

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Управление в технических системах»

Дисциплина «Управление в технических системах» является частью программы специалитета «Артиллерийское оружие (СУОС)» по направлению «17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие».

#### **Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по познанию фундаментальных принципов управления объектами, методов построения моделей систем автоматического управления и исследования процессов в этих системах. Задачи дисциплины: • изучение организации и архитектуры систем управления объектами, методов проектирования автоматических систем, моделей вычислений, синтеза дискретных корректирующих алгоритмов; • формирование умения проектировать программное обеспечение с использованием подхода, ориентированного на модель системы; • формирование умения разрабатывать структурные схемы систем и ее элементы по модели функциональных алгоритмических структур; • формирование навыков работы в обработке, анализе и представлении результатов исследований объектов и систем..

#### **Изучаемые объекты дисциплины**

принципы управления объектами; статические и астатические САУ; аналитические и графические модели автоматических систем; методы анализа качества САУ; методы синтеза линейных автоматических систем; цифровые САУ; нелинейные системы; оптимальные, адаптивные, стохастические САУ..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	46	46	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	62	62	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Математическое описание объектов и систем автоматического управления	4	0	4	11
<p>Тема 1. Объекты и системы управления; классификация САУ.  Виды объектов управления: объекты с самовыравниванием и без самовыравнивания, объекты с запаздыванием. Передаточные функции объектов.  Классификация систем управления по закону изменения выходной функции, по фундаментальным принципам управления, по числу контуров и регулируемых параметров, по наличию источников вспомогательной энергии в регуляторе, по характеру изменения переменных во времени, по виду дифференциальных уравнений, описывающих работу системы, по свойствам в установившемся режиме, по виду коэффициентов в дифференциальных уравнениях, по способу оптимизации параметров.  Структурные схемы систем управления объектами: общие принципы системной организации, обобщенная структурная схема САУ, типовая структурная схема трехкоординатной системы.</p> <p>Тема 2. Математические модели объектов и систем управления.  Формы представления моделей систем.  Дифференциальное уравнение общего вида для 3-координатной системы управления.  Линеаризация уравнения. Линеаризованное дифференциальное уравнение системы для окрестности рабочей точки. Условия линеаризации уравнения. Понятие пространства состояний объекта или системы.  Решение дифференциальных уравнений САУ методом пространства состояний. Методы вычислений матрицы перехода. Матричная передаточная функция. Понятие о графах.  Графы систем управления. Определение передаточной функции системы. Правило написания передаточной функции замкнутой системы управления. Преобразование систем с неединичной обратной связью к системам с единичной обратной связью. Эталонная передаточная</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>функция системы. Определение переходной и импульсной переходной функций САУ. Частотные характеристики объектов и систем управления. Теорема о предельном (конечном) значении функции. Определения статической и астатической систем по каналам управления и возмущения. Статизм регулирования. Статические и астатические регуляторы. Статические характеристики звеньев и объектов САУ. Динамические характеристики систем управления. Типовые входные воздействия.</p> <p>Тема 3. Фундаментальные принципы управления. Задачи решаемые САУ. Передаточные функции объекта по управляющему и возмущающему воздействиям. Варьируемые параметры в законе управления объектом и способы решения задач управления. Управляемость и наблюдаемость, инвариантность и чувствительность систем управления.</p> <p>Принцип управления по возмущению (принцип компенсации, принцип Понселе). Структурная схема системы управления и её описание. Достоинства принципа управления по возмущению и затруднения в реализации этого принципа. Пример реализации принципа Понселе.</p> <p>Принцип обратной связи (принцип управления по отклонению контролируемой функции от входного воздействия, принцип Ползунова-Уатта).</p> <p>Математическое описание и структурная схема системы регулирования выходной координаты объекта. Физические процессы в системе с реализацией принципа Ползунова-Уатта. Достоинства и недостатки принципа обратной связи. Пример реализации принципа регулирования по отклонению.</p> <p>Комбинированный принцип управления. Структурная схема системы с комбинированным принципом управления. Описание работы системы. Достоинства и недостатки комбинированного принципа управления.</p>				
Преобразование структурных схем и анализ устойчивости и качества САУ; синтез	6	0	14	25

