Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 18:24:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____ / Д.Г. Демидов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы и алгоритмы управления динамическими системами

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки (образовательная программа)
«Интеллектуальные беспилотные системы»

Год начала обучения:
2025

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2025

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана Московского политехнического университета по направлению (специальности) 09.03.01 Информатики и вычислительная техника, по профилю подготовки Интеллектуальные беспилотные системы

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры  / Т.Т. Идиатуллов /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент  / Е.В. Петрунина /

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Методы и алгоритмы управления динамическими системами» следует отнести:

- формирование у студентов теоретических представлений о законах функционирования систем автоматического управления и умения практически использовать методы теории автоматического управления в будущей инженерной деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Методы и алгоритмы управления динамическими системами» следует отнести:

- дать студентам знания о классификации систем автоматического управления, принципах их построения и показателях качества их функционирования;
- обучить студентов методам анализа и синтеза автоматических систем;
- обучить студентов основам работы с современными программными пакетами моделирования систем автоматического управления.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Методы и алгоритмы управления динамическими системами» относится к числу базовой части (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Методы и алгоритмы управления динамическими системами» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части базового цикла (Б1):

-математический анализ;
- аналитическая геометрия и векторная алгебра;
- общая физика;
- основы электротехники и электроники;
- технические средства автоматизации и управления.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-2	Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.	**знать:** -принципы управления и классификацию систем управления; -типовые динамические звенья и их характеристики; **уметь:** -выполнять структурные преобразования; -оценить устойчивость линейной стационарной системы;

		владеть: -различными приёмами составления и описания математических моделей систем; -аппаратом преобразования Лапласа

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 72 часов – самостоятельная работа студентов).

На третьем курсе в **пятом** семестре выделяется 4 зачетные единицы т.е. **144** академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Пятый семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Методы и алгоритмы управления динамическими системами» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Структура и содержание разделов дисциплины.

Тематика лекционных занятий

Тема 1. Введение

Цели и задачи дисциплины, содержание.

Линейные САУ

Принцип отрицательной обратной связи в управлении.

Примеры Систем Автоматического Управления (САУ) элементарными техническими и технологическими процессами: угловой скоростью, угловым положением вала, давлением, концентрацией, температурой, уровнем, расходами жидкостей и газов Постановка задачи синтеза и анализа САУ.

Тема 2. Языки описания САУ.

Дифференциальные уравнения, передаточные, переходные функции. Логарифмические Амплитудно-фазовые частотные характеристики (ЛАФЧХ).

Тема 3. Элементарные звенья.

Декомпозиция линейных САУ. Элементарные звенья. ЛАФЧХ, передаточные, переходные функции звеньев: безинерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, колебательного, звена чистого запаздывания. Примеры

соответствия математического описания технических средств управления и физико–технологических процессов передаточным функциям элементарных звеньев.

Тема 4.Передаточные функции замкнутых САУ.

Передаточные функции САУ по управлению, возмущению, ошибке. Задачи слежения и стабилизации.

Примеры применения принципа отрицательной обратной связи в инженерном проектировании процессов и аппаратов: стабилизация значения коэффициента передачи устройства при нестабильности активных элементов; формирование заданных нелинейных характеристик; реализация динамических структур с заданными передаточными функциями, подавление возмущающих воздействий; увеличение быстродействия; управление неустойчивыми процессами.

Тема 5. Устойчивость САУ.

Физический смысл устойчивости системы с отрицательной обратной связью в частотной интерпретации. Переход от физической картины явления к критерию устойчивости замкнутой САУ в терминах ЛАФЧХ разомкнутой системы, а также на комплексной плоскости.

Тема 6. Качество САУ.

Показатели качества САУ (время регулирования, точность, перерегулирование). Связь показателей качества замкнутой САУ с ЛАФЧХ разомкнутой САУ. Условия монотонности переходной функции САУ. Воспроизведение квазипостоянных воздействий. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы.

Тема 7. Синтез САУ.

Синтез САУ. Задача синтеза. Построение разомкнутой ЛАФЧХ системы управления,

реализующей заданные показатели качества замкнутой САУ. Синтез последовательных

корректирующих устройств. ПИД – законы регулирования.

Тема 8. Промышленные САУ.

