

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Факультет компьютерных систем и информационных технологий
Кафедра автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий

Кочевский А. А.

« 19 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления»

по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль подготовки «Компьютерные технологии управления в
робототехнике и мехатронике»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматического управления» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника – 14 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматического управления» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированного в Министерстве юстиции Российской Федерации 9 сентября 2020 года за № 59722, учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, (профиль «Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий Левин В. В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий
18 апреля 2023 г., протокол № 17

Заведующий кафедрой автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий _____ Колесников А. В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Горбунов А.И.

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – сформировать систему знаний по теории автоматического управления различных технологических процессов.

Задачи – изучение общих принципов построения систем автоматического регулирования, методов анализа их работы и синтеза корректирующих устройств.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Дисциплина реализуется кафедрой автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий.

Основывается на базе дисциплин: «Электроника и микросхемотехника», «Алгоритмы управления подсистемами роботов».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике», «Методы искусственного интеллекта», «Элементы микроботов».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Теория автоматического управления», должны

знать: методы математического аппарата аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной; методы изучения и анализа научно-технической информации в области робототехники и мехатроники; методы формализования и алгоритмизации задачи автоматизации управления изделиями мехатроники и робототехники;

уметь: применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений; строить физические и математические модели роботов, мехатронных и робототехнических систем, их отдельных подсистем и модулей;

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО):

общефессиональных:

ОПК-1.1 Знает методы математического аппарата аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной.

ОПК-1.2 Умеет применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений.

профессиональных:

ПК-1.1 Способен изучать и анализировать научно-техническую информацию в области робототехники и мехатроники.

ПК-1.2 Умеет строить физические и математические модели роботов, мехатронных и робототехнических систем, их отдельных подсистем и модулей.

ПК-3.1 Формализует и алгоритмизирует задачи автоматизации управления изделиями мехатроники и робототехники

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	216 (6 з.е.)	-	216 (6 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	112	-	26
Лекции	56	-	12
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	56	-	14
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	18	-	36
Самостоятельная работа студента (всего)	104	-	190
Форма аттестации	экзамен	-	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Дидактической единицей является раздел программы учебной дисциплины.

Раздел 1. Вступление в теорию автоматического управления

Тема 1. Цели и задачи ТАУ как науки. Исторический обзор развития автоматики. Принципы действия САР. Основные понятия и определения.

Тема 2. Типичная функциональная схема САР. Классификация САР

Раздел 2. Математическое описание линейных систем автоматического регулирования

Тема 1. Дифференциальные уравнения САР.

Тема 2. Операторный метод описания САР.

Тема 3. Частотный метод изучения САР. Типичные динамические звенья САР, их характеристики, динамическая структура САР и ее эквивалентное преобразование.

Раздел 3. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования

Тема 1. Основные понятия устойчивости линейных САР. Алгебраические критерии устойчивости

Тема 2. Частотные критерии устойчивости и отделения областей устойчивости САР.

Раздел 4. Улучшение качества работы линейных САР

Тема 1. Методы оценки качества в установившихся и переходных режимах работы САР

Тема 2. Синтез корректирующего устройства методом логарифмических характеристик. Построение желаемой логарифмической характеристики

Тема 3. Определение схемы передаточной функции и параметров корректирующего устройства

Раздел 5. Нелинейные системы автоматического регулирования

Тема 1. Понятие о нелинейных САР. Типичные нелинейные звенья и структура нелинейной САР. Методы исследования нелинейных САР.

Тема 2. Метод фазовых траекторий. Исследование релейных САР методом фазовых траекторий.

Тема 3. Метод гармонического баланса расчет амплитуды и частоты колебания.

Раздел 6. Цифровые системы САР

Тема 1. Функциональная структура цифровой САР. Прохождение сигнала через цифровую САР.

Тема 2. Методы математического описания дискретных систем. Дискретное преобразование Лапласу и Z превращение. Преобразование частотного спектра непрерывного сигнала при его прохождении через цифровую САР.

Тема 3. Динамика цифровой САР. Передаточная функция цифровой САР. Устойчивость цифровой САР. Синтез дискретных регуляторов.

Раздел 7. Метод переменных состояния

Тема 1. Представление о переменные состояния. Описание САР переменными состояния.

Тема 2. Матричная передаточная функция. Матричная структурная схема и переход от уравнений состояния в передаточных функций.

Тема 3. Управляемость и наблюдения.

Раздел 8. Оптимальные системы автоматического регулирования.

Тема 1. Основные понятия оптимального управления. Критерии оптимальности. Классификация оптимальных систем.

Тема 2. Сущность методов синтеза оптимального управления в статическом режиме работы системы.

