

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 10.09.2023 10:52:10  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Системы управления химико-технологическими процессами

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Формы контроля на курсах: зачет с оценкой 5
в том числе:		
аудиторные занятия	24	
самостоятельная работа	116	
часов на контроль	4	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	116	80	116	80
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	144	108	144	108

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Алексеев Д.И.*

Рабочая программа

**Системы управления химико-технологическими процессами**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология, 18.03.01\_22\_ХимТехнология\_ПрПЭиУМ\_заоч.plx Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2021, протокол № 35

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.03.01 Химическая технология, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 30.11.2021, протокол № 35

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения к.ф.м.н., доцент Гюнтер Д.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	- ознакомить студента с основными понятиями теории автоматического управления;
1.2	- изучение современных методов анализа динамических и статических свойств технологического процесса
1.3	как объекта управления;
1.4	- изучение структур и функций систем автоматического управления, методов и законов управления ХТП;
1.5	- изучение методов синтеза систем автоматического управления ХТП и прогнозирования качества их
1.6	функционирования;
1.7	- изучение систем автоматической диагностики ХТП, анализ точности и надежности их работы
1.8	.Ознакомление с основными типами функциональных устройств систем автоматической диагностики ХТП;
1.9	- изучение основ проектирования автоматических систем управления ХТП.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Извлечение и переработка химических продуктов коксования	
2.1.2	Коксование углей	
2.1.3	Обогащение полезных ископаемых	
2.1.4	Технология глубокой переработки нефти	
2.1.5	Технология промышленной подготовки и переработки нефти и газа	
2.1.6	Химическая технология топлива и углеродных материалов	
2.1.7	Массообменные процессы химической технологии	
2.1.8	Первичная переработка углеводородных газов	
2.1.9	Подготовка углей для коксования	
2.1.10	Технология и использование углеродных материалов	
2.1.11	Информатика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать системы автоматизированного управления производственным процессом</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 основные понятия принципы и измерения
<b>ПК-2: Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области химического производства, опираясь на последние достижения науки и цифровую трансформацию производства</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-32 современные информационные технологии
ПК-2-31 основные источники информации; классификационные библиографические системы
<b>ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать системы автоматизированного управления производственным процессом</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 пользоваться средствами измерения в соответствии с условиями эксплуатации
<b>ПК-2: Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области химического производства, опираясь на последние достижения науки и цифровую трансформацию производства</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У2 проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности
ПК-2-У1 грамотно обработать научно-техническую информацию по выбранной теме и оформить аналитический обзор
<b>ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, использовать системы автоматизированного управления производственным процессом</b>

<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 методами оценки технологией процесса с учетом использования средств измерения
<b>ПК-2: Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ в области химического производства, опираясь на последние достижения науки и цифровую трансформацию производства</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 методами поиска, сбора и классификации научно-технической информации
ПК-2-В2 навыками пользователя сетевых компьютерных технологий и баз данных в своей профессиональной области

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Общие сведения о системах управления технических устройств и процессов</b>							
1.1	Классификация систем управления. Запись модели в пространстве состояния. /Лек/	5	4		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
1.2	Математическое описание САУ, схематичное представление системы регулирования процесса /Пр/	5	4		Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
1.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: /Ср/	5	4		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
1.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Дискретная передаточная функция /Ср/	5	4		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
1.5	Типовые динамические звенья /Пр/	5	4		Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
1.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Звено чистого запаздывания /Ср/	5	2		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
1.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Статические характеристики типовых нелинейных звеньев /Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
1.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Фазовый портрет, как метод анализа свойств САУ /Ср/	5	2		Л1.2 Э1 Э2			
1.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Методы построения фазовых траекторий /Ср/	5	2		Л1.2 Э1 Э2			
	<b>Раздел 2. Методы анализа свойств САУ</b>							

2.1	Структурные схемы САУ. Понятие эквивалентного звена. Структурные преобразования схем САУ. Критерии качества. Понятие устойчивости линейных САУ. Алгебраические критерии устойчивости. Корневой критерий устойчивости. Критерий Гурвица. Частотные критерии устойчивости. Критерий Найквиста. Критерий устойчивости Михайлова. /Лек/	5	4		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
2.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Многоконтурные САУ /Ср/	5	2		Л1.2Л2.1 Э1 Э2			
2.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Косвенные критерии оценки качества САУ /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Устойчивость нелинейных объектов /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Управляемость и наблюдаемость /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Особые линии и точки фазового портрета нелинейных САУ /Ср/	5	2		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
2.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Критерий устойчивости Раусса /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Критерий устойчивости Евсюкова /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Критерий устойчивости Попова для нелинейных систем /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.10	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Приближенные методы оценки устойчивости САУ. Критерий Гурвица /Ср/	5	2		Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.11	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Точные методы оценки САУ. Фазовый портрет /Ср/	5	2		Л1.1 Э1 Э2			