Информационные и метрологические стандарты технических средств ГСП для измерения физических параметров, воздействия на процесс, автоматического управления. Современные технические средства промышленных САУ. Каталоги фирм производителей технических средств АСУТП.

ПИД – законы регулирования. Промышленные автоматические регуляторы с выходом в терминах стандартного аналогового унифицированного сигнала и/или перемещения выходного вала исполнительного механизма.

\

Тема 9. Нелинейные САУ.

Нелинейные элементы в САУ. Примеры. Особенности анализа нелинейных САУ (НСАУ).

Анализ НСАУ методом гармонического баланса. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации типовых нелинейных законов управления. Логарифмические характеристики типовых н5елинейных элементов /НЭ/.. Метод гармонического баланса в терминах ЛАФЧХ и логарифмических характеристик НЭ. Графоаналитический метод решение гармонического баланса в НСАУ на логарифмической плоскости. Примеры.

Тема 10. Цифровые САУ (ЦСАУ).

ЦВМ в контуре управления. Преобразование сигналов в системе. Особенности структуры ЦСАУ. Математическая модель квантователя и экстраполятора.

Z-преобразование для анализа ЦСАУ. Вычисление прямого и обратного преобразования. Дискретные передаточные функции (ДПФ) цифровых и непрерывных устройств.

ДПФ разомкнутых и замкнутых ЦСАУ. Анализ ЦСАУ в частотной области. Аналогии с методами анализа непрерывных систем в частотной области. Билинейное преобразование. Псевдочастота λ. Критерий устойчивости на логарифмической jλ-псевдочастотной области.

Влияние квантования во времени на устойчивость ЦСАУ. Выбор частоты квантования в ЦСАУ, не ухудшающей показатели качества работы непрерывного прототипа системы управления. Область идентичности ЛАФЧХ разомкнутой непрерывной САУ - прототипа ЦСАУ и псевдочастотных логарифмических характеристик разомкнутой ЦСАУ. Оценка качества замкнутой ЦСАУ по псевдочастотным логарифмическим характеристикам разомкнутой ЦСАУ. Примеры.

Тематика лабораторных работ

1. Исследование динамических свойств типовых звеньев САУ по временным характеристикам
2. Исследование динамических свойств типовых звеньев САУ по частотным характеристикам
3. Экспериментальное определение динамических характеристик и оценка устойчивости линейной САУ.
4. Исследование точности линейной САУ в установившихся режимах.
5. Исследование системы автоматического управления методом пространства состояний.
6. Исследование устойчивости дискретной системы автоматического управления.
7. Исследование качества дискретной системы автоматического управления.
8. Исследование нелинейных систем автоматического управления.

Тематика вопросов для самостоятельного изучения

Тематика вопросов для самостоятельного изучения охватывает проработку тем лекционного курса и тематики лабораторных работ, включая подготовку к контрольному опросу лекционного материала и защиту лабораторных работ.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Методы и алгоритмы управления динамическими системами» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам измерений, испытаний и контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Методы и алгоритмы управления динамическими системами» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- рефераты по темам: «Расчет характеристик системы автоматического управления», «Синтез системы автоматического управления» (индивидуально для каждого обучающегося);
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.
- подготовка и выступление с презентацией и обсуждением на тему реферата «Расчет характеристик системы автоматического управления» (индивидуально для каждого обучающегося)
- подготовка и выступление с презентацией и обсуждением на тему реферата «Синтез системы автоматического управления» (индивидуально для каждого обучающегося)

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита рефератов.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Паспорт фонда оценочных средств.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины «Технология, оборудование и моделирование листовой штамповки»	Наименование оценочного средства
	Тема 1. Введение	
1	Цели и задачи дисциплины, содержание.	Контрольные вопросы,тесты
	Линейные САУ	
2	**Принцип отрицательной обратной связи в управлении**.	Контрольные вопросы, тесты
	Примеры Систем Автоматического Управления (САУ) элементарными техническими и технологическими процессами: угловой скоростью, угловым положением вала, давлением, концентрацией, температурой, уровнем, расходами жидкостей и газов Постановка задачи синтеза и анализа САУ.	
3	**Тема 2. Языки описания САУ.**	Контрольные вопросы, тесты
	Дифференциальные уравнения, передаточные, переходные функции. Логарифмические Амплитудно-фазовые частотные характеристики (ЛАФЧХ).	
4	**Тема3. Элементарные звенья.**	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
	Декомпозиция линейных САУ. Элементарные звенья. ЛАФЧХ, передаточные, переходные функции звеньев: безинерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, колебательного, звена чистого запаздывания. Примеры соответствия математического описания технических средств управления и физико–технологических процессов передаточным функциям элементарных звеньев.	
5	**Тема 4.Передаточные функции замкнутых САУ**.	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.