Тема 3. Сущность методов синтеза оптимального управления в динамическом режиме работы. Оптимальные системы по скорости и точности.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Цели и задачи ТАУ как науки. Исторический обзор развития автоматики. Принципы действия САР. Основные понятия и определения.	3	-	1
2	Типичная функциональная схема САР. Классификация САР.	3	-	1
3	Дифференциальные уравнения САР.	3	-	1
4	Операторный метод описания САР.	3	-	1
5	Частотный метод изучения САР. Типичные динамические звенья САР, их характеристики, динамическая структура САР и ее эквивалентное преобразования.	4	-	1
6	Основные понятия устойчивости линейных САР. Алгебраические критерии устойчивости.	2	-	1
7	Частотные критерии устойчивости и отделения областей устойчивости САР.	2	-	1
8	Методы оценки качества в установившихся и переходных режимах работы САР.	3	-	1
9	Синтез корректирующего устройства методом логарифмических характеристик. Построение желаемой логарифмической характеристики.	3	-	1
10	Определение схемы передаточной функции и параметров корректирующего устройства.	2	-	1
11	Понятие о нелинейных САР. Типичные нелинейные звенья и структура нелинейной САР. Методы исследования нелинейных САР.	2	-	1

12	Метод фазовых траекторий. Исследование релейных САР методом фазовых траекторий.	3	-	1
13	Метод гармонического баланса расчет амплитуды и частоты колебания.	2	-	-
14	Функциональная структура цифровой САР. Прохождение сигнала через цифровую САР.	2	-	-
15	Методы математического описания дискретных систем. Дискретное преобразование Лапласу и Z превращение. Преобразование частотного спектра непрерывного сигнала при его прохождении через цифровую САР.	4	-	-
16	Динамика цифровой САР. Передаточная функция цифровой САР. Устойчивость цифровой САР. Синтез дискретных регуляторов.	3	-	-
17	Представление о переменные состояния. Описание САР переменными состояния.	2	-	-
18	Матричная передаточная функция. Матричная структурная схема и переход от уравнений состояния в передаточных функций.	2	-	-
19	Управляемость и наблюдения.	2	-	-
20	Основные понятия оптимального управления. Критерии оптимальности. Классификация оптимальных систем.	2	-	-
21	Сущность методов синтеза оптимального управления в статическом режиме работы системы.	2	-	-
22	Сущность методов синтеза оптимального управления в динамическом режиме работы. Оптимальные системы по скорости и точности.	2	-	-
Итого:		56	-	12

4.4. Практические (семинарские) занятия

Не предусмотрены планом.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Ознакомление с пакетом визуального моделирования динамических систем	-	-	2
2	Экспериментальное изучение свойств линейных типовых звеньев	-	-	2
3	Экспериментальное исследование влияния на процесс регулирования типовых структур линейных САР	-	-	2
4	Исследование устойчивости линейных САР	-	-	2

5	Оценка качества САР и исследования влияния законов регулирования на качество САР	-	-	2
6	Исследование влияния на работу статической и астатической САР содержащей нелинейное звено типа «ограничение»	-	-	2
7	Исследование процесса регулирования в релейных САР	-	-	2
8	Моделирование САР изображенных в переменных состояния	8	-	-
9	Исследование влияния на работу статической и астатической САР место расположения звена типа «ограничение»	8	-	-
10	Исследование влияния на работу статической и астатической САР содержащей нелинейное звено типа «зона нечувствительности» в структуре системы	8	-	-
11	Исследование влияния на работу статической и астатической САР место расположения звена типа «зона нечувствительности» в структуре системы	8	-	-
12	Исследование влияния квантования по времени на работу статической и астатической САР содержащей импульсный элемент	8	-	-
13	Исследование влияния на работу дискретной статической и астатической САР содержащей экстраполятор нулевого порядка	8	-	-
14	Исследование влияния на работу дискретной статической и астатической САР содержащей экстраполятор первого порядка	8	-	-
Итого:		56	-	14

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Вступление в теорию автоматического управления	Изучение теоретических материалов	13	-	24
2	Математическое описание линейных систем автоматического регулирования	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	13	-	24

			Объем часов		
3	Устойчивость линейных систем автоматического регулирования	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	13	-	24
4	Улучшение качества работы линейных САР	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	13	-	23
5	Нелинейные системы автоматического регулирования	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	13	-	24
6	Цифровые системы САР	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	13	-	23
7	Метод переменных состояния	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	13	-	24
8	Оптимальные системы автоматического регулирования	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов и выполнение курсовой работы	13	-	24
Итого:			104	-	190

4.7. Курсовые работы/проекты. Не предусмотрены планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед

студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором, ведущим лабораторные работы в следующих формах (например):

- доклады, сообщения;
- тестирование;
- письменные домашние задания;
- контрольные работы;
- лабораторные работы;
- защита лабораторных работ (тестирование).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и

промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета/экзамена (включает в себя ответ на теоретические) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.), защита курсовой работы (при наличии в учебных планах). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	

удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) базовая

1. Теория автоматического управления: Учеб. для вузов. В 2-х ч., Ч.1, ч.2. / Под ред. А. А. Воронова- М.: Высш. шк., 1986.
2. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теория автоматического управления техническими системами: Учеб. пособие. М.: Изд. МГТУ, 1993.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. - М.: Наука, 1975.
4. Куропаткин Н.В. Теория автоматического управления. М.: Высшая школа, 1973.
5. Ким Д.П., Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные истемы / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 312 с. -

ISBN 978-5-9221-0857-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента»: [сайт]. -URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108577.html>;

(дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа: по подписке.

6. Ким Д.П., Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-0858-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].- URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа: по подписке.

б) вспомогательная

1. Макаров И.М., Менский Б.М. Линейные автоматические системы. М. : Машиностроение. 1982.
2. Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. - М.: Наука, 1978.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г. Управление электроприводами. Л.: Энергия, 1982.
4. Борцов Ю.А. и др. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением Л.: Энергоатомиздат, 1984.
5. Б. Куо. Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1986.

в) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации – <https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теория автоматического управления» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Лабораторные работы: компьютерная аудитория с доступом к локальным ресурсам и интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Пакет прикладных математических программ	SciLab	https://www.scilab.org/
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
------------	-----	---