2.12	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Приближенные методы оценки устойчивости САУ. Корневой годограф, критерий Евсюкова /Ср/	5	2		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
2.13	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Годограф Михайлова, годограф Найквиста. Частотные способы оценки устойчивости САУ /Ср/	5	2		Л1.1Л2.1 Л2.3 Э1 Э2			
2.14	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Подготовка к контрольной работе /Ср/	5	4		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
2.15	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Применение критерия Найквиста для нелинейных систем /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
<b>Раздел 3. Коррекция САУ. Синтез САУ</b>								
3.1	Типовые законы управления. Способы коррекции свойств САУ. Структурная коррекция. Частотная коррекция. Улучшение качества процесса регулирования. Синтез САУ /Лек/	5	4		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
3.2	Изучение работы П-регулятора /Пр/	5	4		Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
3.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: ПИ, ПИД, ПД-регуляторы. Настройка параметров регулятора /Ср/	5	2		Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2			
3.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Способы включения в схему корректирующих устройств /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
3.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Особенности использования пневматических устройств в САУ /Ср/	5	4		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
3.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Датчики, устройство и пределы применимости /Ср/	5	4		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			
3.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Цифровые САУ /Ср/	5	2		Л1.2Л2.3 Э1 Э2			

3.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Подготовка к контрольной работе /Ср/	5	6		Л1.1Л2.3 Э1 Э2			
3.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Синтез САУ по заданным показателям быстродействия и точности /Ср/	5	4		Л2.3 Э1 Э2			
3.10	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Синтез САУ по ЛАЧХ /Ср/	5	2		Л2.3 Э1 Э2			
3.11	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Автоматизированные системы управлением технологическим процессом (АСУ ТП) /Ср/	5	4		Л2.3 Э1 Э2			
3.12	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Организация САУ в АСУ ТП. Релейные элементы и САУ на их основе /Ср/	5	4		Л2.3 Э1 Э2			
3.13	Зачет /ЗачётСОц/	5	4		Л2.3			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к зачету Вопросы к зачету(ПК-1.1,31,У1;ПК1.6,31,У1;УК-8.1,31,У1)

1. Понятие «объект автоматического управления»
2. Статические характеристики объектов авт. управления.
3. Понятие устойчивости объектов автоматических систем управления.
4. Управляемость и наблюдаемость объекта.
5. Принципы построения САУ. Функциональные схемы САУ.
6. Математические модели линейных непрерывных систем.
7. Линеаризация математического описания системы.
8. Преобразование Лапласа и его свойства.
9. Характеристики линейного звена.
10. Комплексный коэффициент передачи звена.
11. Передаточная функция звена.
12. Временные характеристики звена.
13. Классификация типовых динамических звеньев.
15. Свойства пропорционального звена.
16. Свойства апериодического звена 1-го порядка.
17. Свойства апериодического звена 2-го порядка.
18. Свойства колебательного звена.
19. Свойства идеального интегрирующего звена.
20. Свойства интегрального звена с замедлением.
21. Свойства идеального дифференцирующего звена.
22. Свойства дифференцирующего звена с замедлением.
23. Неминимально-фазовые звенья и их свойства.
24. Общая характеристика соединения звеньев.
25. Последовательное соединение звеньев.
26. Параллельное согласное соединение звеньев.
27. Параллельное встречное соединение звеньев.
28. Преобразование структурных схем.
29. Понятие устойчивости САУ. Теоремы Ляпунова.
30. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
31. Принцип аргумента.
32. Частотный критерий устойчивости Михайлова.
33. Частотный критерий устойчивости Найквиста. Система в разомкнутом состоянии устойчива.
34. Частотный критерий устойчивости Найквиста. Система в разомкнутом состоянии находится на границе устойчивости.
35. Запасы устойчивости.
36. Прямые показатели качества САУ.
37. Коэффициенты ошибок
38. Вынужденная составляющая ошибки. Метод коэффициентов ошибки.
39. Порядок астатизма САУ
40. Синтез САУ. Методы коррекции
41. Параллельная, последовательная и другие виды коррекции САУ
42. Запись модели в пространстве состояния
43. Типовые законы управления
44. Частотная коррекция

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Билет №0 к зачету(ПК-1.1,31,У1;ПК1.6,31,У1;УК-8.1,31,У1)

1. Понятие «объект автоматического управления»
2. Свойства интегрального звена с замедлением.



**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «отлично» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «хорошо» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «неудовлетворительно» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Закгейм А.Ю	Общая химическая технология. Введение в моделирование химико – технологических процессов. : Учебное пособие		М Логос, 2012,
Л1.2	А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков	Системы управления химико-технологическими процессами : учебное пособие : в 2-ух ч.		Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014, <a href="http://bibliclub.ru/index.php?page=book&amp;id=255898">http://bibliclub.ru/index.php?page=book&amp;id=255898</a> (01.04.2015).

