norm_docs_stud/Polozhenie_KRKP_2.0.pdf - Положение по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Scilab 6.0.2.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Проектор;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Scilab 6.0.2.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.4 Способен разрабатывать аппаратные и программные средства автоматизации обработки информации и управления в технических системах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим аппаратом, общими и специальными методами анализа и синтеза цифровых и дискретных систем управления, а также включает вопросы современной теории управления: метод фазовой плоскости в теории линейных и нелинейных систем, управляемость и наблюдаемость линейных систем, оценивание состояния объекта управления и возмущений, модальное управление и методы расчета стохастических систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- курсовая работа;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**59 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 59 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Раздел 1. Основные сведения о компьютерных системах управления. Математическое описание цифровых и дискретных систем управления.		
Подготовка к практическим занятиям	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 5) . Математические основы теории управления: избранные главы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подразделы 3.1-3.3) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (практическое занятие 12) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 14-15)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 13-15) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (практическая работа 1) Б. П. Родин. . Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (занятия 1-3,5) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (параграф 9.1) А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразделы 5.1, 6.1) Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (разделы 1-2) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (разделы 1-3)	2
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Раздел 2. Анализ устойчивости и качества дискретных систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов на ЭВМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (раздел 4)	2

Подготовка к практическим занятиям	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (главы 5,6) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (практическая работа 3) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 16) Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подразделы 1.8, 2.2-2.4) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (параграфы 14.4, 14-6-14.7, глава 15) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (практическое занятие 13) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (практическое занятие 13)	2
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Раздел 3. Синтез компьютерного управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 17) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (параграф 11.1)	2
Подготовка к практическим занятиям	А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (разделы 1-5) Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 2)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 14,15) Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (раздел 3)	2
Выполнение домашнего задания	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (раздел 5)	4
Выполнение курсовой работы	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (практические работы 2,3)	18
Итого по разделу 3		27
Раздел 4. Раздел 4. Метод пространства состояний в теории систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, параграф 17.1)	2
Подготовка к практическим занятиям	Б. Р. Андриевский. . Теоретические основы автоматизированного управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (главы 4-13,15)	2
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (параграфы 3.3, 7.3, 7.4)	2

Подготовка к контрольной работе	<p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (параграфы 2.1, 4.1)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 4,17,18)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 1)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (пункт 1.4.2, подразделы 8.1, 11.2)</p> <p>И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подраздел 5.3)</p> <p>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 2, параграфы 9.2, 11.2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекция 18)</p> <p>. Математические основы теории управления: избранные главы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подраздел 8.1)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 1,2,7,8)</p> <p>И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (подраздел 2.1)</p>	2
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Раздел 5. Анализ процессов в нелинейных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	<p>И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (занятия 13-14)</p> <p>. Математические основы теории управления: избранные главы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (подраздел 8.1)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 16-18)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразделы 7.1, 7.2)</p> <p>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (параграфы 7.1, 8.1-8.3)</p>	3
Подготовка к практическим занятиям	<p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (параграф 1.2, 2.1, 3.1, глава 6)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 3-10)</p>	2
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	<p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторные работы 3-5)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 25, 28, 29)</p>	7
Итого по разделу 5		12
Раздел 6. Раздел 6. Расчет случайных процессов в системах управления.		

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (13.1-13.2)	1
Подготовка к практическим занятиям	А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразделы 1.3, 2.3, 4.2, 8.4)	1
Подготовка к контрольной работе	В. А. Бесекаерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 11,22) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 22-24) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 11) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (практические занятия 10,11)	2
Итого по разделу 6		4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- курсовая работа;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Тест

Тест (диагностическая работа) включает в себя 10 вопросов. Время выполнения 20 минут. Успешное прохождение теста регистрируется при условии получения не менее 60% правильных ответов.

Курсовая работа

Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным вариантом задания.