6	Передаточные функции САУ по управлению, возмущению, ошибке. Задачи слежения и стабилизации. Примеры применения принципа отрицательной обратной связи в инженерном проектировании процессов и аппаратов: стабилизация значения коэффициента передачи устройства при нестабильности активных элементов; формирование заданных нелинейных характеристик; реализация динамических структур с заданными передаточными функциями, подавление возмущающих воздействий; увеличение быстродействия; управление неустойчивыми процессами.	.
	Тема 5. Устойчивость САУ.	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
7	Физический смысл устойчивости системы с отрицательной обратной связью в частотной интерпретации. Переход от физической картины явления к критерию устойчивости замкнутой САУ в терминах ЛАФЧХ разомкнутой системы, а также на комплексной	
	Тема 6. Качество САУ.	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
8	Показатели качества САУ (время регулирования, точность, перерегулирование). Связь показателей качества замкнутой САУ с ЛАФЧХ разомкнутой САУ. Условия монотонности переходной функции САУ. Воспроизведение квазипостоянных воздействий. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы.	
	Тема 7. Синтез САУ.	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
9	Синтез САУ. Задача синтеза. Построение разомкнутой ЛАФЧХ системы управления, реализующей заданные показатели качества замкнутой	

	САУ. Синтез последовательных корректирующих устройств. ПИД – законы регулирования.	
	Тема 8. Промышленные САУ.	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
10	Информационные и метрологические стандарты технических средств ГСП для измерения физических параметров, воздействия на процесс, автоматического управления. Современные технические средства промышленных САУ. Каталоги фирм производителей технических средств АСУТП. ПИД – законы регулирования. Промышленные автоматические регуляторы с выходом в терминах стандартного аналогового унифицированного сигнала и/или перемещения выходного вала исполнительного механизма.	
	Тема 9. Нелинейные САУ.	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
11	Нелинейные элементы в САУ. Примеры. Особенности анализа нелинейных САУ (НСАУ). Анализ НСАУ методом гармонического баланса. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации типовых нелинейных законов управления. Логарифмические характеристики типовых н5елинейных элементов /НЭ/.. Метод гармонического баланса в терминах ЛАФЧХ и логарифмических характеристик НЭ. Графоаналитический метод решение гармонического баланса в НСАУ на логарифмической плоскости. Примеры.	
	Тема 10. Цифровые САУ (ЦСАУ).	Защита лабораторных работ. Контрольные вопросы.
12	ЦВМ в контуре управления. Преобразование сигналов в системе. Особенности структуры ЦСАУ.	

	Математическая модель квантователя и экстраполятора. Z-преобразование для анализа ЦСАУ. Вычисление прямого и обратного преобразования. Дискретные передаточные функции (ДПФ) цифровых и непрерывных устройств. ДПФ разомкнутых и замкнутых ЦСАУ. Анализ ЦСАУ в частотной области. Аналогии с методами анализа непрерывных систем в частотной области. Билинейное преобразование. Псевдочастота λ. Критерий устойчивости на логарифмической jλ-псевдочастотной области. Влияние квантования во времени на устойчивость ЦСАУ. Выбор частоты квантования в ЦСАУ, не ухудшающей показатели качества работы непрерывного прототипа системы управления. Область идентичности ЛАФЧХ разомкнутой непрерывной САУ - прототипа ЦСАУ и псевдочастотных логарифмических характеристик разомкнутой ЦСАУ. Оценка качества замкнутой ЦСАУ по псевдочастотным логарифмическим характеристикам разомкнутой ЦСАУ. Примеры.	

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-2 -Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

знать: -принципы управления и классификацию систем управления; -типовые динамические звенья и их характеристики;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: принципов управления и классификацию систем управления; типовых динамических звеньев и их характеристик.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: принципов управления и классификацию систем управления; типовых динамических звеньев и их характеристик. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: принципов управления и классификацию систем управления; типовых динамических звеньев и их характеристик, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: принципов управления и классификацию систем управления; типовых динамических звеньев и их характеристик, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: -выполнять структурные преобразования; -оценить устойчивость линейной стационарной системы;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять структурные преобразования; оценить устойчивость линейной стационарной системы.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять структурные преобразования; оценить устойчивость линейной стационарной	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнять структурные преобразования; оценить устойчивость линейной	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнять структурные преобразования; оценить устойчивость линейной стационарной

		системы; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	стационарной системы. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	системы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: -различными приёмами составления и описания математических моделей систем; --аппаратом преобразования Лапласа;	-Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет различными приёмами составления и описания математических моделей систем; аппаратом преобразования Лапласа.	-Обучающийся владеет навыками практического применения различных приёмов составления и описания математических моделей систем, аппаратом преобразования Лапласа, в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся	-Обучающийся частично владеет навыками практического применения различных приёмов составления и описания математических моделей систем, аппаратом преобразования Лапласа, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях,	-Обучающийся в полном объеме владеет навыками практического применения различных приёмов составления и описания математических моделей систем, аппаратом преобразования Лапласа, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Курс теории автоматического управления. Первозванский А.А. Издательство "Лань" Год:2015. Издание: 3-е изд., стер. Страниц:624 страниц. https://e.lanbook.com/.

2.Теория автоматического управления (аналитические методы). Учебник для вузов.

http://www.knigafund.ru/.

б) дополнительная литература:

1.Лабораторный практикум по дисциплине " Теория автоматического управления ": учебное пособие для вузов. Певзнер Л. Д., Дмитриева В.В. Московский государственный горный университет 2010 г. 127 страниц.http://www.knigafund.ru/

2. Теория автоматического управления: учебник.Цветкова О. Л. Директ-Медиа 2016 г. 207 страниц. http://www.knigafund.ru/

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Две специализированные учебные лаборатории кафедры АиУ Ауд. АВ2507, АВ2618 оснащенные программным обеспечением MATLAB.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов цифровой обработки сигналов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

10. Методические рекомендации для преподавателя

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля.

Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Следует предоставить возможность выступления с места в виде кратких сообщений по подготовленному заранее вопросу.

Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»** по профилю подготовки «Интеллектуальные беспилотные системы»

Структура и содержание дисциплины «Методы и алгоритмы управления динамическими системами»
по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
по профилю подготовки **«Интеллектуальные беспилотные системы»**

№ № п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	ПР	ДС	УО	Т	Э	З
Семестр 5														
1.1	**Тема 1. Введение** Цели и задачи дисциплины, содержание. **Линейные САУ** **Принцип отрицательной обратной связи в управлении**. Примеры Систем Автоматического Управления (САУ) элементарными техническими и технологическими процессами: угловой скоростью, угловым положением вала, давлением, концентрацией, температурой, уровнем, расходами жидкостей и газов Постановка задачи синтеза и анализа САУ.													

1.2	Л.Р.1. Исследование динамических свойств типовых звеньев САУ по временным характеристикам													
1.3	**Тема 2. Языки описания САУ.** Дифференциальные уравнения, передаточные, переходные функции. Логарифмические Амплитудно-фазовые характеристики (ЛАФЧХ).													
1.4	Л.Р.1. Исследование динамических свойств типовых звеньев САУ по временным характеристикам													
1.5	**Тема3. Элементарные звенья.** Декомпозиция линейных САУ. Элементарные звенья. ЛАФЧХ, передаточные, переходные функции звеньев: безинерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, колебательного, звена чистого запаздывания. Примеры соответствия математического описания технических средств управления и физико–технологических процессов передаточным функциям элементарных звеньев.													
1.6	Л.Р.2. Исследование динамических свойств типовых звеньев САУ по частотным характеристикам													

1.7	**Тема 4.Передаточные функции замкнутых САУ**. Передаточные функции САУ по управлению, возмущению, ошибке. Задачи слежения и стабилизации. Примеры применения принципа отрицательной обратной связи в инженерном проектировании процессов и аппаратов: стабилизация значения коэффициента передачи устройства при нестабильности активных элементов; формирование заданных нелинейных характеристик; реализация динамических структур с заданными передаточными функциями, подавление возмущающих воздействий; увеличение быстродействия; управление неустойчивыми процессами.													
1.8	Л.Р.2. Исследование динамических свойств типовых звеньев САУ по частотным характеристикам													
1.9	**Тема 5. Устойчивость САУ.** Физический смысл устойчивости системы с отрицательной обратной связью в частотной интерпретации. Переход от физической картины явления к критерию устойчивости замкнутой САУ в терминах ЛАФЧХ разомкнутой													