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Под ред. Михайличенко	Основы проектирования химических производств		М.ИКЦ Академкнига, , 2006,
Л2.2	Егоров А.Ф., Савицкая Т.В.	Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий		М. КолосС, 2004,
Л2.3	А.В. Саблин	Системы управления химико-технологическими процессами: учебное пособие		НФ НИТУ "МИСиС", 2020 г.,

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	<a href="http://model.exponenta.ru">model.exponenta.ru</a>	
Э2	<a href="http://mvtu.power.bmstu.ru">mvtu.power.bmstu.ru</a>	

**6.3 Перечень программного обеспечения****6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" <a href="http://nf.misis.ru/">http://nf.misis.ru/</a>
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>
И.3	- Университетская библиотека онлайн <a href="http://bibliclub.ru">http://bibliclub.ru</a>

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Рекомендации студенту по изучению дисциплины

Рассмотрим некоторые важные рекомендации студентам для эффективного запоминания любого учебного материала. Это простые и весьма действенные приемы.

Приступая к запоминанию, надо поставить перед собой цель – запомнить надолго, лучше навсегда. Установка на длительное сохранение информации обеспечит условия для лучшего запоминания. Надо осознать, для чего требуется запомнить изучаемый материал. Чем важнее поставленная цель, тем быстрее и прочнее происходит запоминание.

Внимание – резец памяти: чем оно острее, тем глубже следы. Чем больше желания, заинтересованности, эмоциональной включенности в получение новых знаний, тем лучше запомнится.

Чем лучше понимание, тем лучше запоминание. Надо отказаться от зубрежки и для запоминания текста опираться на осмысленное запоминание, которое примерно в 25 раз эффективнее механического. Последовательность работы по осмысленному запоминанию такова: понять, установить логическую последовательность, разбить материал на части и найти в каждой ключевую фразу или опорный пункт, запомнить именно их и использовать как ориентиры. Смысловых блоков должно быть от 5 до 9.

Если выполнение какого-либо задания прервано, то оно запомнится лучше по сравнению с заданиями, благополучно выполненными.

Лучше два раза прочесть и два раза воспроизвести, чем прочитать пять раз без воспроизведения.

Нужно закреплять в память учебный материал как можно чаще. Оптимальный промежуток между прочтениями колеблется от 10 минут до 16 часов. Перечитывание менее чем через 10 минут оказывается бесполезным, а по истечении 16 часов часть текста забывается.

Заданный учебный материал лучше повторять перед сном и с утра. Давно известно, что лучший способ забыть только что выученное – это постараться сразу же запомнить что-нибудь похожее. Поэтому надо чередовать материал.

При заучивании необходимо учитывать «правило края»: обычно лучше запоминаются начало и конец информации, а середина «выпадает».

Настоящая мать учения не повторение, а применение. Чем больше будет найдено возможностей включить запоминаемый материал в практическую деятельность, тем глубже и надежнее будет запоминание.

Иногда удобно использовать мнемотехнику – искусственные приемы запоминания. Связывать цифры с образами, похожих на них людей и т.д.

Очень важным для студентов является умение эффективно конспектировать лекции. Основные приемы конспектирования можно условно разделить на три группы:

1. Сокращение слов, словосочетаний и терминов. Эти приемы осваиваются очень легко и включают в себя: гипераббревиатуру (когда начальная буква обводится линией), кванторизацию (переворот начальной буквы), способы записи окончаний, иероглифику и пиктографию. Достаточно только тем или иным способом закодировать часто повторяющиеся, а особенно длинные слова и специальные термины. Например, термин «государственная молодежная политика» легко заменить сочетанием букв ГМП. Только замены надо делать все время одни и те же, иначе можно и забыть, что, на что заменили или как сократили.

2. Переработка фразы. Это самый эффективный прием. Но и освоить его до степени автоматизма довольно сложно. Суть состоит в том, что, выслушав фразу лектора до конца, мысленно приведите ее к наиболее короткому и понятному для вас виду, сохраняя ее смысл. Вот эту фразу и запишите.

3. Выделение каким-либо образом существенных фраз и частей текста. Это можно сделать текстовыделителями, величиной отступа, расположением в виде схемы, в виде алгоритма и т.д.

Изучать материал, относящийся к данной теме, следует по одному или нескольким из рекомендованных учебников (список рекомендуемой литературы приведен после требований к результатам изучения курса). Если возникают трудности при работе с основными учебниками, можно изучить соответствующую тему по дополнительной литературе, но затем следует обязательно вернуться к данной теме в учебнике. Для поиска необходимых сведений в учебнике можно использовать предметный указатель в конце учебника.

Самостоятельная работа студентов выражается в подготовке к практическим занятиям, решении домашних заданий.

При подготовке практическим занятиям необходимо работать не только с лекционным материалом, но и использовать литературные источники.