

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 01/08-577

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.03.01 Техническая физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	48	32	0		37	0	Э
8	2	72	36	24	0		12	0	З
Итого	6	216	84	56	0	0	49	0	

АННОТАЦИЯ

В современном мире не существует технологий без автоматизации.

Целями освоения учебной дисциплины являются изучение основ автоматизации, необходимом для инжиниринга систем автоматического управления /САУ/ молекулярно - селективными процессами /МСП/.

Для формирования компетенций инжиниринга САУ МСП включены вопросы идентификации МСП как объектов автоматического управления, сведения об информационном, метрологическом, конструктивных мировых стандартах средств КИП и А.

В качестве примеров использованы решения задач АСУТП опытно – промышленной установки концентрации изотопов кислорода методом низкотемпературной дистилляции NO.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В современном мире не существует технологий без автоматизации.

Целями освоения учебной дисциплины являются изучение основ автоматизации, необходимом для инжиниринга систем автоматического управления /САУ/ молекулярно - селективными процессами /МСП/.

Для формирования компетенций инжиниринга САУ МСП включены вопросы идентификации МСП как объектов автоматического управления, сведения об информационном, метрологическом, конструктивных мировых стандартах средств КИП и А.

В качестве примеров использованы решения задач АСУТП опытно – промышленной установки концентрации изотопов кислорода методом низкотемпературной дистилляции NO.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины необходимо изучение общей физики; математики: обыкновенные дифференциальные уравнения; интегральные уравнения; линейная алгебра, математический анализ; теория функций комплексного переменного; электротехника; электроника; общая физика; информатика.

Знание курса необходимо при выполнении курсового и дипломного проектирования, НИРС, практической работе.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции;	Код и наименование индикатора достижения
--	---------------------------	--	--

		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			
Разработка функциональных и структурных схем элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проектов изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров.	Наноразмерные системы, атомно-молекулярные смеси, масс-спектрометрия и ионной подвижности, композиционные материалы.	<p>ПК-2 [1] - Способен разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.167</p>	<p>З-ПК-2[1] - Знать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок ;</p> <p>У-ПК-2[1] - Уметь разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров ;</p> <p>В-ПК-2[1] - Владеть методами разработок функциональных и структурных схем элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проектов изделий</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры

	поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	24/16/0		25	Зд-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Часть 2	9-16	24/16/0		25	Зд-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		48/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-9	18/12/0		25	ИЗ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Часть 2	10-15	18/12/0		25	ИЗ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		36/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	З	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ИЗ	Индивидуальное задание
Зд	Задание (задача)
З	Зачет
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	48	32	0
1-8	Часть 1	24	16	0
1 - 2	Принцип отрицательной обратной связи в управлении. Языки описания САУ Принцип отрицательной обратной связи в управлении. Примеры Систем Автоматического Управления (САУ) элементарными техническими и технологическими процессами: угловой скоростью, угловым положением вала, давлением, концентрацией, температурой, уровнем, расходами жидкостей и газов в молекулярно - селективных процессах. Постановка задачи синтеза и анализа САУ. Языки описания САУ. Дифференциальные уравнения, передаточные, переходные функции. Логарифмические Амплитудно - Фазовые Частотные Характеристики (ЛАФЧХ).	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Декомпозиция линейных САУ. Элементарные звенья Декомпозиция линейных САУ. Элементарные звенья. ЛАФЧХ, передаточные, переходные функции звеньев: безинерционного, инерционного, интегрирующего. Примеры. Элементарные звенья (продолжение). ЛАФЧХ, передаточные, переходные функции звеньев: дифференцирующего, колебательного, звена чистого запаздывания. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Передаточные функции разомкнутых и замкнутых САУ Передаточные функции разомкнутых и замкнутых САУ. Передаточные функции САУ по управлению, возмущению, ошибке. Задачи слежения и стабилизации	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Отрицательной обратной связь как способ инженерного проектирования процессов и аппаратов: стабилизация значения коэффициента передачи устройства при неустойчивости активных элементов; формирование заданных нелинейных характеристик; реализация динамических структур с заданными передаточными функциями, подавление возмущающих воздействий; увеличение быстродействия. осуществление управляемости недоступных для непосредственного измерения внутренних параметров технологического процесса (на примере колонн низкотемпературного процесса изотопного разделения	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	кислорода и азота			
9-16	Часть 2	24	16	0
9 - 10	Устойчивость САУ Устойчивость САУ. Физический смысл устойчивости системы с отрицательной обратной связью в частотной интерпретации. Переход от физической картины явления к критерию устойчивости замкнутой САУ в терминах ЛАФЧХ разомкнутой системы.Примеры.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Качество САУ Качество САУ. Показатели качества САУ (время регулирования, точность, перерегулирование). Связь показателей качества замкнутой САУ с ЛАФЧХ разомкнутой САУ. Условия монотонности переходной функции САУ	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Воспроизведение квазипостоянных воздействий Воспроизведение квазипостоянных воздействий. Коэффициенты ошибок. Статические и астатические системы	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Синтез САУ Синтез САУ. Задача синтеза. Построение разомкнутой ЛАФЧХ системы управления, реализующей заданные показатели качества замкнутой САУ. Синтез последовательных корректирующих устройств.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>8 Семестр</i>	36	24	0
1-9	Часть 1	18	12	0
1 - 3	Нелинейные САУ. Часть 1 Нелинейные элементы в САУ. Особенности анализа НСАУ. Анализ НСАУ методом гармонического баланса. Логарифмические характеристики типовых нелинейных элементов.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 6	Нелинейные САУ. Часть 2 Анализ автоколебательного режима НСАУ . Графоаналитический метод решения гармонического баланса на логарифмической плоскости. Определение частоты и амплитуды автоколебаний в НСАУ.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 9	Цифровые автоматические системы /ЦАС/ Модели квантования по времени и экстраполяции Основы и вычисление Z- преобразований. Дискретные передаточные функции Анализ ЦАС частотными методами W-преобразования.. Выпор периода квантования.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
10-15	Часть 2	18	12	0
10 - 11	Экстремальные системы управления (ЭСУ) Примеры ЭСУ как средства автоматической оптимизации технологических процессов: Алгоритмы ЭСУ с запоминанием экстремума, синхронным детектированием, шаговые.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Работа ЭСУ при инерционном объекте Работа ЭСУ при инерционном объекте. Ложные реверсы. Методы улучшения показателей качества ЭСУ.	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

14 - 15	Оптимальное по быстродействию управление Принцип максимума. Синтез оптимального по быстродействию закона управления для объектов второго порядка. Квазиоптимальные САУ	Всего аудиторных часов		
		6	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	Тема 1 Принцип отрицательной обратной связи в управлении. Языки описания САУ
3 - 4	Тема 2 Декомпозиция линейных САУ. Элементарные звенья
5 - 6	Тема 3 Передаточные функции разомкнутых и замкнутых САУ
7 - 8	Тема 4 Отрицательной обратной связь как способ инженерного проектирования
9 - 10	Тема 5 Устойчивость САУ
11 - 12	Тема 6 Качество САУ
13 - 14	Тема 7 Воспроизведение квазипостоянных воздействий
15 - 16	Тема 8 Синтез САУ
	<i>8 Семестр</i>
1 - 3	Тема 1 Нелинейные САУ. Часть 1
4 - 6	Тема 2 Нелинейные САУ. Часть 2
7 - 9	Тема 3 Цифровые автоматические системы /ЦАС/
10 - 11	Тема 4 Экстремальные системы управления (ЭСУ)
12 - 13	Тема 5 Работа ЭСУ при инерционном объекте
14 - 15	Тема 6 Оптимальное по быстродействию управление

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-2	З-ПК-2	Э, Зд-8, Зд-16	З, ИЗ-8, ИЗ-15
	У-ПК-2	Э, Зд-8, Зд-16	З, ИЗ-8, ИЗ-15
	В-ПК-2	Э, Зд-8, Зд-16	З, ИЗ-8, ИЗ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Журомский В.М., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ К 64 Теория автоматического управления : , Лебедев Ю. М., Коновалов Б. И., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.5 Ж92 Промышленная система автоматического управления : пособие по выполнению курсовых работ, Журомский В.М., Москва: МИФИ, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей физики и электротехники, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа, курсы ТАУ и датчики физических величин. Курс разбит на 4 раздела, включающие в себя следующие темы: задача идентификации, Системы Автоматического Управления, нелинейные САУ, анализ НСАУ методом гармонического баланса, графоаналитический метод решение гармонического баланса, цифровые автоматические системы, дискретные передаточные функции, экстремальные системы управления (ЭСУ), алгоритмы ЭСУ с запоминанием экстремума, работа ЭСУ при инерционном объекте, корреляционные экстремальные системы (КЭС), САУ оптимальные по быстродействию.

При подготовке к текущему контролю и зачету рекомендуется пользоваться следующей литературой:

1. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ К 64 Теория автоматического управления : , Москва: Лань, 2010
3. 681.5 Ж92 Промышленная система автоматического управления : пособие по выполнению курсовых работ, В. М. Журомский, Москва: МИФИ, 2010
4. 681.5 Ж92 Цифровые автоматические системы. Основы анализа : учебное пособие, В. М. Журомский, Москва: МИФИ, 2010

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей физики и электротехники, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа, курсы ТАУ и датчики физических величин. Курс разбит на 4 раздела, включающие в себя следующие темы: задача идентификации, Системы Автоматического Управления, нелинейные САУ, анализ НСАУ методом гармонического баланса, графоаналитический метод решение гармонического баланса, цифровые автоматические системы, дискретные передаточные функции, экстремальные системы управления (ЭСУ), алгоритмы ЭСУ с запоминанием экстремума, работа ЭСУ при инерционном объекте, корреляционные экстремальные системы (КЭС), САУ оптимальные по быстродействию.

При подготовке к текущему контролю и зачету рекомендуется пользоваться следующей литературой:

1. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ К 64 Теория автоматического управления : , Москва: Лань, 2010
3. 681.5 Ж92 Промышленная система автоматического управления : пособие по выполнению курсовых работ, В. М. Журомский, Москва: МИФИ, 2010
4. 681.5 Ж92 Цифровые автоматические системы. Основы анализа : учебное пособие, В. М. Журомский, Москва: МИФИ, 2010

Автор(ы):

Журомский Всеволод Михайлович, к.т.н., доцент