

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева



В.Л. Первухин
03 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.01 Синтез и анализ алгоритмов управления
химико-технологическими процессами**

Направление подготовки: **18.04.01 Химическая технология**
(Код и наименование направления подготовки)

Программа магистратуры:
Информационно-управляющие системы в химической технологии
(Наименование профиля подготовки)

Квалификация: магистр

Новомосковск – 2022

Разработчик:

Доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,
к.т.н., доцент

 (Сидельников С.И.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Автоматизация производственных процессов»

Протокол № 9 от «24» марта 2022г

Зав. кафедрой: к.т.н., доцент

 (Лопатин А.Г.)

Эксперт:

Начальник Учебного центра АО «НАК «Азот»

«31» марта 2022г



(Мальков И.В.)

Руководитель ОПОП, к.т.н., доцент,

«31» марта 2022 г



(Лопатин А.Г.)

Рабочая программа согласована с деканом факультета Кибернетика

Декан факультета: к.т.н., доцент



(Маслова Н.В.)

«31» марта 2022 г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

«31» марта 2022 г

 (Кизим Н.Ф.)

Аннотация рабочей программы дисциплины приведена в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3++) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2020г. № 910 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413);

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2020г. № 910 (Зарегистрировано в Минюсте России 24 августа 2020 г. N 59413) (ФГОС ВО).

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных методов синтеза и анализа алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии.

Задачи преподавания дисциплины:

- обучение теоретическим основам и методам синтеза и анализа экстремальных систем управления для решения задач химической технологии;
- овладеть методами синтеза и анализа робастных систем для решения задач химической технологии;
- обучение теоретическим основам и методам синтеза и анализа систем логического управления ХТС многономенклатурных производств со сложным аппаратным оформлением.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Б1.В.04 Синтез и анализ алгоритмов управления химико-технологическими процессами** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Математика, Вычислительная математика, Теория автоматического управления, Робототехнические системы, Общая химическая технология.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами УК-2.2. Умеет организовывать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта УК-2.3. Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство; Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-3 Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	ПК-3.1. Знает принципы построения математических моделей, проверку их достоверности, последние достижения в развитии математического моделирования на основе теории искусственного интеллекта; соотношение математического и физического моделирования ПК-3.2. Умеет применять метод математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности ПК-3.3. Владеет приемами применения метода математического моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция. С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С/01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации - 6).

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы и методы синтеза и анализа экстремальных систем управления для решения задач химической технологии;
- теоретические основы и методы синтеза и анализа робастных систем для решения задач химической технологии;
- теоретические основы и методы синтеза и анализа систем логического управления ХТС многономенклатурных производств со сложным аппаратным оформлением.

Уметь:

- формулировать постановки задач синтеза алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии;
- разрабатывать алгоритмы управления объектами химической технологии функционирующих в условиях неопределённости;
- разрабатывать алгоритмы логического управления на основе сетевых моделей.

Владеть:

- приёмами синтеза и анализа алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии;
- методами математического моделирования в пакетах программ для анализа и синтеза САУ.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Семестр 1

Вид учебной работы	Объем		в том числе в форме практической подготовки	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	5	180
Контактная работа:	1,675	60,3	1,675	60,3
Лекции	0,333	12	0,333	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,5	16	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,889	32	0,889	32
Часы на контроль (Катт)	0,0083	0,3	0,0083	0,3
Самостоятельная работа	2,333	84	2,333	84
Контактная самостоятельная работа				
Проработка лекционного материала	0,389	14	0,389	14
Подготовка к лабораторным занятиям	0,833	30	0,833	30
Подготовка к практическим занятиям	1,11	40	1,11	40
Форма (ы) контроля:	Экзамен			
Экзамен	0,992	35,7		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	ак. часов						
		Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа

1.	Раздел 1 Адаптивные системы. Экстремальные системы управления.	4	4					20
1.1	Системы с запоминанием экстремума	1	1	2	2	-	-	
1.2	Системы, реагирующие на знак или величину, производной.	1	1	2	2	-	-	
1.3	Системы со вспомогательной модуляцией	1	1	2	2	-	-	
1.4	Нечеткие системы экстремального управления	1	1	2	2	4	4	
2.	Раздел 2. Робастные системы управления.	3	3					24
2.1	Системы с неопределенными параметрами	0.5	0.5	2	2	1	1	
2.2	Робастные системы управления и чувствительность	0.5	0.5	2	2	1	1	
2.3	Анализ робастности	0.5	0.5	2	2	1	1	
2.4	Синтез робастных систем	2.5	2.5	2	2	1	1	
3.	Раздел 3. Синтез и анализ систем логического управления ХТС со сложным аппаратурным оформлением	5	5					40
3.1	Структура моделей ХТС	0.5	0.5	2	2	-	-	
3.2	Моделирование аппаратов периодического действия	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	
3.3	Моделирование интерактивных режимов работы аппаратов периодического действия	2	2	8	8	1	1	
3.4	Моделирование дисциплин обслуживания аппаратов периодического действия	0.5	0.5	1	1	1	1	
3.5	Обобщенные модели систем логического управления со сложным аппаратурным оформлением	0.5	0.5	2	2	1	1	
3.6	Анализ алгоритмов управления ХТС периодического действия со сложным аппаратурным оформлением	1	1	2	2	0.5	0.5	
	Катт	0,3						
	Экзамен	35.7						
	ИТОГО 180	12	12	32	32	16	16	84

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Адаптивные системы. Экстремальные системы управления.

СЭР разомкнутые, замкнутые и комбинированные. Стратегии поиска экстремума. Системы с запоминанием экстремума, реагирующие на разность между наибольшим достигнутым в предыдущие моменты времени значением выхода и текущим значением выхода y . Системы, реагирующие на знак или величину, производной dy/dx или dy/dt . Системы со вспомогательной модуляцией, которые определяют направление движения к экстремуму по сдвигу фазы между входными и выходными колебаниями объекта. Системы шагового типа, реагирующие на знак приращений выхода y .

- 1.1. Системы с запоминанием экстремума.
- 1.2. Системы, реагирующие на знак или величину, производной.
- 1.3. Системы со вспомогательной модуляцией
- 1.4. Нечеткие системы экстремального управления

Раздел 2. Робастные системы управления.

- 2.1. Системы с неопределенными параметрами.

Причины неопределённости. Управление в условиях неопределенности. Задачи анализа САУ при неточных знаниях о возмущениях.

- 2.2. Робастные системы управления и чувствительность.

Понятие о чувствительности системы и чувствительности корней характеристического уравнения.

- 2.3. Анализ робастности.

Функция чувствительности. Робастный критерий устойчивости.

- 2.4. Синтез робастных систем.

Постановка задачи синтеза робастных систем. Синтез робастных систем с ПИД-регулятором. Робастные САУ с внутренней моделью. Синтез робастных САУ с помощью Mat lab.

Раздел 3. Синтез и анализ систем логического управления ХТС со сложным аппаратным оформлением.

- 3.1. Структура моделей ХТС.

Характеристика организации периодических производств. Организационные структуры процессно-аппаратурного оформления периодических производств.

- 3.2. Моделирование аппаратов периодического действия.

- 3.3. Моделирование интерактивных режимов работы аппаратов периодического действия. Модульный подход к синтезу моделей логического управления. Классификационные признаки аппаратного оформления взаимодействий аппаратов и аппаратурных стадий. Типовые модели интерактивных режимов работы аппаратов.

- 3.4. Моделирование дисциплин обслуживания аппаратов периодического действия.

Дисциплины обслуживания аппаратов с приоритетами: по рангу, по порядку готовности и кольцевому порядку.

- 3.5. Обобщенные модели систем логического управления со сложным аппаратным оформлением.

- 3.5. Анализ алгоритмов управления ХТС периодического действия со сложным аппаратным оформлением.

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	теоретические основы и методы синтеза и анализа экстремальных систем управления для решения задач химической технологии;	+		
2	теоретические основы и методы синтеза и анализа робастных систем для решения задач химической технологии;		+	
3	теоретические основы и методы синтеза и анализа систем логического управления ХТС многономенклатурных производств со сложным аппаратным оформлением.			+
	Уметь:			

1	формулировать постановки задач синтеза алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии;	+	+	+
2	разрабатывать алгоритмы управления объектами химической технологии функционирующих в условиях неопределённости;	+	+	
3	разрабатывать алгоритмы логического управления на основе сетевых моделей;			+
Владеть:				
1	приёмами синтеза и анализа алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии.	+	+	+
2	методами математического моделирования в пакетах программ для анализа и синтеза САУ.	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами	+	+	+
	УК-2.2. Умеет организовывать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта	+	+	+
	УК-2.3. Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере	+	+	+
ПК-3 Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	ПК-3.1. Знает принципы построения математических моделей, проверку их достоверности, последние достижения в развитии математического моделирования на основе теории искусственного интеллекта; соотношение математического и физического моделирования	+	+	+
	ПК-3.2. Умеет применять метод математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности	+	+	+
	ПК-3.3. Владеет приемами применения метода математического моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств	+	+	+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

Темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	1.1	Анализ работы экстремальной системы управления	2
2.	1.2	Анализ работы экстремальной системы управления	2
3.	1.3	Анализ работы экстремальной системы управления	2
4.	1.4	Анализ работы экстремальной системы управления	2

5.	2.1	Исследование робастной системы	2
6.	2.2	Чувствительность и коррекция робастной системы	2
7.	2.3	Задача синтеза робастной системы в частотной области.	2
8.	2.4	Синтез и исследование робастных САУ с помощью Mat lab.	2
9.	3.1	Сети Петри (СП). Определение СП. Входные и выходные позиции переходов. Правила срабатывания переходов. Ординарные, обобщенные и ингибиторные СП. Правильные СП. Живость и безопасность. Дерево достижимых маркировок. Помеченная СП – граф операций. Структура моделей ХТС.	2
10.	3.2	Автоматное представление моделей аппаратов периодического действия	1
11.	3.3	Модульный подход к синтезу моделей логического управления. Структурные схемы взаимодействий аппаратов и аппаратурных стадий аппаратурного оформления. Классификационные признаки аппаратурного оформления взаимодействий аппаратов и аппаратурных стадий. Изучение и анализ типовых моделей интерактивных режимов работы аппаратов.	8
12.	3.4	Анализ дисциплин обслуживания аппаратов с приоритетами: по рангу, по порядку готовности и кольцевому порядку.	1
13.	3.5	Методика построения обобщенных моделей систем логического управления со сложным аппаратурным оформлением	2
14.	3.6	Проблема анализа алгоритмов управления ХТС периодического действия со сложным аппаратурным оформлением и её решение.	2

8.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине «*Синтез и анализ алгоритмов управления химико-технологическими процессами*», позволяет освоить методы экспериментальных исследований.

Лабораторные работы и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 1	Синтез и анализ экстремальной системы управления реактором пиролиза производства ацетилена.	4
2	Раздел 2	Синтез робастной системы управления объектом химической технологии с ПИД – регулятором.	4
3	Раздел 3	Синтез и анализ системы логического управления модулем адсорбции и абсорбции производства особо чистых веществ	4

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче **экзамена** по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических

данных источника.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

10.1. Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в форме:

– устного опроса (фронтальной беседы, индивидуального опроса);

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

– проверки письменных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий); простые задания используются для оценки умений. Они представляют собой задачи в одно или два действия. Сложные задания используются для оценки навыков. Они представляют собой решение задач включающие несколько изученных тем.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у «доски», своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 1/3), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 1/3) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

10.1.1 Контрольные вопросы для текущего контроля освоения дисциплины

1. Основные понятия и определения экспертных систем управления. Принципы поиска экстремума.
2. Системы с запоминанием экстремума.
3. Системы, реагирующие на знак или величину, производной.
4. Системы со вспомогательной модуляцией.
5. Нечеткие системы экстремального управления.
6. Системы с неопределенными параметрами.
7. Робастные системы управления и чувствительность.
8. Анализ робастности.
9. Синтез робастных систем.
10. Характеристика организации периодических производств.
11. Организационные структуры процессно-аппаратурного оформления периодических производств.
12. Моделирование аппаратов периодического действия.
13. Моделирование интерактивных режимов работы аппаратов периодического действия.
14. Модульный подход к синтезу моделей логического управления.
15. Классификационные признаки аппаратурного оформления взаимодействий аппаратов и аппаратурных стадий.
16. Типовые модели интерактивных режимов работы аппаратов.
17. Моделирование дисциплин обслуживания аппаратов периодического действия.
18. Дисциплины обслуживания аппаратов с приоритетами: по рангу, по порядку готовности и кольцевому порядку.
19. Обобщенные модели систем логического управления со сложным аппаратурным оформлением.
20. Анализ алгоритмов управления ХТС периодического действия со сложным аппаратурным оформлением.

10.2. Вид экзаменационного билета

«Утверждаю»
Руководитель
образовательной
программы

подпись (Ф.И.О)

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева
Новомосковский институт (филиал)
Направление подготовки бакалавров
18.03.01 Химическая технология
Направленность «Информационно-управляющие системы в
химической технологии»
Кафедра АПП

Билет № 1

1. Системы, реагирующие на знак или величину, производной.
2. Анализ робастности.
3. Моделирование аппаратов периодического действия

Лектор, доцент Сидельников С.И. (И.О. Фамилия)

10.2.1. Критерии оценивания и шкала оценок по заданиям экзаменационного билета

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент отвечает на все задания билета, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 1/3), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 1/3) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

7. СООТВЕТСТВИЕ

10.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине *«Синтез и анализ алгоритмов управления химико-технологическими процессами»* осуществляется в форме экзамена.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с установленными в Институте требованиями.

10.3. Оценивание результатов обучения

Показатели оценивания сформированности компетенции (части компетенции) по дисциплине

Сформированность знаний	Сформированность умений	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности
полнота, глубина, осознанность	результативность, правильность, последовательность, прочность, рефлексивность	качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий

10.3.1. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенции (части компетенции) по дисциплине при промежуточной аттестации

Показатели текущего контроля	Уровень сформированности компетенции		
	высокий	пороговый	не сформирована
решение задач на практических занятиях	в полном объеме с высоким качеством	в полном объеме	не выполнены в полном объеме ко времени контроля
Использование основной и дополнительной литературы	использует самостоятельно	по указанию преподавателя	не использует

10.4. Оценочные материалы для текущего контроля

Задания для практических занятий

1. Экстремальная система автоматического управления

В каких случаях необходимо применять системы экстремального управления?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) объект имеет стационарную экстремальную статическую характеристику;
- 2) экстремальная статическая характеристика объекта дрейфует во времени по известному закону;
- 3) экстремальная статическая характеристика объекта дрейфует во времени по неизвестному закону;
- 4) во всех перечисленных случаях.

2.

Дан объект экстремального управления:

$$y = y(x) = -x^2; \quad \dot{x} = u.$$

Какой величине должно быть пропорционально управляющее воздействие u , обеспечивающее движение к максимуму функции $y(x)$?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) пропорционально dy/dt ; 3) пропорционально x ;
- 2) пропорционально dy/dx ; 4) пропорционально y .

3.

В каком виде записывается алгоритм работы экстремального регулятора в системе, схема которой приведена на рис. 14.7?

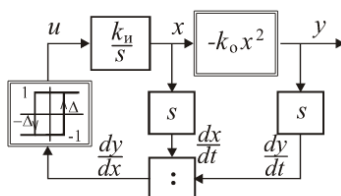


Рис. 14.7

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) $u = \text{sign} \left[\frac{dy}{dx} - \Delta \cdot \text{sign} \frac{d}{dt} \left(\frac{dy}{dx} \right) \right]$; 3) $u = \text{sign} \left[\frac{dy}{dx} + \Delta \right] \text{sign} \frac{dx}{dt}$;
- 2) $u = \text{sign} \left(\frac{dy}{dx} - \Delta \right) \text{sign} \frac{d}{dt} \left(\frac{dy}{dx} \right)$; 4) $u = \text{sign} \left[\frac{dy}{dt} + \Delta \right] \text{sign} \frac{dx}{dt}$.

4.

Каков характер изменения $y(t)$ в установившемся режиме в системе экстремального управления, схема которой приведена на рис. 14.8?

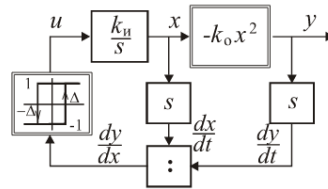
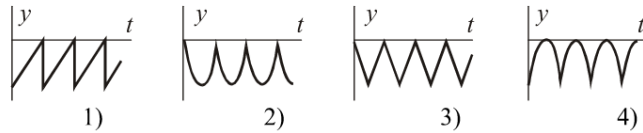


Рис. 14.8

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:



5.

В каком виде записывается алгоритм работы экстремального регулятора, в системе, схема которой приведена на рис. 14.9?

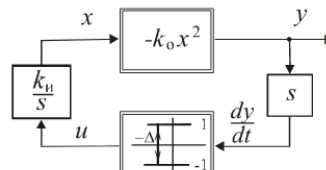


Рис. 14.9

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) $u = \text{sign}\left(\frac{dy}{dx} - \Delta\right) \text{sign} \frac{dx}{dt}$;
- 2) $u = \text{sign}\left(\frac{dy}{dt} + \Delta\right) \text{sign} \frac{dx}{dt}$;
- 3) $u = \text{sign} \frac{dy}{dx}$;
- 4) $u = \text{sign}\left(\frac{dy}{dx} - \Delta\right)$.

6.

Каков характер изменения $x(t)$ в установившемся режиме в системе экстремального управления, схема которой приведена на рис. 14.10?

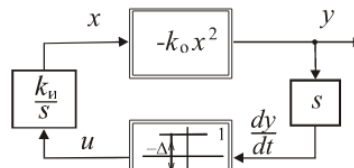
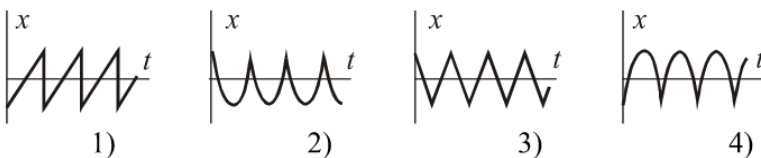


Рис. 14.10

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:



7.

Что понимают под «потерями на поиск»?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) максимальное отклонение выходной переменной от экстремального значения за период колебаний;
- 2) среднее значение отклонения выходной переменной от экстремального значения за период колебаний;
- 3) энергию, затраченную в процессе движения к экстремуму;
- 4) среднюю мощность управления за период колебаний в окрестности экстремума.

8.

Каким способом может быть повышена устойчивость поиска в системе с запоминанием экстремума при вертикальном дрейфе статической характеристики объекта?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) введением дополнительного воздействия по производной от управляющего воздействия;
- 2) введением дополнительного воздействия по интегралу от управляющего воздействия;
- 3) принудительным реверсом исполнительного устройства через определенные промежутки времени;
- 4) периодическим выключением запоминающего устройства.

9.

Укажите необходимое условие экстремума функции многих переменных $y = F(x_1, \dots, x_n)$.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) $\frac{\partial F}{\partial x_1} = \frac{\partial F}{\partial x_2} = \dots = \frac{\partial F}{\partial x_n}$;
- 2) $\frac{\partial^2 F}{\partial x_i \partial x_j} \geq 0; i, j = 1, \dots, n$;
- 3) $\sum_{i=1}^n \frac{\partial F}{\partial x_i} = 0$;
- 4) $\frac{\partial F}{\partial x_i} = 0, i = 1, \dots, n$.

10.

Объект управления описывается уравнением

$$y = F(x_1, x_2) = -x_1^2 - 2x_2^2 - x_1 x_2.$$

В экстремальном регуляторе реализован шаговый вариант градиентного метода. Определите значения x_1, x_2 , полученные после первого шага, если в начальной точке $x_{10} = 4, x_{20} = 1$ и коэффициент передачи регулятора $k_p = 0,1$.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) $x_1 = -0,9; x_2 = -1,6$;
- 2) $x_1 = 3,1; x_2 = -0,6$;
- 3) $x_1 = -9,0; x_2 = -16$;
- 4) $x_1 = 4,9; x_2 = 2,6$.

11.

Какая из приведенных на рис. 14.14 траекторий поиска экстремума функции $F(x_1, x_2)$ соответствует методу наискорейшего подъема (спуска)?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) a ;
- 2) b ;
- 3) $в$;
- 4) $г$.

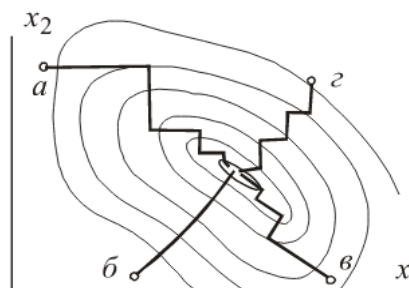


Рис. 14.14

12.

На рис. 14.15 показана траектория движения к экстремуму функции $F(x_1, x_2)$. Какой метод поиска экстремума используется в системе экстремального регулирования?

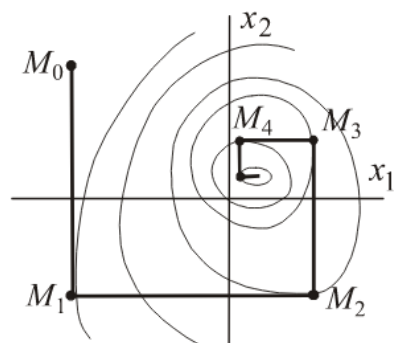


Рис. 14.15

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) метод Гаусса–Зайделя;
- 2) метод градиента;
- 3) метод наискорейшего спуска;
- 4) мало данных.

13. Адаптивные и робастные системы автоматического управления
В каких случаях возникает необходимость применения адаптивных систем?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) параметры объекта меняются в широком диапазоне;
- 2) характеристики внешних воздействий меняются в широком диапазоне;
- 3) параметры объекта и характеристики внешних воздействий меняются в широком диапазоне;
- 4) во всех перечисленных случаях.

14.

Адаптивная система состоит из объекта управления (ОУ), регулятора (Р) и адаптора (А). Определите их место в схеме системы, показанной на рис. 14.16.

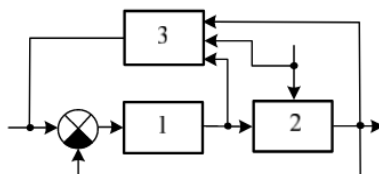


Рис. 14.16

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) 1 – ОУ, 2 – Р, 3 – А;
- 2) 1 – Р, 2 – ОУ, 3 – А;
- 3) 1 – А, 2 – ОУ, 3 – Р;
- 4) 1 – Р, 2 – А, 3 – ОУ;

15.

Для каких из указанных ниже целей используются самонастраивающиеся системы автоматического управления?

- а) для стабилизации заданного показателя качества САУ;
- б) для поддержания экстремума показателя качества САУ;
- в) для самонастройки управляющего устройства.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- 1) а;
- 2) б;
- 3) а, б;
- 4) в;
- 5) а, б, в.

16.

За счет каких изменений в регуляторе основного контура достигается адаптация в самонастраивающейся системе?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

- | | |
|----------------|----------------------------|
| 1) параметров; | 3) структуры и параметров; |
| 2) структуры; | 4) алгоритма управления. |

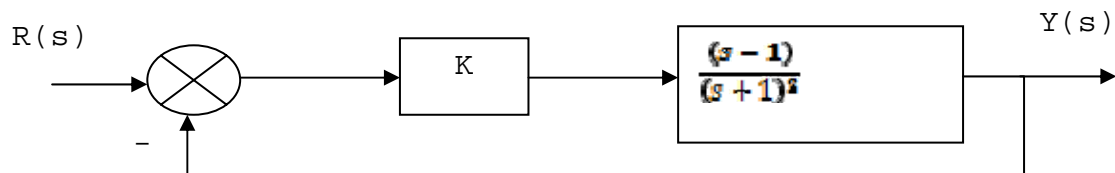
17.

Повышения или понижения чувствительности в САУ добиваются, используя алгоритмы адаптивного управления?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:

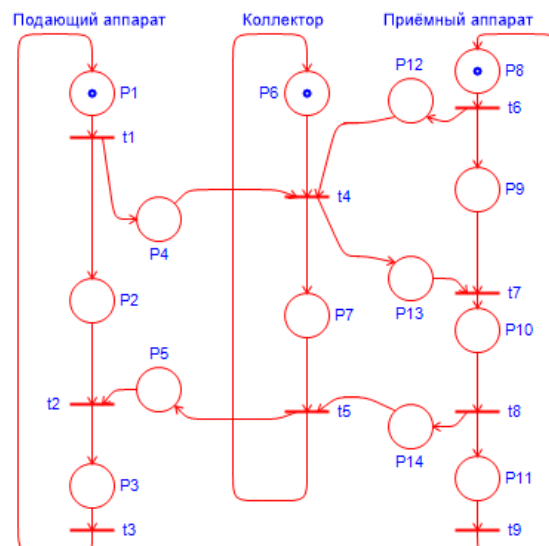
- | | |
|---------------|----------------------------------|
| 1) повышения; | 3) чувствительность не меняется. |
| 2) понижения; | |

18. Исследовать на робастность замкнутую систему, представленную на рисунке

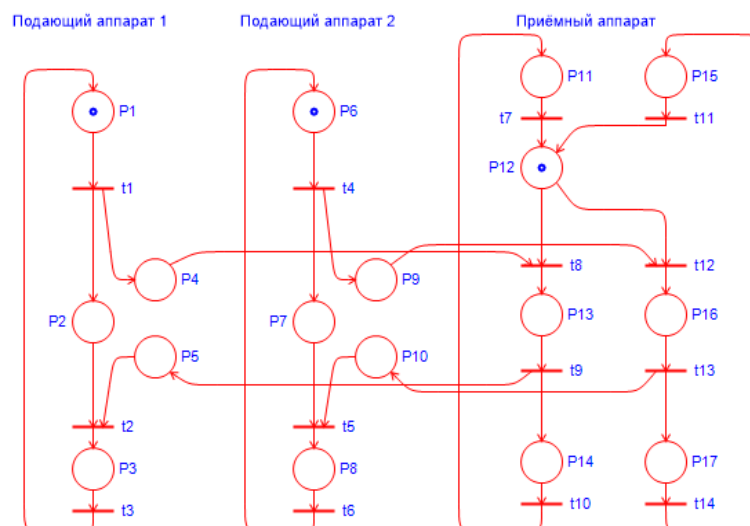


При $-2 < K < 1$

19. На рисунке представлена сетевая модель моделирующая процесс взаимодействия двух аппаратов и коллектора. Построить граф достижимых маркировок и определить в результате его анализа принадлежность сети к классу правильных сетей Петри.



20. На рисунке представлена сетевая модель моделирующая процесс взаимодействия двух подающих аппаратов и одного приемного. Построить граф достижимых маркировок и определить в результате его анализа принадлежность сети к классу правильных сетей Петри.



11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) – русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

11.1. Образовательные технологии

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, анализ ситуаций и имитационных моделей).

11.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

11.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и

консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Оценивание практических заданий входит в оценку.

11.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

11.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

11.6. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных физико-химических задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в многосеместровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 3 лабораторные работы.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструкции по технике безопасности.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, схему системы управления, рабочие формулы; перечень заданий и таблицы для записи результатов анализа и исследования;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с программными пакетами;

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал (в качестве лабораторного журнала студент использует общую тетрадь) или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, порядок выполнения лабораторной работы;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия, как правило, допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одним компьютером, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

7. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются в текстовых редакторах. Оформление работы завершается написанием выводов.

8. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов,

в) правильности построения графиков,

г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в журнале студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель в журнале студента делает запись: «Все лабораторные работы, предусмотренные маршрутным листом, выполнены и защищены», ставит подпись и дату.

9. Журнал преподавателя хранится у лаборанта той лаборатории, в которой эта работа выполняется. Правила ведения журнала преподавателя.

1. В графе журнала учета выполненных студентами лабораторных работ делается отметка о выполнении. Если работа «защищена», делается отметка о защите с указанием даты.

2. В случае отсутствия студента на лабораторном занятии в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ пишется «нб».

3. Около работы, пропущенной по уважительной причине (допуск из деканата), пишется «ув».

Правила работы преподавателей в лаборатории в зачетную неделю

1. К выполнению работ допускаются студенты, которым лектор или ведущий преподаватель предоставил допуск.
2. Дежурный преподаватель делает отметку о выполнении лабораторной работы в журнале студента и в журнале учета выполненных студентами лабораторных работ.

С согласия ведущего преподавателя студент может защитить работу дежурному преподавателю, проводившему занятия. Студент, не успевший выполнить работу на занятии, приглашается для ее выполнения повторно.

3. Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.
4. Во время проведения лабораторных работ учебно-вспомогательный персонал лаборатории работает под руководством ведущих занятий преподавателей.

11.7. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса РРС. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 3 (если специально не оговорено) лабораторных работ. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в журнале (в качестве журнала используется общая тетрадь) имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, схема установки, рабочие формулы; перечень заданий и таблицы;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с пакетами программ;

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, порядок проведения работы;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

8. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется миллиметровая бумага, или они

выполняются с использованием компьютера; графики вклеиваются в лабораторный журнал. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей. Оформление работы завершается написанием выводов

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

- а) результатов работы,
- б) достоверности расчетов,
- в) правильности построения графиков,
- г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

11.8. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).
- Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.
- Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:
- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2021 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб. : Профессия, 2007. - 749 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности: учеб. для вузов / В. В. Кафаров, В. В. Макаров. - М. : Химия, 1990 - 320 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 120 с. — (Высшее образование).	Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/471588 (дата обращения: 13.11.2021).	Да

б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Модели и алгоритмы логического управления химико-технологическими системами: науч. изд. /С. И. Сидельников. - Новомосковск : [б. и.], 2011. - 90 с. - (ГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И.Менделеева. Новомосковский ин-т).	Библиотека НИ РХТУ http://moodle.nirhtu.ru/course/view.php?id=316	Да
Малышенко А. М., Вадутос О. С. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления Издательство "Лань" 2021, 368 стр.	https://reader.lanbook.com/book/168920#1	Да
Адаптивные системы автоматического управления сложными технологическими процессами / Н.М.Александровский, С.В. Егоров, Р.Е. Кузин. - М. : Энергия, 1973. - 272 с.		Да

12.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Кафедра Автоматизация производственных процессов / URL: <http://moodle.nirhtu.ru>

Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева.

URL: http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS

ЭБС «Издательство «Лань» (Договор № 33.03-Р-3.1-2667/2020 от 26.09.2020г. Срок действия с 26.09.2020г. по 25.09.2021г.) - <https://e.lanbook.com/>

ЭБС «Издательство «Юрайт» (Договор № 33.03-Р-2.0-3196/2021 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 7707072637 770701001 0014 001 5814 244 от 16.03.2021 г., срок действия с 16.03.2021 по 15.03.2022 г.) - <https://e.lanbook.com/>
 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - <https://cyberleninka.ru/>
 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>
 Профессиональные базы данных
 Википедия — общедоступная многоязычная универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом. - ru.wikipedia.org
 База данных Scopus (сублицензированный договор № Scopus//130 от 08.08.2017г) - <https://www.scopus.com>
 База данных Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC (сублицензионный договор № WoS/1035 от 01.04.2017г.) - <https://clarivate.com/>

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Методы нелинейной динамики в химии и химической технологии*» проводятся в форме аудиторных и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория (108 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска. Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран (постоянное место хранения: ауд.109а)	приспособлено (аудитория на первом этаже)
Аудитория для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (310, учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран (постоянное место хранения: ауд.309) Компьютеры «Realm» 10шт Принтер матричный 2 шт. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено* для слабовидящих, слабослышащих и иных видов соматических заболеваний и лиц с ОВЗ
Аудитория для лиц с ограниченными возможностями и самостоятельной работы студентов (107 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска ПК (2шт) Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)

13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук (Fujitsu, 2,2 ГГц, с оперативной памятью 2 Мбайт, жестким диском 500 Мб) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор (BenQ "MX503" (DLP, 3D, 1024x768, 2700лм ANSI, 13000:1, 3D)

Экран (LUMIEN Eco View180x180 см 1:1 (lev-100102)

13.2. Программное обеспечение

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Операционная система - MS Windows 7	Подписка Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - The Novomoskovsk university (the branch) - EMDEPT - DreamSpark Premium http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897 . Номер учетной записи e5: 100039214))	неограничено	бессрочная лицензия
2.	Операционная система - MS Windows 10	Подписка Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - The Novomoskovsk university (the branch) - EMDEPT - DreamSpark Premium http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897 . Номер учетной записи e5: 100039214))	неограничено	бессрочная лицензия
3.	Офисный пакет MS Office 365 A1 (MS Word, MS Excel, MS PowerPoint)	Подписка Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - The Novomoskovsk university (the branch) - EMDEPT - DreamSpark Premium http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897 . Номер учетной записи e5: 100039214))	неограничено	бессрочная лицензия
4.	Интернет браузер (Edge, Internet Explorer) как часть MS Windows	Подписка Azure Dev Tools for Teaching (бывший Microsoft Imagine Premium (бывший DreamSpark - The Novomoskovsk university (the branch) - EMDEPT - DreamSpark Premium	неограничено	бессрочная лицензия

		http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897 . Номер учетной записи e5: 100039214))		
5.	Архиватор 7zip	GNU LGPL license	неограничено	бессрочная лицензия
6.	Scicos (Scilab Connected Object Simulator) – составная часть пакета Scilab – пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов		неограничено	(CeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2))
7.	MathCadExpress 3.0 – ПО для инженерных математических расчетов		неограничено	Бесплатно в течение неограниченного срока
8.	Adobe Acrobat Reader	https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html	неограничено	бессрочная лицензия
9.	Браузер Mozilla FireFox	Mozilla Public License 2.0 (MPL)	неограничено	бессрочная лицензия
10.	Пакет программ автоматизированного построения и имитационного моделирования систем логического управления	Разработка НИ РХТУ Кафедра АПП	неограничено	бессрочная лицензия
11.	Программа имитационного моделирования нечеткой экстремальной системы регулирования	Разработка НИ РХТУ Кафедра АПП	неограничено	бессрочная лицензия

Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине;

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к лабораторным работам.

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 Адаптивные системы. Экстремальные системы управления.	<p>Знать: теоретические основы и методы синтеза и анализа экстремальных систем с запоминанием экстремума, системы, реагирующие на знак или величину, производной, системы со вспомогательной модуляцией, системы шагового типа, нечеткие системы.</p> <p>Уметь: - применять метод математического моделирования для исследования экстремальных систем регулирования; - разрабатывать алгоритмы управления объектами химической технологии функционирующих в условиях неопределённости</p> <p>Владеть: - методами математического моделирования в пакетах программ для анализа и синтеза экстремальных систем регулирования;</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ.</p>

<p>Раздел 2. Робастные системы управления.</p>	<p>Знать: - теоретические основы и методы синтеза и анализа робастных систем управления;</p> <p>Уметь: - применять метод математического моделирования для исследования робастных систем управления;</p> <p>- разрабатывать алгоритмы управления объектами химической технологии функционирующих в условиях неопределённости</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами математического моделирования в пакетах программ для анализа и синтеза робастных систем управления;</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ.</p>
<p>Раздел 3. Синтез и анализ систем логического управления ХТС со сложным аппаратным оформлением</p>	<p>Знать: - теоретические основы и методы синтеза и анализа систем логического управления периодическими производствами со сложным аппаратным оформлением;</p> <p>Уметь: - применять метод математического моделирования для синтеза и исследования систем логического управления;</p> <p>- разрабатывать алгоритмы управления объектами химической технологии для различных интерактивных режимов аппаратов и аппаратных стадий.</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами математического моделирования в пакетах программ для анализа и синтеза систем логического управления.</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ.</p>

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Б1.В.04 Синтез и анализ алгоритмов управления химико-технологическими процессами

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 5/ 180. Форма промежуточного контроля: экзамен. Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

2. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных методов синтеза и анализа алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии.

Задачи преподавания дисциплины:

- обучение теоретическим основам и методам синтеза и анализа экстремальных систем управления для решения задач химической технологии;
- овладеть методами синтеза и анализа робастных систем для решения задач химической технологии;
- обучение теоретическим основам и методам синтеза и анализа систем логического управления ХТС многономенклатурных производств со сложным аппаратным оформлением.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Б1.В.04 Синтез и анализ алгоритмов управления химико-технологическими процессами** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Математика, Вычислительная математика, Теория автоматического управления, Робототехнические системы, Общая химическая технология.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Адаптивные системы. Экстремальные системы управления.

СЭР разомкнутые, замкнутые и комбинированные. Стратегии поиска экстремума. Системы с запоминанием экстремума, реагирующие на разность между наибольшим достигнутым в предыдущие моменты времени значением выхода и текущим значением выхода y . Системы, реагирующие на знак или величину, производной dy/dx или dy/dt . Системы со вспомогательной модуляцией, которые определяют направление движения к экстремуму по сдвигу фазы между входными и выходными колебаниями объекта. Системы шагового типа, реагирующие на знак приращений выхода y .

- 1.5. Системы с запоминанием экстремума.
- 1.6. Системы, реагирующие на знак или величину, производной.
- 1.7. Системы со вспомогательной модуляцией
- 1.8. Нечеткие системы экстремального управления

Раздел 2. Робастные системы управления.

2.1. Системы с неопределенными параметрами.

Причины неопределенности. Управление в условиях неопределенности. Задачи анализа САУ при неточных знаниях о возмущениях.

2.2. Робастные системы управления и чувствительность.

Понятие о чувствительности системы и чувствительности корней характеристического уравнения.

2.3. Анализ робастности.

Функция чувствительности. Робастный критерий устойчивости.

2.4. Синтез робастных систем.

Постановка задачи синтеза робастных систем. Синтез робастных систем с ПИД-регулятором. Робастные САУ с внутренней моделью. Синтез робастных САУ с помощью Mat lab.

Раздел 3. Синтез и анализ систем логического управления ХТС со сложным аппаратным оформлением.

3.1. Структура моделей ХТС.

Характеристика организации периодических производств. Организационные структуры процессно-аппаратурного оформления периодических производств.

3.2. Моделирование аппаратов периодического действия.

3.3. Моделирование интерактивных режимов работы аппаратов периодического действия. Модульный подход к синтезу моделей логического управления. Классификационные признаки аппаратного

оформления взаимодействий аппаратов и аппаратурных стадий. Типовые модели интерактивных режимов работы аппаратов.

3.4. Моделирование дисциплин обслуживания аппаратов периодического действия.

Дисциплины обслуживания аппаратов с приоритетами: по рангу, по порядку готовности и кольцевому порядку.

3.5. Обобщенные модели систем логического управления со сложным аппаратурным оформлением.

3.5. Анализ алгоритмов управления ХТС периодического действия со сложным аппаратурным оформлением.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами
	УК-2.2. Умеет организовывать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта
	УК-2.3. Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере
ПК-3. Способен решать исследовательские задачи в области профессиональной деятельности методом математического моделирования	ПК-3.1. Знает принципы построения математических моделей, проверку их достоверности, последние достижения в развитии математического моделирования на основе теории искусственного интеллекта; соотношение математического и физического моделирования
	ПК-3.2. Умеет применять метод математического моделирования для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности
	ПК-3.3. Владеет приемами применения метода математического моделирования для исследования отдельных технологических процессов и систем, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств

Знать:

- теоретические основы и методы синтеза и анализа экстремальных систем управления для решения задач химической технологии;
- теоретические основы и методы синтеза и анализа робастных систем для решения задач химической технологии;
- теоретические основы и методы синтеза и анализа систем логического управления ХТС многономенклатурных производств со сложным аппаратурным оформлением.

Уметь:

- формулировать постановки задач синтеза алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии;
- разрабатывать алгоритмы управления объектами химической технологии функционирующих в условиях неопределённости;
- разрабатывать алгоритмы логического управления на основе сетевых моделей.

Владеть:

- приёмами синтеза и анализа алгоритмов систем управления непрерывными и периодическими производствами химической технологии;
- методами математического моделирования в пакетах программ для анализа и синтеза САУ.

6. Виды учебной работы и их объем

Семестр 1

Вид учебной работы	Объем		в том числе в форме практической подготовки	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	5	180
Контактная работа:	1,675	60,3	1,675	60,3
Лекции	0,333	12	0,333	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,5	16	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,889	32	0,889	32
Часы на контроль (Катт)	0,0083	0,3	0,0083	0,3
Самостоятельная работа	2,333	84	2,333	84
Контактная самостоятельная работа				
Проработка лекционного материала	0,389	14	0,389	14
Подготовка к лабораторным занятиям	0,833	30	0,833	30
Подготовка к практическим занятиям	1,11	40	1,11	40
Форма (ы) контроля:	Экзамен			
Экзамен	0,992	35.7		

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

Б1.В.04 Синтез и анализ алгоритмов управления химико-технологическими процессами
 основной образовательной программы 18.04.01 Химическая технология программа
 магистратуры «Информационно-управляющие системы в химической технологии»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № от ___ ___ 202__ г.
2		протокол заседания Ученого совета № от ___ ___ 202__ г.
		протокол заседания Ученого совета № от ___ ___ 202__ г.
		протокол заседания Ученого совета № от ___ ___ 202__ г.
		протокол заседания Ученого совета № от ___ ___ 202__ г.