

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных
производств»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Направление: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Мехатронные и робототехнические системы

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Беломестных Александр
Сергеевич
Дата подписания: 01.07.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Пашков Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 01.07.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Пономарев Борис
Борисович
Дата подписания: 01.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Управление в технических системах» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Готовность применять методы анализа и синтеза составных частей мехатронной или робототехнической системы, разрабатывать системы автоматического регулирования и адаптивного управления	ПКС-2.1, ПКС-2.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.1	Способен применять линейные непрерывные модели и характеристики систем автоматического управления (САУ), производить оценку точности САУ в установившемся режиме, анализировать временные и частотные характеристики САУ и типовых динамических звеньев	Знать Разновидности систем автоматического управления. Методы построения математических моделей САУ. Стандартные звенья САУ, их передаточные функции, временные и частотные характеристики. Основные параметры качества управления САУ. Уметь составлять математические модели линейных САУ. Выполнять анализ точности и качества линейных САУ. Осуществлять аналитический и экспериментальный анализ временных и частотных характеристик САУ. Владеть математическим аппаратом теории линейных САУ, методами анализа точности и качества переходных процессов линейных САУ
ПКС-2.2	Способен анализировать основные свойства линейных САУ: устойчивость, управляемость и наблюдаемость, производить оценку качества переходных процессов в линейных САУ. Способен произвести анализ поведения САУ на фазовой плоскости, анализ устойчивости нелинейных САУ, анализ и синтез дискретных САУ,	Знать Правила преобразования структурных схем САУ. Характеристики точности САУ в установившихся и вынужденных режимах. Методы анализа и обеспечения точности, быстродействия, устойчивости САУ. Особенности построения и функционирования нелинейных САУ. Уметь Выполнять преобразование структурных схем САУ.

	применять адаптивное управление	Осуществлять анализ точности САУ в вынужденных режимах. Производить анализ и управление точностью, устойчивостью, качеством САУ. Владеть математическим аппаратом моделирования САУ, методами анализа и коррекции точности, устойчивости, качества САУ
--	---------------------------------	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Управление в технических системах» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Гидропневмоавтоматика», «Электроника и цифровая техника», «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике», «Электротехника»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Моделирование и проектирование мехатронных и робототехнических систем », «Проектная деятельность», «Управление мехатронными и робототехническими системами»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 8 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	288	180	108
Аудиторные занятия, в том числе:	128	64	64
лекции	32	16	16
лабораторные работы	32	16	16
практические/семинарские занятия	64	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	124	80	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен	Экзамен	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№	Наименование	Виды контактной работы	СРС	Форма
---	--------------	------------------------	-----	-------

п/п	раздела и темы дисциплины	Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				текущего контроля
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в курс	1	2			1	8	1	8	Отчет
2	Стандартные характеристики САУ	2	4	1	4	2, 3, 4	24	1	20	Отчет
3	Стандартные звенья САУ	3	6	2, 3	8			1	20	Отчет
4	Точность САУ	4	4	4	4			1, 2	32	Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16		32		116	

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Точность САУ в вынужденных режимах	1	2	1, 2	8	1, 2	16	1	10	Отчет
2	Устойчивость САУ	2	6	3	4	3, 4	16	1	12	Отчет
3	Коррекция свойств САУ	3	4					1	10	Отчет
4	Нелинейные САУ	4	4	4	4			1, 2	12	Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16		32		44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в курс	Разновидности автоматических систем и систем автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые системы. Функциональная и структурная схемы САУ. Требования к САУ.
2	Стандартные характеристики САУ	Стандартные характеристики САУ: дифференциальное уравнение, передаточная функция, временные и частотные функции. Преобразование Лапласа
3	Стандартные звенья САУ	Стандартные звенья САУ: пропорциональное, инерционное, дифференциальное, интегральное, колебательное. Характеристики стандартных звеньев
4	Точность САУ	Исследование точности САУ в установившемся режиме. Методы анализа точности САУ. Статические и астатические САУ

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Точность САУ в вынужденных режимах	Анализ точности САУ при изменяющихся во времени программе управления и возмущающих воздействиях. Способы коррекции точности САУ. Инвариантные системы.
2	Устойчивость САУ	Устойчивость САУ. Критерии устойчивости: корневой, алгебраические, частотные. Запасы устойчивости системы. Способы обеспечения устойчивости САУ.
3	Коррекция свойств САУ	Назначение и область применения коррекции свойств САУ. Способы коррекции точности, устойчивости, быстродействия, качества управления САУ. П, И, ПИ, ПД, ПИД-регуляторы.
4	Нелинейные САУ	Разновидности нелинейностей в САУ и их влияние на характеристики систем. Моделирование нелинейных систем. Дискретные системы управления.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Моделирование и исследование системы прямого управления двигателем постоянного тока	4
2	Исследование временных характеристик типовых звеньев	4
3	Исследование частотных характеристик типовых звеньев САУ	4
4	Оценка точности САУ в установившемся режиме	4

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Компенсация возмущений в САУ	4
2	Оценка точности астатических САУ в установившемся и вынужденном режимах	4
3	Исследование устойчивости замкнутой САУ и оценка влияния параметров системы на устойчивость	4
4	Исследование нелинейной САУ	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
1	Разработка функциональной схемы САУ	8
2	Определение передаточной функции системы управления	8
3	Расчет и анализ частотных характеристик системы управления	8
4	Определение временных функций системы управления	8

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Преобразование структурных схем	8
2	Оценка точности системы управления в вынужденных режимах	8
3	Алгебраический анализ устойчивости системы	8
4	Анализ устойчивости системы по критерию Найквиста	8

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	66
2	Подготовка к экзамену	14

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	40
2	Подготовка к зачёту	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Тематическая дискуссия, мозговой штурм, проблемное обучение, компьютерное моделирование

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Беломестных А.С. Методические указания по практическим работам по курсу "Управление в технических системах" // Электронный учебный курс по дисциплине "Управление в технических системах" // <https://el.istu.edu/course/view.php?id=8416>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Беломестных А.С. Методические указания по лабораторным работам по курсу "Управление в технических системах" // Электронный учебный курс по дисциплине "Управление в технических системах" // <https://el.istu.edu/mod/folder/view.php?id=328561>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Беломестных А.С. Электронный учебный курс по дисциплине "Управление в технических системах" // <https://el.istu.edu/course/view.php?id=8416>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Отчет

Описание процедуры.

Студент выполняет лабораторные и практические работы, осуществляет оформление работ в соответствии с действующими требованиями, защищает отчеты

Критерии оценивания.

Лабораторные и практические работы выполнены в полном объеме, отчеты оформлены согласно СТО-005, работы защищены

6.1.2 семестр 6 | Отчет

Описание процедуры.

Студент выполняет лабораторные и практические работы, осуществляет оформление работ в соответствии с действующими требованиями, защищает отчеты

Критерии оценивания.

лабораторные и практические работы выполнены в полном объеме, отчеты оформлены согласно СТО-005, работы защищены

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.1	Составляет дифференциальное уравнение для заданного объекта, получает передаточную функцию, строит переходные и частотные характеристики САУ. Выполняет анализ точности САУ в	Защита лабораторных и практических работ

	установившемся режиме.	
ПКС-2.2	Преобразует структурные схемы систем управления. Выполняет анализ точности САУ в вынужденных режимах. Осуществляет анализ и коррекцию устойчивости, точности, быстродействия САУ. Формулирует алгоритм действий при составлении математического описания и анализа нелинейных и дискретных САУ.	Защита лабораторных и практических работ

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Допуском к экзамену являются выполненные и защищенные лабораторные и практические работы. Сдача экзамена производится путем собеседования по билетам. Билет включает в себя теоретический вопрос и практическое задание.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Назначение и разновидности автоматических систем: САР, САС, САК, САЗ.
2. Разновидности автоматических систем: замкнутые, разомкнутые. Структуры систем, свойства, применение.
3. Классификация автоматических систем по уравнению динамики, роду сигналов.
4. Классификация автоматических систем по назначению. Примеры систем.
5. Функциональная схема САУ: структура, назначение компонентов, принцип работы.
6. Структурная схема САУ: принципы построения и расчета.
7. Структурная схема системы прямого управления ДПТ. Принцип построения схемы.
8. Требования, предъявляемые к САУ.
9. Уравнение динамики САУ: принцип получения, операторный вид, стандартная форма.
10. Передаточная функция: определение, способы получения, разновидности ПФ.
11. Преобразование Лапласа (прямое и обратное): формулы, назначение, свойства.
12. Частотные характеристики САУ: назначение, способы получения.
13. Переходная характеристика САУ: определение, назначение, способы получения.
14. Весовая характеристика САУ: определение, назначение, способы получения.
15. Временные и частотные характеристики интегрирующего звена.
16. Временные и частотные характеристики колебательного звена.
17. Временные и частотные характеристики инерционного звена.
18. Временные и частотные характеристики дифференцирующего звена.
19. Способы оценки точности САУ.
20. Динамическая и статическая ошибки САУ. Способы получения. Расчет установившейся ошибки системы.

Пример задания:

Рассчитать величину сигнала на выходе замкнутой системы. В прямой цепи последовательно соединены звенья с $W1(p)=6/(0.5p+1)$ и $W2(p)=10/p$. Обратная связь-отрицательная, единичная. $g(t)=2\cdot$

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Владеет знаниями базового учебного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, использует некорректные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответе на теоретические вопросы. Не может выполнить или выполняет со значительными ошибками практические задания.

6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Допуском к зачету являются выполненные и защищенные лабораторные и практические работы. Сдача зачета производится путем собеседования по контрольным вопросам. Возможна сдача зачета по результатам успешного и своевременного выполнения и защиты лабораторных и практических работ.

Вопросы для зачета:

1. Понятие устойчивости. Критерий устойчивости Ляпунова.
2. Корневой критерий устойчивости системы.
3. Принцип управления по возмущению
4. Алгебраические критерии устойчивости
5. Критерии устойчивости Михайлова.
6. Критерии устойчивости и Найквиста
6. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе. Причины, вызывающие необходимость иметь запасы устойчивости.
7. Основные показатели качества переходного процесса, определяемые по переходной характеристике системы автоматического управления.
8. Оценка качества переходного процесса от параметров частотных характеристик замкнутой системы.
9. Корневые критерии качества переходного процесса систем автоматического управления.
10. Интегральные оценки качества переходного процесса.
11. Линеаризация дифференциальных уравнений систем автоматического управления методом малых отклонений.
12. Основные типы нелинейных звеньев и точность нелинейных систем в установившемся режиме.
13. Устойчивость нелинейных автоматических систем в малом, большом и целом.
15. Фазовые портреты нелинейных систем. Устойчивые и неустойчивые предельные циклы.
16. Использование коэффициентов ошибки для оценки точности САУ.
17. Правила преобразования структурных схем
18. Принцип управления по отклонению
19. Комбинированный принцип управления
20. Способы коррекции точности САУ
21. Способы коррекции качества САУ
22. Способы коррекции устойчивости САУ
23. П, И, ПИ, ПД, ПИД- регуляторы

Пример задания:

Охарактеризуйте способы коррекции точности САУ_

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся даёт исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы, демонстрирует владение предметными компетенциями	Обучающийся затрудняется или не может ответить на контрольные вопросы, не владеет предметными компетенциями

7 Основная учебная литература

1. Юревич Е. И. Теория автоматического управления : учеб. для вузов по направлению подгот. "Систем. анализ и упр." / Е. И. Юревич, 2007. - 540.
2. Теория автоматического управления : учебник для вузов по направлению подготовки "Автоматизация и управление"... / С. Е. Душин [и др.]; под ред. В. Б. Яковлева, 2009. - 566.
3. Гайдук А. Р. Применение программного пакета simintech для изучения теории автоматического управления : учебное пособие / А. Р. Гайдук, Т. А. Пьявченко, 2021. - 131.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Певзнер Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов по направлению 220400 "Управление в технических системах" / Л. Д. Певзнер, 2013. - 420.
2. Душин С. Е. Моделирование систем управления : учебное пособие для вузов по направлению 220400 "Управление в технических системах" / С. Е. Душин, А. В. Красов, Н. Н. Кузьмин, 2012. - 347.
3. Шишмарев В. Ю. Теория автоматического управления : учебник для вузов по направлению "Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)" / В. Ю. Шишмарев, 2012. - 350.
4. Петраков Ю. В. Теория автоматического управления технологическими системами : учебное пособие для вузов по направлению "Системный анализ и управление" / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев, 2015. - 351.
5. Карташов Б. А. SimInTech: Применение информационных технологий в автоматическому управлению : учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев, 2025. - 580.
6. Калачев Ю. Н. SimInTech: моделирование в электроприводе. Изложены основные принципы построения систем электроприводов и их моделей в среде SimInTech / Ю. Н. Калачев, 2019. - 98.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. SiminTech Academic Classroom

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютеры с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютеры с выходом в интернет.