

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Заболотный Г.И. / Заболотный  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 12.09.2024 15:48:31  
Уникальный программный ключ:  
476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Самарский государственный технический университет»**  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО  
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

\_\_\_\_\_ / Г.И. Заболотный  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.1.01.10 «Адаптивные системы управления технологическими процессами»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль)</b>	Автоматизация технологических процессов и производств в отраслях топливно-энергетического комплекса
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2024
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	108 / 3
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет



## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	5
4.1 Содержание лекционных занятий .....	5
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	7
4.3 Содержание практических занятий .....	8
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	11
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	12
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	12
9. Методические материалы .....	13
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	15

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен принимать участие в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Владеть опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем
			Знать методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем
			Уметь провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **вариативная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Автоматизация технологических процессов и производств; Моделирование систем и процессов; Проектирование автоматизированных систем; Технологические процессы на предприятиях нефтехимической отрасли; Технологические процессы на предприятиях электроэнергетики; Физико-химические основы технологических процессов	Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика	

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

## обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	8 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	48	48
Лабораторные работы	16	16
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	24	24
подготовка к экзамену	24	24
<b>Контроль</b>	36	36
<b>Итого: час</b>	108	108
<b>Итого: з.е.</b>	3	3

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.	4	0	4	4	12
2	Синтез оптимальных систем в динамике	4	0	4	4	12
3	Адаптивные системы управления	4	16	6	6	32
4	Теория инвариантности	2	0	2	6	10
5	Многосвязные системы управления	2	0	0	4	6
	<b>Контроль</b>	0	0	0	0	36
	<b>Итого</b>	16	16	16	24	108

#### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>8 семестр</b>				

1	Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.	Введение. Оптимальные системы управления.	Определение, особенности и общая характеристика оптимальных систем.	2
2	Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.	Критерии оптимальности оптимальных в динамике систем.	Краевые условия и ограничения для оптимальных в динамике систем. Выбор критерия оптимальности для объекта или системы на основании изучения работы объекта и предъявляемых к нему требований.	2
3	Синтез оптимальных систем в динамике	Синтез оптимальных систем при одном интегральном ограничении.	Изопериметрическая задача. Особенность интегрального ограничения при построении уравнения Эйлера.	2
4	Синтез оптимальных систем в динамике	Синтез оптимальных систем при одном интегральном ограничении.	Принцип максимума. Методы позволяющие решать задачи трех видов: дискретную, дискретно-непрерывную и непрерывную.	2
5	Адаптивные системы управления	Адаптивные системы управления	Классификация адаптивных систем. Структурная схема обобщенной адаптивной системы. Самонастраивающиеся (СНС) и самоорганизующиеся системы. Системы экстремального регулирования (СЭР). Типы систем, организация квазистационарного режима работы, содержание и последовательность проектирования.	2
6	Адаптивные системы управления	Адаптивные системы управления	Анализ динамики линейной многомерной СЭР, работающей по методу градиента. Устойчивость и качество достижения экстремума целевой функции.	2
7	Теория инвариантности	Теория инвариантности	Предмет и задача теории инвариантности. Принцип Щипанова Г.В.- математическая формулировка. Полиинвариантная задача. Условия физической реализации абсолютно инвариантных систем.	2
8	Многосвязные системы управления	Многосвязные системы управления	Управляемость и наблюдаемость в МСАР. Запись уравнений МСАР в пространстве состояний. Выявление неуправляемых и ненаблюдаемых мод.в пространстве состояний. Выявление неуправляемых и ненаблюдаемых мод.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>8 семестр</b>				
1	Адаптивные системы управления	Исследование беспойсковой самонастраивающейся системы (БСС) с инверсионной эталонной моделью в обратной связи	Моделирование БСС с помощью пакета "Simulink"	2
2	Адаптивные системы управления	Исследование беспойсковой самонастраивающейся системы (БСС) с инверсионной эталонной моделью в обратной связи	Моделирование БСС с помощью пакета "Simulink"	2
3	Адаптивные системы управления	Исследование беспойсковой самонастраивающейся системы (БСС) с инверсионной эталонной моделью в обратной связи	Определение динамических параметров системы	2
4	Адаптивные системы управления	Исследование беспойсковой самонастраивающейся системы (БСС) с инверсионной эталонной моделью в обратной связи	Оценивание работоспособности БСС при наличии помех.	2
5	Адаптивные системы управления	Исследование модального регулятора при наличии полной информации о векторе состояния в адаптивной системе	Построение модального регулятора.	2
6	Адаптивные системы управления	Исследование модального регулятора при наличии полной информации о векторе состояния в адаптивной системе	Моделирование системы с помощью пакета "Simulink".	2
7	Адаптивные системы управления	Исследование модального регулятора при наличии полной информации о векторе состояния в адаптивной системе	Определение динамических параметров системы.	2