Общие требования к выполнению и оформлению курсовой работы определяются действующими нормативными документами Университета.

Для обеспечения текущего контроля работы студента в течение семестра устанавливаются сроки выполнения этапов курсовой работы. Результаты выполнения отдельных этапов могут учитываться при определении итоговой оценки на защите работы.

Основанием для недопуска курсовой работы к защите могут быть:

- неполное или неверное выполнение индивидуального задания;
- отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или несоответствие их ГОСТ или ТУ;
- несоответствие пояснительной записки установленным требованиям.

Оценка за курсовую работу выставляется по результатам защиты студентом курсовой работы перед ответственным преподавателем или комиссией, назначенной заведующим кафедрой. Защита курсовой работы предусматривает краткий доклад студента и ответы его на вопросы, связанные с порядком выполнения работы и темами учебной дисциплины, охваченными курсовой работой.

Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в печатной, рукописной или электронной форме.

Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое домашнее задание содержит набор задач по исследованию динамического звена или системы управления в соответствии с темой домашнего задания и индивидуальным вариантом.

Критерии оценивания:

Домашнее задание считается выполненным успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик звена или системы.

Балльная оценка домашнего задания определяется технологической картой дисциплины.

Контрольная работа

Каждая контрольная работа включает в себя две задачи.

Балльная оценка контрольной работы определяется технологической картой дисциплины.

Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первых двух ЛР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению третьей и последующих ЛР необходима защита одной из выполненных ранее работ.

Требования к выполнению ЛР:

- по всем ЛР необходимо выполнение в среде Scilab/Scicos (MATLAB/Simulink, SiminTech) индивидуального задания и демонстрация результатов выполнения преподавателю.

Отчет по ЛР:

Требования к содержанию отчетов представлены в источнике Андриевский Б.Р., Емельянов В.Ю., Коротков Б.Ф. Теория управления: лабораторный практикум...

Отчеты по лабораторным работам могут быть представлены в печатной или электронной форме.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории с использованием тестовых вопросов.

Балльная оценка лабораторной работы определяется технологической картой дисциплины.

Дифференцированный зачет

Критерии оформления дифференцированного зачета определяются технологической картой дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.4	
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Основные сведения о компьютерных системах управления. Математическое описание цифровых и дискретных систем управления.	14	10	6	0	4	4	10	Курсовая работа, Тест
3	6	Раздел 2. Раздел 2. Анализ устойчивости и качества дискретных систем управления.	12	8	4	0	4	4	15	Контрольная работа, Домашнее задание, Курсовая работа, Тест
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Синтез компьютерного управления.	40	13	4	5	4	27	25	Контрольная работа, Лабораторная работа, Курсовая работа, Тест
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Метод пространства состояний в теории систем.	27	19	8	3	8	8	25	Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Анализ процессов в нелинейных системах.	39	27	8	9	10	12	15	Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест
3	6	Раздел 6. Раздел 6. Расчет случайных процессов в системах управления.	12	8	4	0	4	4	10	Контрольная работа, Тест
Всего за 6 семестр			144	85	34	17	34	59	100	
Всего по дисциплине			144	85	34	17	34	59	100	

ПК-1.4 - Способен разрабатывать аппаратные и программные средства автоматизации обработки информации и управления в технических системах

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из представленных вариантов корней характеристического полинома соответствуют устойчивой дискретной системе?

1. $0,8$ и $-0,4$

2. $-2 \pm 0,8j$

3. $-0,5 \pm 0,5j$

4. $-0,2$ и $-1,2$

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Разомкнутый контур системы выполняет функцию цифрового аналога интегратора с передаточной функцией

$W(z) = 1/(z - 1)$. При каких вариантах входного сигнала установившаяся ошибка в замкнутой системе с единичной отрицательной обратной связью будет иметь ограниченное значение?