	системы, а также на комплексной плоскости.													
1.10	Л.Р.3. Экспериментальное определение динамических характеристик и оценка устойчивости линейной САУ.													
1.11	**Тема 6. Качество САУ.** Показатели качества САУ (время регулирования, точность, перерегулирование). Связь показателей качества замкнутой САУ с ЛАФЧХ разомкнутой САУ. Условия монотонности переходной функции САУ. Воспроизведение квазипостоянных воздействий. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы.													
1.12	Л.Р.3. Экспериментальное определение динамических характеристик и оценка устойчивости линейной САУ.													
1.13	**Тема 7. Синтез САУ.** Синтез САУ. Задача синтеза. Построение разомкнутой ЛАФЧХ системы управления, реализующей заданные показатели качества замкнутой САУ. Синтез последовательных корректирующих устройств. ПИД – законы регулирования.													

1.14	Л.Р.4. Исследование точности линейной САУ в установившихся режимах.													
1.15	**Тема 8. Промышленные САУ.** Информационные и метрологические стандарты технических средств ГСП для измерения физических параметров, воздействия на процесс, автоматического управления. Современные технические средства промышленных САУ. Каталоги фирм производителей технических средств АСУТП.													
1.16	Л.Р.4. Исследование точности линейной САУ в установившихся режимах.													
1.17	**Тема 8. Промышленные САУ.** ПИД – законы регулирования. Промышленные автоматические регуляторы с выходом в терминах стандартного аналогового унифицированного сигнала и/или перемещения выходного вала исполнительного механизма.													
2.1	**Тема 9. Нелинейные САУ.** Нелинейные элементы в САУ. Примеры. Особенности анализа													

	нелинейных САУ (НСАУ).													
2.2	Л.Р.5. Исследование системы автоматического управления методом пространства состояний.													
2.3	Анализ НСАУ методом гармонического баланса. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации типовых нелинейных законов управления.													
2.4	Логарифмические характеристики типовых н5елинейных элементов /НЭ/.. Метод гармонического баланса в терминах ЛАФЧХ и логарифмических характеристик НЭ. Графоаналитический метод решение гармонического баланса в НСАУ на логарифмической плоскости. Примеры.													
2.5	Л.Р.6. Исследование устойчивости дискретной системы автоматического управления.													
2.6	**Тема 10. Цифровые САУ (ЦСАУ).** ЦВМ в контуре управления. Преобразование сигналов в системе. Особенности структуры ЦСАУ. Математическая модель квантователя и экстраполятора. Z-преобразование для анализа ЦСАУ.													
2.7	Вычисление прямого и обратного преобразования. Дискретные передаточные функции (ДПФ) цифровых													

	и непрерывных устройств. ДПФ разомкнутых и замкнутых ЦСАУ.													
2.8	Л.Р.7.Исследование качества дискретной системы автоматического управления.													
3.1	Анализ ЦСАУ в частотной области. Аналогии с методами анализа непрерывных систем в частотной области. Билинейное преобразование. Псевдочастота λ. Критерий устойчивости на логарифмической jλ- псевдочастотной области .													
3.2	Влияние квантования во времени на устойчивость ЦСАУ. Выбор частоты квантования в ЦСАУ, не ухудшающей показатели качества работы непрерывного прототипа системы управления.													
3.3	Л.Р.8. Исследование нелинейных систем автоматического управления.													
3.4	Область идентичности ЛАФЧХ разомкнутой непрерывной САУ - прототипа ЦСАУ и псевдочастотных логарифмических характеристик разомкнутой ЦСАУ.													
3.5	Оценка качества замкнутой ЦСАУ по псевдочастотным логарифмическим характеристикам разомкнутой ЦСАУ. Примеры.													
3.6	Л.Р.8.(2) Исследование замкнутых нелинейных систем автоматического управления													

3.7	Итоговое занятие. Прием лабораторных работ.													
	Всего часов по дисциплине в шестом семестре													
	Форма аттестации												**Э**	
	Всего часов по дисциплине													

Приложение 1
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

ОП (профиль): «Интеллектуальные беспилотные системы»
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

производственно-технологическая, организационно-управленческая

Кафедра: «СМАРТ-технологии»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Методы и алгоритмы управления динамическими системами

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Перечень вопросов для экзамена и зачета
Варианты тестовых вопросов

Составитель:

Крыжановская Т.Г.

Москва, 2025

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Методы и алгоритмы управления динамическими системами					
ФГОС ВО **09.03.01 «СМАРТ-технологии»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
ПК-2	Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.	**знать:** -принципы управления и классификацию систем управления; -типовые динамические звенья и их характеристики; **уметь:** -выполнять структурные преобразования; -оценить устойчивость линейной стационарной системы; **владеть:** -различными приёмами составления и описания математических моделей систем; -аппаратом преобразования Лапласа;	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	Т, Экзамен, зачет	**Базовый уровень** - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень** - практическое применение полученных знаний в процессе изучения дисциплины; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 1 к РП.

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

«Методы и алгоритмы управления динамическими системами»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет информационных технологий, кафедра «СМАРТ-технологии»
Дисциплина «Методы и алгоритмы управления динамическими системами»
Образовательная программа 09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
ОП Интеллектуальные беспилотные системы
Курс 3, семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1.Частотные характеристики импульсных систем.
2. Анализ устойчивости дискретных систем. Анализ устойчивости на Z- плоскости.
3. Алгебраические критерии устойчивости.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 202_ г., протокол №_.

Зав. кафедрой _____ /_____/

Вопросы к зачету

Вопросы	**Компетенция**
1. Автоматическое управление. Структура системы автоматического управления. 2. Классификация систем автоматического управления. 3. Разбиение системы на звенья. Уравнения звеньев системы. Линеаризация. 4. Передаточная функция. Переходные характеристики звеньев. 5. Частотные характеристики звеньев. 6. Типовые звенья. Апериодическое звено. 7. Типовые звенья. Колебательное звено. 8. Типовые звенья. Интегрирующее звено. 9. Типовые звенья. Дифференцирующее звено. 10. Последовательное соединение звеньев направленного действия. 11. Параллельное соединение звеньев направленного действия. 12. Звено, охваченное обратной связью.	ПК–6

1. Одноконтурная САУ. 2. Многоконтурная одномерная САУ. Структурные преобразования. 3. Построение частотных характеристик системы по частотным характеристикам звеньев. 4. Устойчивость линейных САУ. 5. Критерий устойчивости Рауса- Гурвица. 6. Критерий устойчивости Михайлова. 7. Критерий устойчивости Найквиста. 8. Качество переходных процессов в линейных САУ. Показатели качества. 9. Оценка быстродействия и запаса устойчивости корневыми методами. 10. Оценка точности САУ. Коэффициенты погрешности. 11. Синтез регуляторов. ПИД-регуляторы. Коррекция ЛАФЧХ.	ПК–8

Вопросы к экзамену

Вопросы	Компетенция
1.Структура цифровых автоматических систем. 2. Виды квантования сигналов. Виды импульсной модуляции. 3.Экстраполятор. Математическое описание экстраполятора. 4. Модели линейных дискретных систем управления. Разностные уравнения. 5.Z-преобразование. Вычисление. Основные теоремы. 6.Дискретная передаточная функция. 7. Цифровой интегратор по Эйлеру. 8.Решение линейных разностных уравнений с помощью Z- преобразования. 9.Временные характеристики импульсных систем. 10. Частотные характеристики импульсных систем. 11. Анализ устойчивости дискретных систем. Анализ устойчивости на Z-плоскости. 12. Алгебраические критерии устойчивости. 13. Частотные критерии устойчивости.	ПК–6
14. Анализ качества дискретных систем управления. Показатели качества. Запасы устойчивости. Установившиеся ошибки. Интегральные показатели. 15. Синтез дискретных систем автоматического управления (САУ). Определение параметров дискретных ПИД регуляторов. 16. Основные типы нелинейных звеньев. 17. Соединение нелинейных звеньев. 18. Структурные преобразования нелинейных систем.	ПК–8

19. Метод припасовывания для исследования динамических свойств нелинейных систем. 20. Метод фазовых траекторий при анализе линейных систем. 21. Метод фазовых траекторий при анализе нелинейных систем. 22. Исследование релейных САУ. 23. Колебательные процессы в релейных системах. 24. Устойчивость нелинейных систем. Общее определение. 25. Прямой метод исследования устойчивости нелинейных систем. 26. Условие абсолютной устойчивости нелинейных систем. 27. Метод гармонической линеаризации.	

Фонд тестовых заданий

Вопросы	Компетенция
Вопрос №1: Для отыскания общего решения уравнения линейной системы могут быть использованы? 1. h (t). 2. k (t). 3. W (jro). 4. W (p). Варианты ответов: 1. п.п.1, 2, 3, 4. 2. п. 1. 3. п.2. 4. п.3. 5. п.4. 6. п.п.1, 2. 7. п.п.3, 4. 8. п.п. 1, 2, 3. 9. п.п. 1, 2, 4. 10 п.п. 1, 3, 4. . 11 п.п. 2, 3. . 12 п.п. 2, 3, 4. . 13. Нет правильных ответов. **Вопрос № 2:** Схема, в которой каждой математической операции преобразования сигнала соответствует определенное динамическое звено, называется? Варианты ответов: 1. Структурной. 2. Функциональной. 3. Принципиальной. 4. Типовой. 5. Упрощенной.	ПК–6

Вопрос № 3:
Схема, поясняющая принцип действия САР,
называется?
Варианты ответов:

1. Функциональной.
2. Принципиальной.
3. Структурной.
4. Типовой.
5. Упрощенной.

Вопрос № 4:
Схема, дающая представление о характере преобразования сигнала в системе как при статическом, так и динамическом процессах, называется?
Варианты ответов:

1. Структурной.
2. Функциональной.
3. Принципиальной.
4. Типовой.
5. Упрощенной.

Вопрос № 5:
Как преобразуются структурные схемы
САР? Варианты ответов:

1. Путем переноса звеньев, элементов сравнения и точек разветвления.
2. Путем переноса звеньев структурной схемы слева направо.
3. Путем переноса звеньев структурной схемы справа налево.
4. Определением эквивалентной передаточной функции динамической системы.
5. Нет правильных ответов.

Вопрос № 6:
Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования Лапласа регулируемой величины к преобразованию Лапласа сигнала ошибки?
Варианты ответов:

1. Разомкнутой САР.
2. Замкнутой САР.
3. Замкнутой САР по ошибке.
4. Замкнутой САР по возмущению.
5. САР по ошибке относительно возмущения.

Вопрос № 7:
Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования Лапласа регулируемой величины к преобразованию Лапласа рассогласования?
Варианты ответов:

1. Разомкнутой САР.
2. Замкнутой САР.
3. Замкнутой САР по ошибке.
4. Замкнутой САР по возмущению.
5. САР по ошибке относительно возмущения.
6. Нет правильных ответов.

Вопрос № 8:
Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования

Лапласа регулируемой величины к преобразованию Лапласа задающего воздействия? Варианты ответов: 1. Замкнутой САР 2. Разомкнутой САР. 3. Замкнутой САР по ошибке. 4. Замкнутой САР по возмущению. 5. САР по ошибке относительно возмущения. 6. Нет правильных ответов. **Вопрос № 9:** Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования Лапласа ошибки и задающего воздействия? Варианты ответов: 1. Замкнутой САР по ошибке. 2. Замкнутой САР по возмущению. 3. Замкнутой САР 4. Разомкнутой САР. 5. САР по ошибке относительно возмущения. 6. Нет правильных ответов. **Вопрос № 10:** Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования регулируемой величины и возмущения? Варианты ответов: 1. Замкнутой САР по возмущению. 2. Замкнутой САР по ошибке. 3. САР по ошибке относительно возмущения. 4. Замкнутой САР 5. Разомкнутой САР. 6. Нет правильных ответов. **Вопрос № 11:** Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования Лапласа ошибки и i-го возмущения? Варианты ответов: 1. САР по ошибке относительно возмущения. 2. Замкнутой САР по возмущению. 3. Замкнутой САР по ошибке. 4. Замкнутой САР 5. Разомкнутой САР. 6. Нет правильных ответов.	
Вопрос № 1: Какими уравнениями описываются процессы в САР? Варианты ответов: 1. Дифференциальными или интегральными. 2. Дифференциальными и интегральными. 3. Дифференциальными. 4. Интегральными. 5. Линейными. 6. Нет правильных ответов.	ПК–8

Вопрос № 2:
Как выполняют линеаризацию нелинейных
уравнений?
Варианты ответов:

1. При малых отклонениях всех независимых переменных от установившихся значений на основе разложения в ряд Тейлора.
2. Приведением уравнения, описывающего САР к стандартной форме записи.
3. Заменой исходной нелинейной зависимости отрезком касательной, проведенной к ней в начальной точке.
4. Заменой исходной нелинейной зависимости отрезком касательной, проведенной к ней в точке, соответствующей номинальному режиму.
5. .При малых отклонениях всех независимых переменных от номинальных значений на основе разложения в ряд Тейлора.
6. Разложением в ряд Тейлора.

Вопрос № 3:
Принцип суперпозиции применим для
уравнений?
Варианты ответов:

1. Линейных.
2. Нелинейных.
3. Дифференциальных.
4. Интегральных.
5. Не имеющих разрывов 1 -го рода.
6. Не имеющих разрывов 2-го рода.
7. Нет правильных ответов.

Вопрос № 4:
Если нелинейные зависимости в установившемся режиме описываются непрерывными функциями, заданными в виде аналитических зависимостей и графиков, то целесообразно применить линеаризацию?
Варианты ответов:

1. На основе разложения в ряд Тейлора.
2. На основе разложения в ряд Фурье.
3. Не основе преобразования Лапласа.
4. Гармоническую.
5. Статическую.

Вопрос № 5:
Функция следующего вида: г 0 при t < 0, i 1 при t > 0,
представляет собой?
Варианты ответов:

1. Единичный скачок.
1. Переходную функцию.
2. Единичный импульс.
3. Импульсная характеристика.
4. Весовая характеристика.
5. Функция Грина.
6. Частотная характеристика.
7. Передаточная функция.
8. Дельта- функция.
9. Нет правильных ответов.

Вопрос № 6:
Функция следующего вида:
0 при t <> 0,
| GO при t = 0, представляет собой ?
Варианты ответов:
1. Единичный импульс.
2. Единичный скачок.
3. Передаточную функцию.
4. Импульсная характеристика.
5. Весовая характеристика.
6. Функция Грина.
7. Частотная характеристика.
8. Передаточная функция.
9. Дельта- функция.
10. Нет правильных ответов.

Вопрос № 7:
Реакция системы на единичный скачок называется?
Варианты ответов:
1. Переходной функцией.
2. Единичным скачком.
3. Единичным импульсом.
4. Импульсной характеристикой.
5. Весовой характеристикой.
6. Функцией Грина.
7. Частотной характеристикой.
8. Передаточной функцией.
9. Дельта- функцией.
10. Нет правильных ответов.

Вопрос № 8:
Реакция системы на единичный импульс
называется ?
Варианты ответов:
1. Импульсной характеристикой.
2. Весовой характеристикой.
3. Функцией Грина.
4. Переходной функцией.
5. Единичным скачком.
6. Частотной характеристикой.
7. Передаточной функцией.
8. Дельта- функцией.
9. Нет правильных ответов.

Вопрос № 9:
Какова связь между переходной функцией и импульсной характеристикой
САР ?
Варианты ответов:
1. k (t) = dh (t) / dt.
2. k (t) = h (t).
3. h (t) = dk (t) / d&.
4. k (t) = h Л 2 (t).
5. k (t) = 1 / h (t).

6. Нет правильных ответов. **Вопрос № 10:** С какой из нижеперечисленных W (j w) описывает одни и те же свойства ? Варианты ответов: 1. С импульсной. 2. С переходной. 3. С весовой. 4. С передаточной. 5. Нет правильных ответов. **Вопрос № 11** : Что такое Бел? Варианты ответов: 1. Логарифмическая единица, соответствующая десятикратному увеличению мощности. 2. Единица измерения, соответствующая десятикратному увеличению мощности. 3. Логарифмическая единица, соответствующая десятикратному увеличению амплитуды. 4. Единица измерения, соответствующая десятикратному увеличению амплитуды. 5. Нет правильных ответов.	