8	Адаптивные системы управления	Исследование модального регулятора при наличии полной информации о векторе состояния в адаптивной системе	Определение динамических параметров системы.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

### 4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>8 семестр</b>				
1	Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.	Задачи оптимального автоматического управления. Задача на безусловный экстремум.	Задача на безусловный экстремум функционала. Уравнение Эйлера.	2
2	Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.	Задачи оптимального автоматического управления. Задача на безусловный экстремум.	Задача на безусловный экстремум функционала. Уравнение Эйлера.	2
3	Синтез оптимальных систем в динамике	Принцип оптимальности.	Принцип оптимальности. Метод динамического программирования. Непрерывная задача.	2
4	Синтез оптимальных систем в динамике	Принцип оптимальности.	Принцип оптимальности. Метод динамического программирования. Непрерывная задача.	2
5	Адаптивные системы управления	Адаптивная оптимальная САУ на базе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией.	Адаптивная оптимальная САУ на базе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией.	2
6	Адаптивные системы управления	Адаптивная оптимальная САУ на базе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией.	Адаптивная оптимальная САУ на базе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией.	2



7	Адаптивные системы управления	Адаптивная оптимальная САУ на базе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией.	Адаптивная оптимизация процесса компаундирования товарных бензинов. Постановка задачи оптимизации и метод решения.	2
8	Теория инвариантности	Инвариантная система с бесконечным коэффициентом усиления	Инвариантная система с бесконечным коэффициентом усиления	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>8 семестр</b>			
Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.	Подготовка к экзамену. Самостоятельная работа с литературой.	Введение. Оптимальные системы управления. Определение, особенности и общая характеристика оптимальных систем. Задача на безусловный экстремум функционала. Уравнение Эйлера. Задача на условный экстремум. Метод Эйлера-Лагранжа, при описании объекта дифференциальным уравнением. Освоение лекционного материала. Критерии оптимальности оптимальных в динамике систем. Краевые условия и ограничения для оптимальных в динамике систем. Метод Эйлера-Лагранжа, при описании уравнения объекта в векторно-матричной форме. Общая постановка задачи оптимального автоматического управления. Задача на безусловный экстремум функционала.	4
Синтез оптимальных систем в динамике	Подготовка к экзамену. Самостоятельная работа с литературой.	Синтез оптимальных систем при одном интегральном ограничении. Изопериметрическая задача. Принцип оптимальности. Метод динамического программирования. Непрерывная задача. Принцип оптимальности. Метод динамического программирования. Принцип максимума.	4

Адаптивные системы управления	Подготовка к экзамену. Самостоятельная работа с литературой.	Адаптивные системы управления. Определение, основные особенности и классификация. Адаптивная оптимальная САУ на базе самоорганизующегося оптимального регулятора с экстраполяцией. Функциональные схемы и примеры самонастраивающихся (адаптивных) систем. Методы организации движения к экстремуму. Адаптивная оптимизация процесса компаундирования товарных бензинов. Постановка задачи оптимизации и метод решения. Освоение лекционного материала: Бесписковая адаптивная система, использующая функцию Ляпунова. Модели в адаптивных системах. Метод эллипсоидальных оценок параметров математической модели октанового числа при адаптивной оптимизации процесса компаундирования товарных бензинов.	6
Теория инвариантности	Подготовка к экзамену. Самостоятельная работа с литературой.	Предмет и задача теории инвариантности. Принцип Щипанова Г.В.- математическая формулировка. Полиинвариантная задача. Условия физической реализации абсолютно инвариантных систем. Абсолютная инвариантность в одномерных системах управления с обратной связью. Инвариантность до $\tau$ . Анализ устойчивости систем, инвариантных до $\tau$ . Инвариантность в системах, допускающих увеличение коэффициента усиления регулятора без нарушения устойчивости. Инвариантность в комбинированных системах управления. Принцип двухканальности Петрова Б.Н.	6
Многосвязные системы управления	Подготовка к экзамену. Самостоятельная работа с литературой.	Многосвязные системы управления. Примеры и классификация систем многосвязного регулирования (МСАР). Матричная передаточная функция. Характеристическое уравнение МСАР. Проблема автономного управления. Автономность по Вознесенскому и Боксенбому - Худу. Взаимоотношения автономности и инвариантности в МСАР. Методы анализа многосвязных систем. Метод декомпозиции. Управляемость и наблюдаемость в МСАР. Запись уравнений МСАР в пространстве состояний. Выявление неуправляемых и ненаблюдаемых мод.в пространстве состояний. Выявление неуправляемых и ненаблюдаемых мод.	4
<b>Итого за семестр:</b>			<b>24</b>