1. $g(n) = 8n$

2. $g(n) = 3n^2$

3. $g(n) = 10$

4. $g(n) = n+2$

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Найдите нули и полюса передаточной функции дискретной системы

$$W(z) = \frac{10(z - 0.5)(z - 2)}{z^2 - 2z + 1}$$

1. Нули 0.5 и 2

2. Полюса 0.5 и 2

3. Нули 1 и 1

4. Полюса 1 и 1

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Передаточная функция системы, описываемой разностным уравнением $y[n+2] + 0,2y[n] = 5g[n]$, имеет вид ...

1. $5/(z^2 - 0,2)$

2. $5/(z^2 + 0,2)$

3. $5/(0,2z^2 + 1)$

4. $1/(0,2z + 5)$

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Динамика дискретной замкнутой системы описывается разностным уравнением

$$y[n+1] = -0,5y[n] + 8g[n], \quad g[n]=0, \quad y[0] = C.$$

Собственное движение системы будет...

1. ... сходящимся к 8 аperiодическим
2. ... сходящимся к нулю аperiодическим
3. ... сходящимся к нулю колебательным
4. ... расходящимся

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Задано разностное уравнение замкнутой дискретной системы.

Как обеспечить возможность анализа устойчивости системы с помощью алгебраических критериев, известных для непрерывных систем?

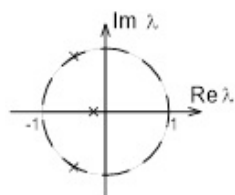
№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между расположением корней характеристического уравнения дискретной системы на комплексной плоскости и выводом об устойчивости системы.

Расположение корней

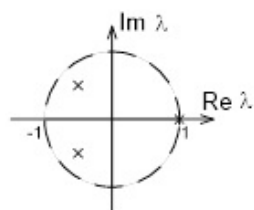
Вывод об устойчивости

1.



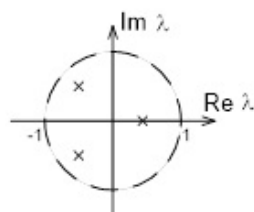
А. Устойчива

2.



Б. Неустойчива

3.



В. Находится на аperiодической (нейтральной) границе устойчивости

Г. Находится на колебательной границе устойчивости

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Задано разностное уравнение дискретной системы. При каком условии система будет иметь максимальное быстродействие и как будет оцениваться время переходного процесса (порядок системы 3, величина такта дискретизации 0,01 с.)?

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий для перехода от псевдочастотной передаточной функции регулятора или корректирующего устройства к алгоритму формирования сигнала управления.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Перейти к разностному уравнению регулятора.
2. Заменой переменной перейти к дискретной передаточной функции $W(z)$.
3. Перейти к алгоритму формирования сигнала управления.
4. Заменой переменной перейти к передаточной функции $W(w)$.

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между разностным уравнением замкнутой дискретной системы и корнями характеристического полинома.

Уравнение	Корни
1. $y[n+2] = 4y[n+1] + 10g[n]$	А. -1 и -1
2. $y[n+2] = 0,25y[n] + 10g[n]$	Б. $\pm 0,5$
3. $y[n+2] = 10g[n]$	В. 0 и 0
	Г. 0 и 4

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий для построения логарифмических псевдочастотных характеристик дискретной (импульсной) системы при заданных передаточных функциях непрерывной части и экстраполятора в форме $W(s)$.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Заменой переменной перейти к псевдочастотной передаточной функции.
2. Составить выражения и построить логарифмические псевдочастотные характеристики.
3. Заменой переменной перейти к передаточной функции $W(w)$.
4. Составить дискретную передаточную функцию непрерывной части совместно с экстраполятором $W(z)$.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Коэффициент передачи k разомкнутого контура дискретной системы с передаточной функцией $W(z)=k/(z-1)$, для устойчивости замкнутой системы с единичной отрицательной обратной связью должен удовлетворять условию...

1. $k > 0$
2. -1
3. 0
4. $k < 1$