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p><u>автоматических систем</u></p> <p>Тема 4. Типовые динамические звенья систем управления. Статические (позиционные) звенья (апериодические звенья 1-го и 2-го порядков, колебательное звено), консервативное и неустойчивое звенья второго порядка, интегрирующие и дифференцирующие звенья, трансцендентные звенья. Переходные и передаточные функции звеньев, частотные характеристики.</p> <p>Тема 5. Передаточные функции систем различной структуры и преобразование структурных схем; методика построения логарифмических частотных характеристик САУ. Последовательное соединение звеньев, встречно-параллельное включение звеньев, последовательно-параллельное включение звеньев. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых контуров систем. Преобразование структурных схем. Построение логарифмических частотных характеристик статических разомкнутых систем (в форме алгоритма). Построение логарифмических частотных характеристик астатических разомкнутых систем. ЛЧХ контура с отрицательной обратной связью. Последовательное соединение звеньев, встречно-параллельное включение звеньев, последовательно-параллельное включение звеньев. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых контуров систем. Преобразование структурных схем. Построение логарифмических частотных характеристик статических разомкнутых систем (в форме алгоритма). Построение логарифмических частотных характеристик астатических разомкнутых систем. ЛЧХ контура с отрицательной обратной связью.</p> <p>Тема 6. Устойчивость и качество САУ. Определение устойчивости. Свободные и вынужденные колебания в системе. Влияние корней характеристического уравнения системы на устойчивость. Теоремы А. М. Ляпунова. Определение критерия устойчивости САУ. Необходимые (условия</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Рауса) и достаточные условия устойчивости. Критерии устойчивости Гурвица и Рауса. Принцип аргумента и критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости. Структурно-устойчивые и структур-но-неустойчивые системы. Абсолютно устойчивые и условно устойчивые системы. Определение терминов: качество САУ, показатель качества, анализ САУ. Требования, предъявляемые к системам автоматического управления. Анализ статических ошибок в системе. Ошибка на выходе системы и рассогласование в системе. Коэффициенты ошибок. Анализ качества САУ в динамике: прямые и косвенные показатели качества САУ. Методы анализа систем управления.</p> <p>Тема 7. Синтез систем управления. Этапы проектирования САУ. Методы синтеза систем управления (классическая схема, ПИД – регуляторы, метод размещения полюсов, метод ЛЧХ, комбинированное управление, множество стабилизирующих регуляторов). Принципы построения инвариантных систем автоматического управления.</p> <p>Платформы, на которых строятся стабилизирующие алгоритмы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классическая (дифференциальные уравнения - временные и частотные методы);</li> <li>2. Нечеткая логика;</li> <li>3. Нейронные сети;</li> <li>4. Гибридные алгоритмы;</li> <li>5. Генетические и муравьиные алгоритмы.</li> </ol>				
Нелинейные, дискретные, оптимальные, адаптивные, стохастические САУ	8	0	8	26
<p>Тема 8. Дискретные системы.</p> <p>Математическое описание работы дискретных САУ</p> <p>Микропроцессорные САУ: назначение ЦВМ в САУ, функциональная и структурная схемы, математическое описание экстраполятора нулевого порядка, выбор величины периода квантования сигналов.</p> <p>Теорема Котельникова-Шеннона. Решётчатые функции.</p> <p>Дискретное преобразование Лапласа. Z – преобразование.</p> <p>Разностные уравнения: прямая и обратная</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>разности, уравнения в конечных разностях <math>m</math> – го порядка, условие устойчивости систем. Дискретная передаточная функция микро-ЭВМ, работающей в контуре управления аналоговым объектом. Линейный в форме разностного уравнения закон управления объектом.</p> <p>Устойчивость работы цифровых САУ</p> <p>Условие устойчивости цифровых систем. Корневой критерий устойчивости.</p> <p>Использование конформного отображения на основе билинейного преобразования для применения алгебраических критериев устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Критерий Найквиста для ЛПЧХ.</p> <p>Качество работы цифровых САУ</p> <p>Анализ точности работы цифровых систем в установившемся режиме. Оценка качества САУ по показателю колебательности. Учёт постоянного временного запаздывания в цифровых системах.</p> <p>Синтез цифровых управляющих алгоритмов цифро-аналоговых систем</p> <p>Методы синтеза цифровых управляющих алгоритмов. Стандартные цифровые регуляторы. Программная реализация алгоритмов управления в цифровых системах.</p> <p>Тема 9. Нелинейные системы.</p> <p>Статика нелинейных систем управления</p> <p>Определение нелинейной системы.</p> <p>Линеаризуемые и не линеаризуемые нелинейности в системе. Принципиально новые свойства в динамике нелинейных систем.</p> <p>Типовая структурная схема нелинейной системы. Виды нелинейностей: звено с релейной характеристикой, звено с зоной нечувствительности и релейной характеристикой, звено с характеристикой типа «ограничение» и с зоной нечувствительности.</p> <p>Структурное преобразование нелинейной САУ к типовой.</p> <p>Устойчивость нелинейных САУ</p> <p>Понятие устойчивости нелинейных систем.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Абсолютная устойчивость процессов. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. Анализ нелинейных объектов и систем управления Обзор методов исследования нелинейных систем: метод фазовых траекторий, метод гармонической линеаризации.</p> <p>Тема 10. Оптимальные, адаптивные и стохастические САУ. Оптимальные системы Понятие оптимальных систем управления. Задача оптимального управления. Целевая функция оптимального автоматического управления. Базовые методы решения задач оптимального управления: классическое вариационное исчисление – теорема и уравнение Эйлера, принцип максимума Л.С. Понтрягина, динамическое программирование Р. Беллмана. Адаптивные системы Определение адаптивной системы. Актуальность применения адаптивных систем. Классификация и примеры адаптивных систем. Стохастические системы Случайные процессы в системах. Основные характеристики случайных процессов. Анализ и синтез линейных стационарных систем при случайных воздействиях.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	18	0	26	62
ИТОГО по дисциплине	18	0	26	62