### 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Адаптивные системы управления; Издательство Южного федерального университета, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  87697">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  87697</a>	Электронный ресурс
2	Лысов, В.Е. Теоретические основы дискретных систем автоматического управления : учебное пособие / В. Е. Лысов, Я. И. Пешев; Самар.гос.техн.ун-т, Электропривод и промышленная автоматика.- Самара, 2018.- 160 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3195">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3195</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Адаптивное управление возмущенными системами; Университет ИТМО, 2015.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  65763">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  65763</a>	Электронный ресурс
4	Адаптивные системы управления с идентификацией; <b>Сибирский федеральный университет, 2015</b> .- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84314">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84314</a>	Электронный ресурс
5	Ланге, П. К. Адаптивные электронные и микропроцессорные системы : практикум / П. К. Ланге, Е. Е. Ярославкина; Самар.гос.техн.ун-т, Информационно-измерительная техника.- Самара, 2019.- 59 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3706">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  3706</a>	Электронный ресурс
6	Синтез адаптивной системы управления биохимическим реактором с оценкой сигналов модального управления; Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2008.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  8155">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  8155</a>	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ ([elib.samgtu.ru](http://elib.samgtu.ru)) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

### 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

2	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
---	--	------------------------	--------------

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	РОСПАТЕНТ	<a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>	Российские базы данных ограниченного доступа
2	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа

## 8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### Лекционные занятия

лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием, аудитория № 403, основной учебный корпус. 38 посадочных мест. Учебная мебель: 19 парт, стол и стул преподавателя, кафедра, доска, проектор. Помещение оснащено видеопроекторным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеется выход в сеть Интернет

### Практические занятия

компьютерный класс, лингафонный кабинет, аудитория № 401, основной учебный корпус.

16 посадочных мест

Учебная мебель: 8 столов, 16 стульев, стол и стул преподавателя, доска 18 компьютерных столов

Помещение оснащено 18 компьютерами с выходом в Интернет:

- Intel Core i5-4440, 8GB, 1Tb, GTX 650 1GB, 500W DVD
- Intel Core i3 - 4130 S1150 /4GB/500GB/SVGA/DVD±RW/400W
- Монитор ViewSonic VA2246-LED,
- клавиатура/мышь;

### Лабораторные занятия

лаборатория автоматизации производственных процессов, аудитория № 405, основной учебный корпус. 8 посадочных мест

Учебная мебель: 13 столов, 8 стульев, доска, 6 ноутбуков

Комплект плакатов «Автоматизация технологических процессов» 560x800 мм, полимерная пленка, пластиковая рамка сверху и снизу (16 шт.)

Помещение (лаборатория автоматизации производственных процессов) оснащено оборудованием:

- Комплект лабораторного оборудования «Автоматизация технологических процессов и производств на основе приборов Mitsubishi» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) АТПП2-С-К
  - Комплект лабораторного оборудования «Автоматизация технологических процессов и производств на основе приборов Mitsubishi» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) АТПП2-С-К
  - Комплект лабораторного оборудования «Методы измерения температуры», (настоечное исполнение, ручная версия) , МИТ1-Н-Р
  - Комплект лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого контроллера» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) АПК1-С-К
  - Комплект лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого контроллера» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) АПК1-С-К
  - Комплект лабораторного оборудования «Автоматизация технологических процессов и производств на основе приборов ОВЕН» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) АТПП1-С-К
  - Комплект лабораторного оборудования «Датчики технологических параметров» (стендовое исполнение, ручная версия) ДТП1-С-Р
- Комплект лабораторного оборудования «Автоматика на основе программируемого реле» (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) АПР1-С-К

### **Самостоятельная работа**

компьютерный класс аудитория № 111, основной учебный корпус. 8 посадочных мест  
Учебная мебель: 4 стола, 8 стульев для обучающихся, стол и стул для преподавателя, доска, 9 компьютерных столов

Помещение оснащено 9 компьютерами с выходом в Интернет:

- Intel Core i3 – 4130 S1150 /4GB/500GB/SVGA/DVD±RW/400W
- Монитор ViewSonic VA2246-LED,
- клавиатура/мышь;
- многофункциональное устройство

## **9. Методические материалы**

### **Методические рекомендации при работе на лекции**

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения

лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться законченной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

## Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося

в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## 10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.В.1.01.10 «Адаптивные системы управления технологическими процессами»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль)</b>	Автоматизация технологических процессов и производств в отраслях топливно-энергетического комплекса
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2024
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	108 / 3
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет



**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной  
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен принимать участия в обеспечении надёжного и эффективного функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	Владеть опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем
			Знать методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем
			Уметь провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме

**Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения**

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
<b>Задачи оптимального автоматического управления. Критерии оптимальности.</b>				
ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	<b>Знать</b> методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Владеть</b> опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Уметь</b> провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да

<b>Синтез оптимальных систем в динамике</b>				
ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	<b>Уметь</b> провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Знать</b> методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Владеть</b> опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
<b>Адаптивные системы управления</b>				
ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	<b>Уметь</b> провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Владеть</b> опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Знать</b> методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
<b>Теория инвариантности</b>				
ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	<b>Знать</b> методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Уметь</b> провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Владеть</b> опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
<b>Многосвязные системы управления</b>				

ПК-1.1 Принимает участие в подготовке текстовой и графической частей эскизного и технического проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами	<b>Уметь</b> провести синтез и анализ адаптивной системы управления в квазистационарном режиме	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Знать</b> методы анализа и синтеза линейных многосвязных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да
	<b>Владеть</b> опытом проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ по разработке адаптивных систем	Собеседование (отчет по лабораторной работе), экзамен	Да	Да

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации**

1. Методы классического вариационного исчисления.
2. Безусловный экстремум функционала, уравнения Эйлера, Эйлера-Пуассона.
3. Задача на условный экстремум.
4. Задача с подвижными концами траектории.
5. Достаточные условия экстремума функционала.
6. Принцип максимума.
7. Связь принципа максимума и классического вариационного исчисления.
8. Численные методы определения оптимального управления.
9. Метод динамического программирования.
10. Свойства оптимальной траектории, принцип оптимальности.
11. Динамическое программирование.
12. Функциональное уравнение Беллмана
13. Оптимальные по быстродействию алгоритмы управления.
14. Определение оптимального по быстродействию алгоритма управления.
15. Теорема об  $n$  интервалах.
16. Численные методы расчета оптимального по быстродействию управления.
17. Синтез оптимальных по быстродействию систем управления.
18. Применение пространства состояний для синтеза поверхности переключения.
19. Определение функции переключения.
20. Применение метода обратного движения из конечной точки.
21. Определение оптимального алгоритма по критерию расхода ресурсов.
22. Условия вырожденности оптимального по расходу ресурсов управления.
23. Оптимизация по критерию расхода энергии.
24. Оптимальное управление для задачи Больца с фиксированным временем перехода.
25. Уравнение Риккати, его свойства.
26. Оптимизация по критерию обобщенной работы.
27. Оптимальные по квадратичному критерию дискретные системы управления.
28. Определение оптимального алгоритма методом динамического программирования.
29. Дискретное уравнение Риккати, его свойства.
30. Свойства замкнутой системы с оптимальным регулятором.
31. Численные методы расчета оптимального регулятора.
32. Постановка задач адаптивного управления.
33. Формальное определение адаптивной системы и адаптивного регулятора.
34. Схема решения задач адаптивного управления.
35. Конечно-сходящиеся алгоритмы решения рекуррентных неравенств.
36. Алгоритмы стохастической аппроксимации.
37. Алгоритмы скоростного градиента.
38. Детерминированные вычислительные алгоритмы.

39. Алгоритмы статистической оптимизации в задачах адаптивного управления.
40. Метод байесовского оценивания.
41. Математические модели объектов управления, примеры технических объектов.
42. Целевые условия в адаптивных системах.
43. Синтез адаптивного регулятора.
44. Алгоритмы стохастической аппроксимации и их акселерация.
45. Синтез дискретных адаптивных систем управления с обобщенным настраиваемым объектом.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в Карте компетенций на различных этапах их формирования (раздел 2 ФОС).

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплины посредством испытания в форме экзамена и защиты курсового проекта. Промежуточная аттестация проводится в конце семестра.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплины.

### **Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций (промежуточного контроля)**

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы, практические занятия, практика оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

#### **Шкала оценивания:**

**«Зачет»** – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 51% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

**«Отлично»** – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 85% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

**«Хорошо»** – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 61% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно

решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

**«Удовлетворительно»** – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 51% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

**«Неудовлетворительно» «Незачет»** – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 51% (в соответствии с картами компетенций ОПОП): при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 11

Таблица 11

### Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	61-85
3	3	51-60
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

### Показатели и критерии оценки достижений студентом запланированных результатов освоения дисциплины в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценка, уровень	Критерии
«отлично», повышенный уровень	Студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций

«хорошо», пороговый уровень	Студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций
«удовлетворительно», пороговый уровень	Студент показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно», уровень не сформирован	При ответе студента выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины