

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Адаптивные и оптимальные системы управления**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Косой А.А.
	Идентификатор	Rf765ead2-KosoyAA-01b8e7ed

А.А. Косой

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

С.В. Мезин

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

С.В. Мезин

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в организации разработки, внедрения и сопровождения АСУТП, разработке мероприятий по повышению качества АСУ ТП и её элементов

ИД-1 Демонстрирует знание основ современной теории оптимизации, адаптивного и оптимального управления технологическими процессами, применяет методы описания в пространстве состояний и синтеза оптимальных алгоритмов во временной области

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Адаптивные и оптимальные системы управления. Исследовательские задачи (Индивидуальный проект)

2. контрольная работа №1. Тема – «Описание систем в пространстве состояний (Контрольная работа)

3. контрольная работа №2. Тема – «Статическая оптимизация» (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Адаптивные и оптимальные системы управления. Создание математической модели. (Индивидуальный проект)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 контрольная работа №1. Тема – «Описание систем в пространстве состояний (Контрольная работа)

КМ-2 контрольная работа №2. Тема – «Статическая оптимизация» (Контрольная работа)

КМ-3 Адаптивные и оптимальные системы управления. Создание математической модели. (Индивидуальный проект)

КМ-4 Адаптивные и оптимальные системы управления. Исследовательские задачи (Индивидуальный проект)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16

Введение в теорию оптимального управления				
Введение в теорию оптимального управления		+	+	+
Статическая и динамическая оптимизация Принцип максимума Понтрягина в задачах оптимального управления				
Статическая и динамическая оптимизация Принцип максимума Понтрягина в задачах оптимального управления	+		+	+
Метод динамического программирования в задачах управления Беспорисковые и поисковые системы адаптации				
Метод динамического программирования в задачах управления Беспорисковые и поисковые системы адаптации	+		+	+
Методы оптимального управления на базе генетических алгоритмов Адаптивное управление по локальному критерию				
Методы оптимального управления на базе генетических алгоритмов Адаптивное управление по локальному критерию	+	+	+	
Вес КМ:	15	25	25	35

БРС курсовой работы/проекта

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Контроль своевременного получения задания
- КМ-2 Контроль выполнения первой части работы
- КМ-3 Контроль выполнения второй части работы
- КМ-4 Контроль выполнения и оформления работы

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	7	11	14
Получение задания. Составление плана работы. Получение первичных указаний от руководителя		+			
Выполнение обзора литературы. Выполнение первой части расчета			+		
Выполнение второй части расчета				+	
Завершение расчета. Оформление работы					+
Вес КМ:		10	30	30	30

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1ПК-2 Демонстрирует знание основ современной теории оптимизации, адаптивного и оптимального управления технологическими процессами, применяет методы описания в пространстве состояний и синтеза оптимальных алгоритмов во временной области	Знать: основы теории адаптивного управления и идентификации основные методы статической и динамической оптимизации методы получения оптимальных алгоритмов Уметь: разрабатывать компьютерные программы моделирования оптимальных систем регулирования делать рациональный выбор метода синтеза оптимального алгоритма управления обосновывать выбор типа переменных состояния объекта управления	КМ-1 контрольная работа №1. Тема – «Описание систем в пространстве состояний (Контрольная работа) КМ-2 контрольная работа №2. Тема – «Статическая оптимизация» (Контрольная работа) КМ-3 Адаптивные и оптимальные системы управления. Создание математической модели. (Индивидуальный проект) КМ-4 Адаптивные и оптимальные системы управления. Исследовательские задачи (Индивидуальный проект)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. контрольная работа №1. Тема – «Описание систем в пространстве состояний»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту для решения задачи предоставляется 45 минут.

Краткое содержание задания:

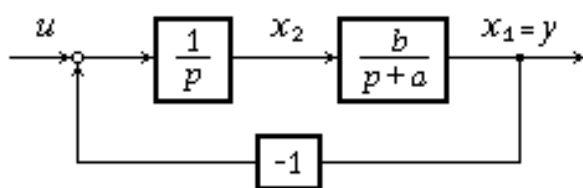


Figure 1 Описание систем в пространстве состояний

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы статической и динамической оптимизации	1. Записать уравнения состояний. 2. Методом преобразования Лапласа найти переходную матрицу состояний
Уметь: обосновывать выбор типа переменных состояния объекта управления	1. Найти вынужденную составляющую
Уметь: разрабатывать компьютерные программы моделирования оптимальных систем регулирования	1. Определить свободную составляющую

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

КМ-2. контрольная работа №2. Тема – «Статическая оптимизация»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту для решения задачи предоставляется 45 минут.

Краткое содержание задания:

$$f(x) = a_0 + a_1x$$

x_i	1	2	3	4
y_i	2	3	5	8

Figure 2 Статическая оптимизация

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основы теории адаптивного управления и идентификации	1.Найти МНК-оценки параметров линейной функции аппроксимирующей экспериментальные данные. 2.Найти МНК-оценки параметров нелинейной функции аппроксимирующей экспериментальные данные.
Уметь: делать рациональный выбор метода синтеза оптимального алгоритма управления	1.Аналитически вывести формулу обобщённого решения для линейной функции
Уметь: разрабатывать компьютерные программы моделирования оптимальных систем регулирования	1.Аналитически вывести формулу обобщённого решения для нелинейной функции

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

КМ-3. Адаптивные и оптимальные системы управления. Создание математической модели.

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Индивидуальный проект

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту предоставляется задание на создание математической модели. Студент выполняет работу, а затем защищает её в установленные сроки.

Краткое содержание задания:

Применение методов вариационного исчисления и принципа максимума Понтрягина к задаче синтеза системы максимального быстродействия одного из теплотехнических параметров оборудования ТЭС, АЭС. Исследование качества работы системы при отклонении условий от расчетных. Сравнительный анализ систем с оптимальным по времени регулятором и ПИД регулятором.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы получения оптимальных алгоритмов	1.Получить уравнение линии переключения и алгоритм оптимального регулятора для объекта с запаздыванием
Знать: основные методы статической и динамической оптимизации	1.Рассчитать оптимальные параметры настройки регулятора
Знать: основы теории адаптивного управления и идентификации	1.В соответствии с заданием на исследование построить фазовые траектории, выполнить расчеты переходных процессов для выходной величины управляющего и регулирующего воздействий.
Уметь: делать рациональный выбор метода синтеза оптимального алгоритма управления	1.Сделать заключение о достоинствах и недостатках алгоритма максимального быстродействия. Провести сравнительный анализ ПИД и МБ алгоритмов

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: обосновывать выбор типа переменных состояния объекта управления	1. Составить программу моделирования замкнутой системы.
Уметь: разрабатывать компьютерные программы моделирования оптимальных систем регулирования	1. Получить переходные процессы по заданию.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 45

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

КМ-4. Адаптивные и оптимальные системы управления. Исследовательские задачи

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Индивидуальный проект

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту предоставляются для самостоятельного решения варианты исследовательских задач. Студент по созданной им модели проводит эксперименты, делает выводы, готовит отчет и представляет его на защите.

Краткое содержание задания:

Выбрать и провести исследование по созданной математической модели.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы получения оптимальных алгоритмов	1. Влияние шага дискретности по времени на качество процессов. 2. Влияние изменения динамики объекта (против принятой в расчете) при сохранении неизменными (расчетными) параметрами алгоритма регулятора.
Уметь: делать рациональный выбор метода синтеза оптимального алгоритма управления	1. Влияние наличия запаздывания в объекте на качество регулирования.
Уметь: обосновывать выбор типа переменных состояния объекта управления	1. Влияние ограничения на величину управления (или на скорость исполнительного механизма).

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 45

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

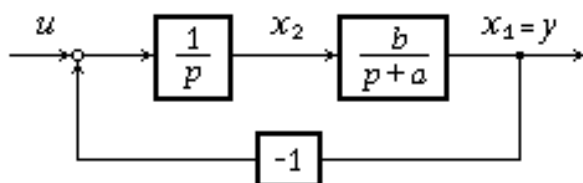
Форма промежуточной аттестации: Экзамен

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

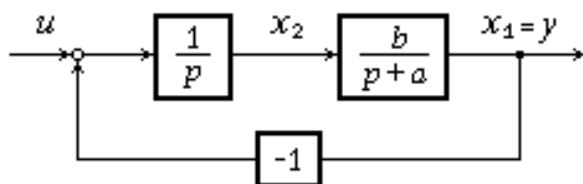
1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Демонстрирует знание основ современной теории оптимизации, адаптивного и оптимального управления технологическими процессами, применяет методы описания в пространстве состояний и синтеза оптимальных алгоритмов во временной области

Вопросы, задания

1. Записать уравнения состояний.



2. Методом преобразования подобия найти переходную матрицу состояний

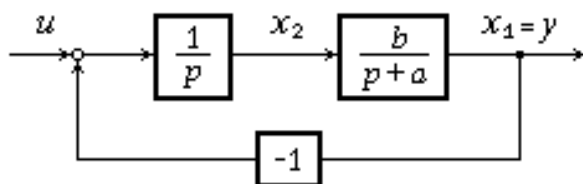


3. Определить свободную составляющую

4. Определить вынужденную составляющую

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Записать уравнения состояний.

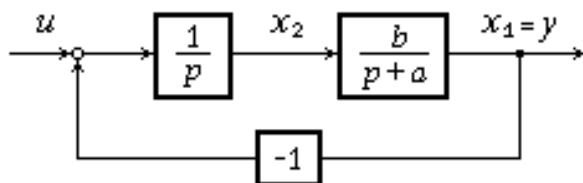


Ответы:

Выбор типа переменных состояния зависит от типа системы.

Верный ответ: Нормальные, канонические или физические переменные состояния

2. Методом преобразования Лапласа найти переходную матрицу состояний



Ответы:

Использовать правильный метод получения переходной матрицы состояния

Верный ответ: Переходная матрица состояния из которой можно получить свободную и вынужденную составляющие движения системы

3. Определить свободную составляющую

4. Найти вынужденную составляющую

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

1 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу