

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 Новомосковского института
РХТУ им. Д.И. Менделеева

В.Л. Первухин

« 30 » 06 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.21 Теория автоматического управления

Направление подготовки: **15.03.04 Автоматизация**
(Код и наименование направления подготовки)
технологических процессов и производств

Направленность (профиль): **Автоматизация**
(Наименование профиля подготовки)
технологических процессов и производств

Квалификация: бакалавр

Новомосковск – 2022

Разработчик:

Доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов»
НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева,

к.т.н., доцент  (Ляшенко А.И.)

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

Протокол № 14 от 29.06. 2022 г.

Зав. кафедрой: к.т.н., доцент  (Лопатин А.Г.)

Руководитель ОПОП, к.т.н., доцент  (Лопатин А.Г.)

«29» 06 2022 г

Рабочая программа согласована с деканом факультета Кибернетика

Декан факультета: к.т.н., доцент  (Маслова Н.В.)

«29» 06 2022 г

Рабочая программа согласована с деканом факультета ЗиОЗО

Декан факультета: к.т.н., доцент  (Стекольников А.Ю.)

«29» 06 2022 г

Рабочая программа согласована с руководителем учебно-методического управления
Новомосковского института РХТУ им. Д.И. Менделеева

Руководитель, д.х.н., профессор  (Кизим Н.Ф.)

«29» 06 2022 г

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработки рабочей программы дисциплины

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 специализации, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 августа 2021 г. № 730 (Зарегистрировано в Минюсте России 3 сентября 2021 г. № 64887) (далее – стандарт);

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

Методические рекомендации 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 специализации, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положение 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 – бакалавриат по специальности 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. N 652 (Зарегистрировано в Минюсте России 2 августа 2017 г. N 47639), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *Автоматизации производственных процессов* НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 3 семестров.

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 обеспечение базовой подготовки студентов в области функционирования, моделирования анализа и синтеза систем автоматического управления и регулирования,

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний о классификации объектов и систем автоматического управления;
- формирование и развитие умений описывать происходящие в системах управления динамические процессы;
- формирование и развитие умений анализа структур и математического описания систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы;
- приобретение и формирование навыков проведения синтеза систем автоматического управления, их испытания и эксплуатации.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Б1.О.21 Теория автоматического управления** относится к Обязательной части блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Автоматика, Основы кибернетики, Прикладная информатика, Математика и является основой для последующих дисциплин: Технические средства автоматизации, Автоматизация технологических процессов и производств, Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и производствами, Специальные системы управления, Оптимальные системы управления.

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций**:

– **Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения**

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование ОПК выпускника	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Общепрофессиональные навыки	ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	ОПК-13.1 Свободно разбирается в методах расчета систем автоматизации технологических процессов и производств; ОПК-13.3 Способен рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому процессу.

– 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
Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологический				
Научно-технические разработки; опытно-конструкторские разработки и внедрение химической продукции различного назначения, метрология, сертификация и технический контроль качества продукции	Химические вещества, материалы, сырьевые ресурсы, источники профессиональной информации, химические процессы и явления, профессиональное оборудование; документация профессионального и производственного назначения	ПК-2. Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов	<p>ПК-2.1. Определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.</p> <p>ПК-2.2. Выбор средств текущего контроля технологических факторов сложных технологических процессов.</p> <p>ПК-2.3. Выбор средств регулирования технологических факторов сложных технологических процессов.</p> <p>ПК-2.4. Реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.</p> <p>ПК-2.5. Проверка эффективности реализованной схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.</p>	Профессиональный стандарт №386 «Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов термического производства», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 июля 2019 г. № 501н. (код 40.079, уровень квалификации 6, В/02.6) Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов термической и химико-термической обработки

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

ОПК-13.1. Свободно разбирается в методах расчета систем автоматизации технологических процессов и производств.

Знать: основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления.

Уметь: использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.

Владеть: способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.

ОПК-13.3. Способен рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы

автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому процессу.

Знать: методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.

Уметь: выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.

Владеть: методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.

ПК-2.1. Определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.

Знать: современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.

Уметь: использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.

Владеть: методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.

ПК-2.2. Выбор средств текущего контроля технологических факторов сложных технологических процессов.

Знать: основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.

Уметь: выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.

Владеть: определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.

ПК-2.3. Выбор средств регулирования технологических факторов сложных технологических процессов.

Знать: основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.

Уметь: настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.

Владеть: способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.

ПК-2.4. Реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.

Знать: принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.

Уметь: использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.

Владеть: основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.

ПК-2.5. Проверка эффективности реализованной схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.

Знать: методы анализа систем автоматического управления и регулирования.

Уметь: осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем.

Владеть: методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Вид учебной работы	Всего		Семестр №					
			3		4		5	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	360	4	144	3	108	3	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	7.06	254.25	2.37	85.3	2.34	84.3	2.35	84.65
в том числе в форме практической подготовки	1.05	38	0.83	30	0.22	8		
Лекции	2.82	102	0.94	34	0.94	34	0.94	34
в том числе в форме практической подготовки			0.33	12	0.05	2		
Практические занятия (ПЗ)	1.32	48	0.44	16	0.44	16	0.44	16
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)								
Лабораторные работы (ЛР)	2.82	102	0.94	34	0.94	34	0.94	34
в том числе в форме практической подготовки			0.5	18	0.17	6		
Контроль аттестации (Кат)	0.035	1.25						
экзамен			0.0083	0.3				
зачет с оценкой					0.0083	0.3		
зачет							0.018	0.65
Консультации перед экзаменом	0.0278	1	0.0278	1				
Самостоятельная работа	1.95	70.05	0.64	23	0.66	23.7	0.65	23.35
Курсовой проект	0.28	10					0.28	10
Проработка лекционного материала	0.353	12.7	0.083	3	0.16	5.7	0.11	4
Подготовка к лабораторным занятиям	0.391	14	0.111	4	0.17	6	0.11	4
Подготовка к практическим занятиям	0.481	17.35	0.111	4	0.22	8	0.15	5.35
Подготовка к контрольным работам	0.221	8	0.166	6	0.055	2		
Подготовка индивидуального задания	0.221	8	0.166	6	0.055	2		
Вид аттестации:			экзамен		зач. с оц.		зач., КП	
Контроль: подготовка к экзамену	0.99	35.7	0.99	35.7				

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Семестр № 3

№ п/п	Раздел дисциплины	ак. часов								
		Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Практ. зан.	в т.ч. в форме практ. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение в теорию автоматического управления	12	2	4	2	6				2
1.1	Основные понятия и терминология теории автоматического управления			1						
1.2	Понятие математического описания. Линеаризация			1						
1.3	Преобразование Лапласа и его основные свойства			1	1	2				1
1.4	Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Понятие передаточной функции			1	1	4				1
2.	Раздел 2. Временные и частотные характеристики	18	8	4	2	2		8	6	4
2.1	Временные характеристики			1				4	2	1
2.2	Частотные характеристики			1	1			4	2	1
2.3	Логарифмические частотные характеристики			1	1					1
2.4	Элементарные динамические звенья и их характеристики			1		2			2	1
3.	Раздел 3. Структурные схемы	10	4	2		2		4	4	2
3.1	Правила преобразования структурных схем			1		1		2	2	1
3.2	Определение передаточной функции одноконтурной и многоконтурной системы			1		1		2	2	1
4.	Раздел 4. Устойчивость линейных систем	21	4	11	4	4				6
4.1	Понятие об устойчивости. Свободная и вынужденная составляющие переходного процесса			1						
4.2	Характеристическое уравнение системы. Положение корней на комплексной плоскости. Теоремы Ляпунова об устойчивости			1						
4.3	Необходимое условие устойчивости (теорема Безу). Алгебраические критерии устойчивости -			2		2				1

	критерий устойчивости Гурвица, критерий устойчивости Рауса								
4.4	Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости Михайлова			2	1	1			1
4.5	Частотный критерий устойчивости Найквиста			2	2	1			2
4.6	Запас устойчивости по фазе и амплитуде. Устойчивость по логарифмическим частотным характеристикам			1	1				2
4.7	Устойчивость астатических систем			1					
4.8	Устойчивость систем с запаздыванием			1					
5.	Раздел 5. Методы оценки качества регулирования в линейных системах	7		2		2			3
5.1	Прямые показатели качества			1		2			2
5.2	Интегральные и частотные оценки качества			1					1
6.	Раздел 6. Синтез линейных систем регулирования	22	6	8	2			10	4
6.1	Принципы управления и основные алгоритмы функционирования			2					1
6.2	Основные законы регулирования			2	1		4	2	1
6.3	Расчет настроек автоматических регуляторов различными методами			4	1		6	2	2
7.	Раздел 7. Синтез сложных систем регулирования	17	6	3	2			12	4
7.1	Инвариантные системы регулирования			1	1		6	2	1
7.2	Каскадные системы регулирования			2	1		6	2	1
	ИТОГО	107	30	34	12	16		34	18
	Консультации перед экзаменом	1							
	Контроль аттестации	0.3							
	Контроль: подготовка к экзамену	35.7							
	ИТОГО	144							

Семестр № 4

№ п/п	Раздел дисциплины	ак. часов								
		Всего	в т.ч. в форме практ. подг.	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг.	Сам. работа
8.	Раздел 8. Введение в нелинейные системы автоматического управления.	20	1	4		2		12	1	2
8.1	Основные понятия, особенности и структура нелинейных систем			2				6		
8.2	Типовые нелинейности и их статические характеристики			2		2		6	1	2
9.	Раздел 9. Методы исследования нелинейных систем	32	1	12		8		6	1	6
9.1	Метод фазового пространства			2				2		1
9.2	Фазовые траектории и особые точки равновесия			2				2	1	2
9.3	Метод «припасовывания» (сшивания)			2		4				
9.4	Метод «изоклин			2						1
9.5	Метод гармонической линеаризации			2		4				1
9.6	Построение переходной характеристики по фазовой траектории(метод Франка)			1						
9.7	Анализ качества регулирования в нелинейных системах			1				2		1
10.	Раздел 10. Устойчивость в нелинейных системах	28	2	8		6		8	2	6
10.1	Методы исследования режима автоколебаний в нелинейных системах			4		2		8	2	2
10.2	Прямой метод Ляпунова			2		4				2
10.3	Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова			2						2
11.	Раздел 11. Преобразование структурных схем для нелинейных систем	4		2						2
11.1	Особенности последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения нелинейных звеньев			1						1
11.2	Правила преобразования структурных схем с нелинейными звеньями			1						1
12.	Раздел 12. Коррекция нелинейных систем	23.7	4	8		2		8	2	7.7

12.1	Линейные корректирующие устройства			1						1
12.2	Компенсация нелинейной характеристики			1						1
12.3	Коррекция амплитуды и частоты автоколебаний			1						1
12.4	Псевдолинейная коррекция			1						1
12.5	Скользящий режим работы нелинейных систем			2	1			4	1	1.7
12.5	Нелинейная система с переменной структурой			2	1			4	1	2
	ИТОГО	107.7	8	34	2	16		34	6	23.7
	Контроль аттестации	0.3								
	ИТОГО	108								

Семестр № 5

№ п/п	Раздел дисциплины	ак. часов								
		Всего	в т.ч. в форме практ. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме практ. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме практ. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме практ. подг. (при наличии)	Сам. работа
13.	Раздел 13. Введение в теорию адаптивного управления.	6		4		2				
13.1	Понятие об адаптивном управлении. Назначение адаптивных систем.			1		1				
13.2	Определение адаптивной системы и адаптивного регулятора			1						
13.3	Структура и типы адаптивных систем управления. Постановка задачи адаптивного управления.			2		1				
14.	Раздел 14. Алгоритмы адаптивного управления с использованием анализатора характеристик	18		6		4		6		2
14.1	Самонастройка по динамическим свойствам			1		2		2		1
14.2	Автоколебательная самонастройка			1						
14.3	Самонастройка с выходом на границу устойчивости			1		2				
14.4	Самонастройка со спектральным анализатором			1						
14.5	Самонастройка с контролем коэффициента затухания весовой характеристики			1						

14.6	Самонастройка со стабилизацией частотных характеристик			1				4		1
15.	Раздел 15. Алгоритмы адаптивного управления с эталонной моделью	20		6		4		6		4
15.1	Алгоритм адаптивного управления с использованием вычислителя параметров			2		2		2		2
15.2	Алгоритм адаптивного управления с использованием эталона динамических характеристик			2		2		2		1
15.3	Адаптивное управление и робастность			2				2		1
16.	Раздел 16. Алгоритмы адаптивного управления с идентификатором	28		10		6		8		4
16.1	Идентификация и модель для получения оценки. Активный и пассивный эксперименты			2		4		1		
16.2	Градиентный идентификатор			1		2		1		
16.3	МНК-идентификатор			1				1		
16.4	МНК-идентификатор с экспоненциальной потерей памяти			1				1		
16.5	Метод стохастической аппроксимации (МСА)			1				1		1
16.6	Алгоритм Качмажа (локальный оптимальный метод)			1						1
16.7	Корреляционный метод			1				1		1
16.8	Сравнительная характеристика различных методов получения оценки			2				2		1
17.	Раздел 17. Методы синтеза адаптивных систем	25.35		8				14		3.35
17.1	Синтез адаптивного регулятора			2				6		1.35
17.2	Параметрическая и сигнальная адаптации			1				2		
17.3	Методы локальной адаптации			1				2		
17.4	Оценка качества адаптации			2				2		1
17.5	Методы устойчивости			2				2		1
	Курсовой проект	10								10
	ИТОГО	107.35		34		16		34		23.35
	Контроль аттестации	0.65								
	ИТОГО	108								

6.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в теорию автоматического управления

- 1.1. Основные понятия и терминология теории автоматического управления
- 1.2. Понятие математического описания. Линеаризация
- 1.3. Преобразование Лапласа и его основные свойства
- 1.4. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Понятие передаточной функции

Раздел 2. Временные и частотные характеристики

- 2.1. Временные характеристики
- 2.2. Частотные характеристики
- 2.3. Логарифмические частотные характеристики
- 2.4. Элементарные динамические звенья и их характеристики

Раздел 3. Структурные схемы

- 3.1. Правила преобразования структурных схем
- 3.2. Определение передаточной функции одноконтурной и многоконтурной системы

Раздел 4. Устойчивость линейных систем

- 4.1. Понятие об устойчивости. Свободная и вынужденная составляющие переходного процесса
- 4.2. Характеристическое уравнение системы. Положение корней на комплексной плоскости. Теоремы Ляпунова об устойчивости
- 4.3. Необходимое условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости - критерий устойчивости Гурвица, критерий устойчивости Рауса
- 4.4. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости Михайлова
- 4.5. Частотный критерий устойчивости Найквиста
- 4.6. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. Устойчивость по логарифмическим частотным характеристикам
- 4.7. Устойчивость астатических систем
- 4.8. Устойчивость систем с запаздыванием

Раздел 5. Методы оценки качества регулирования в линейных системах

- 5.1. Прямые показатели качества
- 5.2. Интегральные и частотные оценки качества

Раздел 6. Синтез линейных систем регулирования

- 6.1. Принципы управления и основные алгоритмы функционирования
- 6.2. Основные законы регулирования
- 6.3. Расчет настроек автоматических регуляторов различными методами

Раздел 7. Синтез сложных систем регулирования

- 7.1. Инвариантные системы регулирования
- 7.2. Каскадные системы регулирования

Раздел 8. Введение в нелинейные системы автоматического управления

- 8.1. Основные понятия, особенности и структура нелинейных систем
- 8.2. Типовые нелинейности и их статические характеристики

Раздел 9. Методы исследования нелинейных систем

- 9.1. Метод фазового пространства
- 9.2. Фазовые траектории и особые точки равновесия
- 9.3. Метод «припасовывания» (сшивания)
- 9.4. Метод «изоклин
- 9.5. Построение переходной характеристики по фазовой траектории (метод Франка)
- 9.6. Метод гармонической линеаризации
- 9.7. Анализ качества регулирования в нелинейных системах

Раздел 10. Устойчивость в нелинейных системах

- 10.1. Методы исследования режима автоколебаний в нелинейных системах
- 10.2. Прямой метод Ляпунова
- 10.3. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова

Раздел 11. Преобразование структурных схем для нелинейных систем

- 11.1. Особенности последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения нелинейных звеньев
- 11.2. Правила преобразования структурных схем с нелинейными звеньями.

Раздел 12. Коррекция нелинейных систем

- 12.1. Линейные корректирующие устройства
- 12.2. Компенсация нелинейной характеристики
- 12.3. Коррекция амплитуды и частоты автоколебаний
- 12.4. Псевдолинейная коррекция
- 12.5. Скользящий режим работы нелинейных систем
- 12.6. Нелинейная система с переменной структурой

Раздел 13. Введение в теорию адаптивного управления

- 13.1. Понятие об адаптивном управлении. Назначение адаптивных систем
- 13.2. Определение адаптивной системы и адаптивного регулятора
- 13.3. Структура и типы адаптивных систем управления. Постановка задачи адаптивного управления

Раздел 14. Алгоритмы адаптивного управления с использованием анализатора характеристик

- 14.1. Самонастройка по динамическим свойствам
- 14.2. Автоколебательная самонастройка
- 14.3. Самонастройка с выходом на границу устойчивости
- 14.4. Самонастройка со спектральным анализатором
- 14.5. Самонастройка с контролем коэффициента затухания весовой характеристики
- 14.6. Самонастройка со стабилизацией частотных характеристик

Раздел 15. Алгоритмы адаптивного управления с эталонной моделью

- 15.1. Алгоритм адаптивного управления с использованием вычислителя параметров
- 15.2. Алгоритм адаптивного управления с использованием эталона динамических характеристик
- 15.3. Адаптивное управление и робастность

Раздел 16. Алгоритмы адаптивного управления с идентификатором

- 16.1. Идентификация и модель. для получения оценки. Активный и пассивный эксперименты
- 16.2. Градиентный идентификатор
- 16.3. МНК-идентификатор
- 16.4. МНК-идентификатор с экспоненциальной потерей памяти
- 16.5. Метод стохастической аппроксимации (МСА)
- 16.6. Алгоритм Качмажа (локальный оптимальный метод)
- 16.7. Корреляционный метод

16.8. Сравнительная характеристика различных методов получения оценки

Раздел 17. Методы синтеза адаптивных систем

- 17.1. Синтез адаптивного регулятора
- 17.2. Параметрическая и сигнальная адаптации
- 17.3. Методы локальной адаптации
- 17.4. Оценка качества адаптации
- 17.5. Методы устойчивости

7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр № 3

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	Знать:							
1	- основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления.	+					+	
2	- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.						+	+
3	- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.	+	+	+				
4	- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.	+		+			+	+
5	- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.						+	+
6	- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.		+				+	+
7	- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.				+	+		
	Уметь:							
1	- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.	+					+	
2	- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.						+	+

3	- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.	+	+	+				
4	- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.	+		+			+	+
5	- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.						+	+
6	- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.		+				+	+
7	- осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем.				+	+		
Владеть:								
1	- способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.	+					+	
2	- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.						+	+
3	- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.	+	+	+				
4	- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.	+		+			+	+
5	- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.						+	+
6	- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.		+				+	+
7	- методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества.				+	+		

Семестр № 4

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10	Раздел 11	Раздел 12
	<i>Знать:</i>					
1	- основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления.	+				
2	- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.			+		+
3	- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.	+	+		+	
4	- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.				+	
5	- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.					+
6	- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.					+
7	- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.		+	+		+
	<i>Уметь:</i>					
1	- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.	+				
2	- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.			+		+
3	- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.	+	+		+	
4	- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.				+	
5	- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.					+

4	- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.		+	+	+	
5	- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.		+	+	+	+
6	- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.		+	+	+	+
7	- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.					+
	Уметь:					
1	- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.	+				
2	- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.					+
3	- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.	+				
4	- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.		+	+	+	
5	- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.		+	+	+	+
6	- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.		+	+	+	+
7	- осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем.					+
	Владеть:					
1	- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.	+				
2	- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.					+
3	- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.	+				
4	- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.		+	+	+	
5	- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.		+	+	+	+
6	- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.		+	+	+	+
7	- методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества.					+

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями:

Семестр № 3

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	ОПК-13.1. Свободно разбирается в методах расчета систем автоматизации технологических процессов и производств;	+					+	
	ОПК-13.3. Способен рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому процессу.						+	+
ПК-2. Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов	ПК-2.1. Определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.	+	+	+				
	ПК-2.2. Выбор средств текущего контроля технологических факторов сложных технологических процессов.	+		+			+	+
	ПК-2.3. Выбор средств регулирования технологических факторов сложных технологических процессов.						+	+
	ПК-2.4. Реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.		+				+	+
	ПК-2.5. Проверка эффективности реализованной схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.				+	+		

Семестр № 4

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10	Раздел 11	Раздел 12
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	ОПК-13.1. Свободно разбирается в методах расчета систем автоматизации технологических процессов и производств;	+				
	ОПК-13.3. Способен рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к			+		+
ПК-2. Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов	ПК-2.1. Определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.	+	+		+	
	ПК-2.2. Выбор средств текущего контроля технологических факторов				+	
	ПК-2.3. Выбор средств регулирования технологических факторов					+
	ПК-2.4. Реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим					+
	ПК-2.5. Проверка эффективности реализованной схемы автоматизированного и автоматического управления		+	+		+

Семестр № 5

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Раздел 13	Раздел 14	Раздел 15	Раздел 16	Раздел 17
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	ОПК-13.1. Свободно разбирается в методах расчета систем автоматизации технологических процессов и производств;	+				
	ОПК-13.3. Способен рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к					+
ПК-2. Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов	ПК-2.1. Определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.	+				
	ПК-2.2. Выбор средств текущего контроля технологических факторов		+	+	+	
	ПК-2.3. Выбор средств регулирования технологических факторов		+	+	+	+
	ПК-2.4. Реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим		+	+	+	+
	ПК-2.5. Проверка эффективности реализованной схемы автоматизированного и автоматического управления					+

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

8.1. Практические занятия

Темы практических занятий по дисциплине

Семестр № 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Преобразование Лапласа	2
2	Раздел 1	Решение дифференциальных уравнений операторным методом	2
3	Раздел 1	Передаточные функции	2
4	Раздел 2	Временные и частотные характеристики типовых звеньев	2
5	Раздел 3	Преобразование структурных схем	2
6	Раздел 4	Алгебраические критерии устойчивости	2
7	Раздел 4	Частотные критерии устойчивости	2
8	Раздел 5	Прямые показатели качества САУ	2

Семестр № 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 8	Линеаризация нелинейных объектов управления	2
2	Раздел 9	Построение фазового портрета методом припасовывания	4
3	Раздел 9	Получение передаточной функции нелинейного элемента САП	4
4	Раздел 10	Определение параметров автоколебаний в нелинейной САП	2
5	Раздел 10	Устойчивость в нелинейных системах	4

Семестр № 5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 13	Виды нестационарных объектов управления. Условие целесообразности применения адаптивной системы управления	2
2	Раздел 14	Структурные схемы самонастраивающихся систем. Методы автонастройки	4
3	Раздел 15	Принципы работы схем адаптивных систем с адаптацией по замкнутому контуру с эталонной моделью; с настраиваемой моделью	4
4	Раздел 16	Изучение методов идентификации, виды и классификация методов идентификации	4
5	Раздел 16	Метод скоростного градиента	2

8.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению учебного материала, изучаемого в дисциплине «*Теория автоматического управления*», позволяет освоить методы экспериментальных исследований, технику лабораторных работ, получить навыки компьютерного моделирования.

Лабораторные работы и разделы, которые они охватывают

Семестр № 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 2	Исследование динамических характеристик типовых звеньев	4
2	Раздел 2	Построение частотных характеристик типовых звеньев	4
3	Раздел 3	Преобразование структурных схем	4
4	Раздел 6	Синтез одноконтурной системы регулирования с ПИ-регулятором	4
5	Раздел 6	Синтез одноконтурной системы регулирования с ПИД-регулятором	6
6	Раздел 7	Исследование инвариантной системы регулирования	6
7	Раздел 7	Исследование каскадной системы регулирования	6

Семестр № 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 8	Исследование характеристик типовых нелинейных элементов	6
2	Раздел 8	Изучение влияния нелинейности объекта на расчет и качество САП	6
3	Раздел 9	Сравнительный анализ работы линейной и нелинейной САП	6
4	Раздел 10	Исследование автоколебаний в нелинейных САП	8
5	Раздел 12	Нелинейные системы с переменной структурой	8

Семестр № 5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	Раздел 14	Исследование адаптивной системы управления с адаптацией частотным методом	6
2	Раздел 15	Исследование адаптивной системы управления с эталонной моделью	6
3	Раздел 16	Исследование адаптивной системы управления с идентификатором	8
4	Раздел 17	Синтез адаптивного ПИД-регулятора	6
5	Раздел 17	Синтез адаптивной системы на основе динамического регулятора состояний	8

Примерная тематика рефератов

Рефераты по дисциплине не предусмотрены.

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;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- выполнение индивидуальных заданий;
- выполнение курсового проекта (5 семестр);
- подготовку к сдаче *экзамена* (3 семестр) и лабораторного практикума (3, 4, 5 семестр) 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

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

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 часов контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

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, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

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);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

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 оформление 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;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания;
- самостоятельно выполнить курсовой проект;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

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 в 3 семестре должен выполнить 7 лабораторных работ, указанных в календарном плане, в 4 семестре должен выполнить 5 лабораторных работ, в 5 семестре 5 лабораторных работ. Календарный план составляет лектор потока. Календарный план выдается студенту за неделю до начала лабораторного практикума.

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, расчетную схему моделирования, рабочие формулы и формулы для расчета исследуемых показателей; перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в методическом пособии, умение работать с моделирующей программой;

в) знание правил техники безопасности при работе с компьютерами.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует протокол лабораторной работы;

- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, каким методом он будет проводить расчеты;
- в) имеется более одной несданной ранее выполненной работы.

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

3. 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.

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

5. Не допускается совместная работа 3-х и большего числа студентов за одним компьютером.

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Схемы и графики выполняются с использованием компьютера. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов расчетов для своего варианта. На этих же страницах производится расчет значений основных показателей. Оформление работы завершается написанием выводов.

В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом исследовалось,
- б) при каких условиях;
- в) результаты моделирования; анализ результатов и исследуемых показателей.

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

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

Выполненная работа отмечается в протоколе студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на титульной странице имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель допускает студента к экзамену.

7. 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.

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 самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.

6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений, целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.

7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц.

8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении. Каждый студент в 3 семестре должен выполнить 7 лабораторных работ, указанных в календарном плане, в 4 семестре должен выполнить 5 лабораторных работ, в 5 семестре 5 лабораторных работ. Календарный план составляет лектор потока. Календарный план выдается студенту 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 и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, 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) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, расчетную схему моделирования, рабочие формулы и формулы для расчета исследуемых показателей; перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в методическом пособии, умение работать с моделирующей программой;

в) знание правил техники безопасности при работе с компьютерами.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует протокол лабораторной работы;

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, каким методом он будет проводить расчеты;

в) имеется более одной несданной ранее выполненной 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 3-х и большего числа студентов за одним компьютером.

8. На титульном листе протокола лабораторной работы должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются с использованием компьютера. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов расчетов для своего варианта. На этих же страницах производится расчет значений основных показателей. Оформление работы завершается написанием выводов. В выводах должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) что и каким методом исследовалось,

б) при каких условиях;

в) результаты моделирования; анализ результатов и исследуемых показателей.

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов и их соответствия исходным вариантам,

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
Ким Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2022. 311 с.	Образовательная платформа Юрайт. Режим доступа: https://urait.ru/bcode/491122 (дата обращения: 25.11.2022)	Да
Ким Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2022. 441 с.	Образовательная платформа Юрайт. Режим доступа: https://urait.ru/bcode/491183 (дата обращения: 25.11.2022)	Да
Ягодкина Т. В. Теория автоматического управления: учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. Москва: Издательство Юрайт, 2022. 470 с.	Образовательная платформа Юрайт. Режим доступа: https://urait.ru/bcode/489520 (дата обращения: 25.11.2022)	Да

б) дополнительная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Певзнер Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения: учебное пособие / Л. Д. Певзнер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 604 с.	ЭБС «Лань». Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212354 (дата обращения: 25.11.2022)	Да
Коновалов Б. И. Теория автоматического управления: учебное пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 220 с.	ЭБС «Лань». Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/238508 (дата обращения: 25.11.2022)	Да
Жмудь В.А. Теория автоматического управления. Замкнутые системы: учебное пособие для вузов / В. А. Жмудь. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2022. 234 с.	Образовательная платформа Юрайт. Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492766 (дата обращения: 25.11.2022)	Да
Ляшенко А.И., Маслова Н.В. Теория автоматического управления / Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов профиля 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»/ РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский ин-т. Сост.: Ляшенко А.И., Маслова Н.В. Новомосковск, 2021. 36 с.	Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Кафедра Автоматизация производственных процессов. Режим доступа: https://moodle.nirhtu.ru/pluginfile.php/26740/mod_resource/content/5/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B.pdf (дата обращения: 25.11.2022)	Да
Ляшенко А.И., Маслова Н.В., Лопатин А.Г. Проектирование одноконтурной САР в SimInTech / Учебно-методические указания к курсовому проекту по ТАУ // ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал). Новомосковск,	Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Кафедра Автоматизация производственных процессов. Режим доступа: https://moodle.nirhtu.ru/pluginfile.php/43797/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%90%D0	Да

2022. 120 с.	%A3%20%D0%9A%D0%A0_2022_%D1%81%D0%B6%D0%B0%D1%82%D1%8B%D0%B9%20%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BC.pdf (дата обращения: 25.11.2022)	
--------------	--	--

12.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

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

1. Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Кафедра Автоматизация производственных процессов. URL: <http://moodle.nirhtu.ru> (дата обращения: 10.10.2022)
2. 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 (дата обращения: 10.10.2022)
3. 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.). URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.10.2022)
4. 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.). URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.10.2022)
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 10.10.2022)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 10.10.2022)
7. Портал АСУТП.ру — популярный интернет-ресурс, который предназначен для профессионалов, работающих в сфере автоматизации производства. URL: <http://asutp.ru> (дата обращения: 10.10.2022)

Профессиональные базы данных

8. Википедия — общедоступная многоязычная универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом. URL: <ru.wikipedia.org> (дата обращения: 10.10.2022)
9. База данных Scopus (сублицензированный договор № Scopus//130 от 08.08.2017г.). URL: <https://www.scopus.com> (дата обращения: 10.10.2022)
10. База данных Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC (сублицензионный договор № WoS/1035 от 01.04.2017г.). URL: <https://clarivate.com> (дата обращения: 10.10.2022)

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Теория автоматического управления*» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий 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	Учебная мебель, доска Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран	приспособлено* для слабовидящих, слабослышающих и иных видов соматических заболеваний и лиц с ОВЗ

текущего контроля и промежуточной аттестации (310, учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)		
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:

1. *Компьютер* процессор Intel Pentium ® Gold 4 ГГц, с оперативной памятью 8 Гбайт, жестким диском 460 Гбайт 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.
2. *Ноутбук* Fujitsu Lifebook Intel Pentium (R) 2,2 ГГц, память 512 Мбайт, диск 56 Гбайт
3. Настольный *проектор* Benq MX503, разрешение XGA (1024x768), регулируемое фокусное расстояние 2,56-2,8м, лампа 190Вт.
4. Мобильный *экран* на штативе Lumien EcoView 150x150см
5. Лазерный *принтер* HP P1005, черно-белый, формат А4.

13.2 Программное обеспечение

Название	Назначение	Тип лицензии
MS Windows 10 Pro	Операционная систем	коммерческая
MS Office 2019 Standart	Офисный пакет	коммерческая
CorelDRAW Graphics Suite 2021	Графический редактор	коммерческая
DocsVision 5.5 клиент	Клиент системы документооборота	коммерческая
Autodesk AutoCAD 2021	CAD	коммерческая
Kaspersky Endpoint Security for Windows	Защита рабочих станций	коммерческая 22.08.2022 — 05.09.2023
3S CoDeSys V2.3.9.41	SCADA система	демо-версия
TraceMode 6.10.1	SCADA система	демо-версия
MotorTester 10.4.1	Для проверки двигателей	демо-версия
SimInTech	Моделирование динамических систем	демо-версия
Apache NetBeans	IDE	open source
MS Visual Studio Community Edition	IDE	free
Scilab 6.1.1	Математические вычисления	open source
Oracle VM VirtualBox	Среда виртуализации	free

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в теорию автоматического управления	<i>Знает:</i> - основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления.	Оценка за контрольную работу №1,2 (семестр 3) Ответы у доски во время практических занятий

	<p>- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.</p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.</p> <p>- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.</p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.</p> <p>- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.</p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p>	
<p>Раздел 2. Временные и частотные характеристики</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №1,2 (семестр 3)</p>

	- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.	
Раздел 3. Структурные схемы	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления. - основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления. - выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления. - определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля. 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (семестр 3)</p> <p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №3 (семестр 3)</p>
Раздел 4. Устойчивость линейных систем	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы анализа систем автоматического управления и регулирования. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества. 	<p>Оценка за контрольную работу №4,5 (семестр 3)</p> <p>Ответы у доски во время практических занятий</p>
Раздел 5. Методы оценки качества регулирования в линейных системах	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы анализа систем автоматического управления и регулирования. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества. 	<p>Оценка за контрольную работу №6 (семестр 3)</p> <p>Ответы у доски во время практических занятий</p>
Раздел 6. Синтез линейных систем регулирования	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления. 	<p>Отчет с защитой по лабораторной работе №4,5 (семестр 3)</p>

	<p>- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.</p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.</p> <p>- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.</p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p>- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.</p> <p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.</p> <p>- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.</p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p> <p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p>	
<p>Раздел 7. Синтез сложных систем регулирования</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.</p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p>	<p>Отчет с защитой по лабораторной работе №6,7 (семестр 3)</p>

	<p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.</p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p>- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.</p> <p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.</p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p> <p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p>	
<p>Раздел 8. Введение в нелинейные системы автоматического управления</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления.</p> <p>- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.</p> <p>- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №1,2 (семестр 4)</p>

	- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.	
Раздел 9. Методы исследования нелинейных систем	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления. - методы анализа систем автоматического управления и регулирования. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления. - осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления. - методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества. 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (семестр 4)</p> <p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №3 (семестр 4)</p>
Раздел 10. Устойчивость в нелинейных системах	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления. - методы анализа систем автоматического управления и регулирования. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы. - осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления. - методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества. 	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №4 (семестр 4)</p>
Раздел 11.	<i>Знает:</i>	Устный опрос

<p>Преобразование структурных схем для нелинейных систем</p>	<p>- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.</p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.</p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.</p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p>	
<p>Раздел 12. Коррекция нелинейных систем</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p>- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p>- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p>	<p>Отчет с защитой по лабораторной работе №5 (семестр 4)</p>

	<p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p> <p>- методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества.</p>	
<p>Раздел 13. Введение в теорию адаптивного управления</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления.</p> <p>- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления.</p> <p>- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.</p> <p>- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления.</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p>
<p>Раздел 14. Алгоритмы адаптивного управления с использованием анализатора характеристик</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p>- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №1 (семестр 5)</p>

	<p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p> <p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p>	
<p>Раздел 15. Алгоритмы адаптивного управления с эталонной моделью</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p>- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.</p> <p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p> <p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №2 (семестр 5)</p>
<p>Раздел 16. Алгоритмы адаптивного управления с идентификатором</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи.</p> <p>- настраивать автоматические регуляторы;</p>	<p>Ответы у доски во время практических занятий</p> <p>Отчет с защитой по лабораторной работе №3 (семестр 5)</p>

	<p>определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.</p> <p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p> <p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p>	
<p>Раздел 17. Методы синтеза адаптивных систем</p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления.</p> <p>- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики.</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов.</p> <p>- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования, методично проводить расчет системы.</p> <p>- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств.</p> <p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования.</p> <p>- осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления.</p> <p>- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления.</p> <p>- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем.</p>	<p>Отчет с защитой по лабораторной работе №4,5 (семестр 5)</p>

	- методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества.	
--	--	--

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Б1.О.21 Теория автоматического управления

1. Общая трудоемкость (з.е./ ак. час): 10/ 360. Форма промежуточного контроля: экзамен, зачет, зачет с оценкой, КП. Дисциплина изучается на 2, 3 курсе в 3, 4, 5 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **Б1.О.21 Теория автоматического управления** относится к Обязательной части блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина базируется на дисциплинах (модулях): Автоматика, Основы кибернетики, Прикладная информатика, Математика и является основой для последующих дисциплин: Технические средства автоматизации, Автоматизация технологических процессов и производств, Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и производствами, Специальные системы управления, Оптимальные системы управления.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области функционирования, моделирования анализа и синтеза систем автоматического управления и регулирования,

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний о классификации объектов и систем автоматического управления;
- формирование и развитие умений описывать происходящие в системах управления динамические процессы;
- формирование и развитие умений анализа структур и математического описания систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы;
- приобретение и формирование навыков проведения синтеза систем автоматического управления, их испытания и эксплуатации.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в теорию автоматического управления

- 1.1. Основные понятия и терминология теории автоматического управления
- 1.2. Понятие математического описания. Линеаризация
- 1.3. Преобразование Лапласа и его основные свойства
- 1.4. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Понятие передаточной функции

Раздел 2. Временные и частотные характеристики

- 2.1. Временные характеристики
- 2.2. Частотные характеристики
- 2.3. Логарифмические частотные характеристики
- 2.4. Элементарные динамические звенья и их характеристики

Раздел 3. Структурные схемы

- 3.1. Правила преобразования структурных схем
- 3.2. Определение передаточной функции одноконтурной и многоконтурной системы

Раздел 4. Устойчивость линейных систем

- 4.1. Понятие об устойчивости. Свободная и вынужденная составляющие переходного процесса
- 4.2. Характеристическое уравнение системы. Положение корней на комплексной плоскости. Теоремы Ляпунова об устойчивости
- 4.3. Необходимое условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости - критерий устойчивости Гурвица, критерий устойчивости Рауса
- 4.4. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости Михайлова
- 4.5. Частотный критерий устойчивости Найквиста
- 4.6. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. Устойчивость по логарифмическим частотным характеристикам
- 4.7. Устойчивость астатических систем
- 4.8. Устойчивость систем с запаздыванием

Раздел 5. Методы оценки качества регулирования в линейных системах

- 5.1. Прямые показатели качества
- 5.2. Интегральные и частотные оценки качества

Раздел 6. Синтез линейных систем регулирования

- 6.1. Принципы управления и основные алгоритмы функционирования
- 6.2. Основные законы регулирования
- 6.3. Расчет настроек автоматических регуляторов различными методами

Раздел 7. Синтез сложных систем регулирования

- 7.1. Инвариантные системы регулирования
- 7.2. Каскадные системы регулирования

Раздел 8. Введение в нелинейные системы автоматического управления

- 8.1. Основные понятия, особенности и структура нелинейных систем
- 8.2. Типовые нелинейности и их статические характеристики

Раздел 9. Методы исследования нелинейных систем

- 9.1. Метод фазового пространства
- 9.2. Фазовые траектории и особые точки равновесия
- 9.3. Метод «припасовывания» (сшивания)
- 9.4. Метод «изоклин
- 9.5. Построение переходной характеристики по фазовой траектории (метод Франка)
- 9.6. Метод гармонической линеаризации
- 9.7. Анализ качества регулирования в нелинейных системах

Раздел 10. Устойчивость в нелинейных системах

- 10.1. Методы исследования режима автоколебаний в нелинейных системах
- 10.2. Прямой метод Ляпунова
- 10.3. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова

Раздел 11. Преобразование структурных схем для нелинейных систем

- 11.1. Особенности последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения нелинейных звеньев
- 11.2. Правила преобразования структурных схем с нелинейными звеньями.

Раздел 12. Коррекция нелинейных систем

- 12.1. Линейные корректирующие устройства
- 12.2. Компенсация нелинейной характеристики
- 12.3. Коррекция амплитуды и частоты автоколебаний
- 12.4. Псевдолинейная коррекция
- 12.5. Скользящий режим работы нелинейных систем
- 12.6. Нелинейная система с переменной структурой

Раздел 13. Введение в теорию адаптивного управления

- 13.1. Понятие об адаптивном управлении. Назначение адаптивных систем
- 13.2. Определение адаптивной системы и адаптивного регулятора
- 13.3. Структура и типы адаптивных систем управления. Постановка задачи адаптивного управления

Раздел 14. Алгоритмы адаптивного управления с использованием анализатора характеристик

- 14.1. Самонастройка по динамическим свойствам
- 14.2. Автоколебательная самонастройка
- 14.3. Самонастройка с выходом на границу устойчивости
- 14.4. Самонастройка со спектральным анализатором
- 14.5. Самонастройка с контролем коэффициента затухания весовой характеристики
- 14.6. Самонастройка со стабилизацией частотных характеристик

Раздел 15. Алгоритмы адаптивного управления с эталонной моделью

- 15.1. Алгоритм адаптивного управления с использованием вычислителя параметров
- 15.2. Алгоритм адаптивного управления с использованием эталона динамических характеристик
- 15.3. Адаптивное управление и робастность

Раздел 16. Алгоритмы адаптивного управления с идентификатором

- 16.1. Идентификация и модель. для получения оценки. Активный и пассивный эксперименты
- 16.2. Градиентный идентификатор
- 16.3. МНК-идентификатор
- 16.4. МНК-идентификатор с экспоненциальной потерей памяти
- 16.5. Метод стохастической аппроксимации (МСА)
- 16.6. Алгоритм Качмажа (локальный оптимальный метод)

- 16.7. Корреляционный метод
 16.8. Сравнительная характеристика различных методов получения оценки

Раздел 17. Методы синтеза адаптивных систем

- 17.1. Синтез адаптивного регулятора
 17.2. Параметрическая и сигнальная адаптации
 17.3. Методы локальной адаптации
 17.4. Оценка качества адаптации
 17.5. Методы устойчивости

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

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств.	ОПК-13.1 Свободно разбирается в методах расчета систем автоматизации технологических процессов и производств;
	ОПК-13.3 Способен рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому процессу.
ПК-2. Разработка средств автоматизации для сложных технологических процессов.	ПК-2.1. Определение общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом;
	ПК-2.2. Выбор средств текущего контроля технологических факторов сложных технологических процессов;
	ПК-2.3. Выбор средств регулирования технологических факторов сложных технологических процессов;
	ПК-2.4. Реализация схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом;
	ПК-2.5. Проверка эффективности реализованной схемы автоматизированного и автоматического управления сложным технологическим процессом.

и результатами обучения по дисциплине:

Знать:

- основные принципы определения и концепции построения систем управления; основные проблемы и перспективы развития теории автоматического управления; современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления;
- методы синтеза одноконтурных и многоконтурных систем автоматического регулирования; математический аппарат теории автоматического управления;
- современные методы классификаций объектов, систем управления, принципов управления и алгоритмов функционирования; теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов систем автоматического регулирования и управления;
- основные координаты процесса как объекта управления; принцип обратной связи;
- основные законы регулирования и типы автоматических регуляторов, передаточные функции автоматических регуляторов и их переходные характеристики;
- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов;
- методы анализа систем автоматического управления и регулирования.

Уметь:

- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач автоматизации и управления;
- выбирать законы и алгоритмы управления для одноконтурных и многоконтурных систем

- автоматического регулирования, методично проводить расчет системы;
- использовать теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, фазовых портретов; обосновано выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления;
- выделять регулируемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия, принцип обратной связи;
- настраивать автоматические регуляторы; определять влияние коэффициентов настройки регуляторов на вид переходного процесса; осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств;
- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления и регулирования;
- осуществлять анализ устойчивости и качества систем автоматического управления и регулирования; использовать методы повышения точности, качества и запасов устойчивости систем.

Владеть:

- способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
- методами синтеза систем управления; навыками решения практических задач по расчету и проектированию одноконтурных и многоконтурных систем управления
- методами получения основных временных и частотных характеристик систем автоматического управления, методами фазового пространства; приемами преобразования структурных схем систем управления
- определением регулируемых переменных процесса и средств для их измерения и контроля
- способами расчета настроек автоматических регуляторов в системах регулирования и управления
- основными методами проектирования систем автоматического управления и регулирования, навыками работы с современными компьютерными программами для математического и имитационного моделирования систем;
- методами оценки точности и качества работы систем, анализом их устойчивости; навыками решения практических задач по анализу устойчивости и качества.

6. Виды учебной работы и их объем

Вид учебной работы	Всего		Семестр №					
			3		4		5	
	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.	з.е.	акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	10	360	4	144	3	108	3	108
Контактная работа - аудиторные занятия:	7.06	254.25	2.37	85.3	2.34	84.3	2.35	84.65
в том числе в форме практической подготовки	1.05	38	0.83	30	0.22	8		
Лекции	2.82	102	0.94	34	0.94	34	0.94	34
в том числе в форме практической подготовки			0.33	12	0.05	2		
Практические занятия (ПЗ)	1.32	48	0.44	16	0.44	16	0.44	16
в том числе в форме практической подготовки <i>(при наличии)</i>								
Лабораторные работы (ЛР)	2.82	102	0.94	34	0.94	34	0.94	34
в том числе в форме практической подготовки			0.5	18	0.17	6		
Контроль аттестации (Кат)	0.035	1.25						
экзамен			0.0083	0.3				
зачет с оценкой					0.0083	0.3		
зачет							0.018	0.65

Консультации перед экзаменом	0.0278	1	0.0278	1				
Самостоятельная работа	1.95	70.05	0.64	23	0.66	23.7	0.65	23.35
Курсовой проект	0.28	10					0.28	10
Проработка лекционного материала	0.353	12.7	0.083	3	0.16	5.7	0.11	4
Подготовка к лабораторным занятиям	0.391	14	0.111	4	0.17	6	0.11	4
Подготовка к практическим занятиям	0.481	17.35	0.111	4	0.22	8	0.15	5.35
Подготовка к контрольным работам	0.221	8	0.166	6	0.055	2		
Подготовка индивидуального задания	0.221	8	0.166	6	0.055	2		
Вид аттестации:			экзамен		зач. с оц.		зач., КП	
Контроль: подготовка к экзамену	0.99	35.7	0.99	35.7				

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Теория автоматического управления»**

Специальность: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) образовательной программы:

Автоматизация технологических процессов и производств

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № ____ от «__» __ 202__ г.
		протокол заседания кафедры № ____ от «__» __ 202__ г.
		протокол заседания кафедры № ____ от «__» __ 202__ г.