

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.04.2023 14:52:26
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Информационные технологии
проектирования радиоэлектрон-
ных устройств»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

**«Информационные технологии проектирования радиоэлектронных
устройств»**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Минченко И.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»

Изложены основные положения теории управления техническими системами и устройствами, рассмотрены типовые звенья автоматических систем. Изложены методы определения устойчивости, точности и качества процесса управления в технических системах. Рассмотрены принципы цифровой реализации типовых алгоритмов управления.

SUBJECT SUMMARY

«AUTOMATIC CONTROL OF TECHNICAL SYSTEMS»

The subject devoted to the study the basic characteristics of the automatic systems elements. Automatics control system stability, accuracy and sensitivity, types of correcting device and their synthesis, pulse and digital automatics control systems are considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

- изучение основ теории непрерывных и цифровых систем управления;
- формирование умений оценки качества процессов управления и навыков реализации алгоритмов управления.

2. Задачи дисциплины:

- освоение методик синтеза корректирующих устройств для обеспечения требуемых показателей качества процесса управления;
- формирование умений анализировать характеристики систем автоматического управления;
- получение навыков оценки устойчивости, точности и качества процесса управления навыков реализации алгоритмов управления.

3. Знания критериев оценки качества процессов управления в непрерывных и цифровых системах.

4. Умения анализировать характеристики систем автоматического управления, оценивать устойчивость, точность и качество процесса управления.

5. Формирование навыков реализации алгоритмов управления с применением аппаратных и программных средств.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Физика»
2. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Основы проектирования мощных электронных средств»
2. «Радиотехнические системы»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-4	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований, в том числе, с применением систем автоматизированного проектирования
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники</i>
<i>ПК-4.3</i>	<i>Владеет навыками проектирования и моделирования электронных приборов и систем с учетом заданных требований</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Типовые звенья систем автоматического управления (САУ), их математическое описание и основные характеристики	2	2	2	0	16
2	Показатели качества процесса управления. Основные критерии устойчивости	3	2	5	0	12
3	Точность систем управления	2	2	4	0	10
4	Коррекция характеристик систем управления. Синтез корректирующих устройств	2	2	6	0	10
5	Воздействие случайных сигналов и шумов на систему.	2	2	0	0	10
6	Нелинейные системы управления.	2	2	0	0	12
7	Цифровые системы и методы их анализа.	2	3	0	0	12
8	Методы программной реализации элементов и устройств систем управления.	2	2	0	1	10
	Итого, ач	17	17	17	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Типовые звенья систем автоматического управления (САУ), их математическое описание и основные характеристики	Структурные схемы систем автоматического управления. Элементарные звенья, их типы и основные характеристики. Анализ систем по их логарифмическим частотным характеристикам. Структурные преобразования и их математическое описание. Основные разновидности объектов управления.
2	Показатели качества процесса управления. Основные критерии устойчивости	Передаточные функции замкнутых САУ. Основные критерии устойчивости и их взаимосвязь. Определение границ устойчивости. Оценка запаса устойчивости по частотным характеристикам. Показатели качества процесса управления.
3	Точность систем управления	Статические и астатические САУ. Определение установившейся ошибки при произвольном виде задающего воздействия. Динамические ошибки.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Коррекция характеристик систем управления. Синтез корректирующих устройств	Коррекция характеристик систем управления. Синтез корректирующих устройств последовательного и параллельного типа. Коррекция по задающему и возмущающему воздействиям. Стандартные ПИД, ПД и ПДД регуляторы.
5	Воздействие случайных сигналов и шумов на систему.	Анализ дисперсии ошибки. Оптимизация САУ при воздействии случайных сигналов и шумов. Расчет ошибок.
6	Нелинейные системы управления.	Линеаризация типовых нелинейностей. Анализ устойчивости. Способы подавления автоколебаний в нелинейных системах.
7	Цифровые системы и методы их анализа.	Методы описания и характеристики. Реализация типовых алгоритмов управления в цифровых САУ.
8	Методы программной реализации элементов и устройств систем управления.	Синтез корректирующих устройств последовательного типа. Синтез корректирующих устройств параллельного типа.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование характеристик типовых звеньев САУ.	2
2. Исследование характеристик замкнутых статических САУ.	3
3. Исследование характеристик замкнутых астатических САУ.	2
4. Коррекция характеристик САУ местной обратной связью.	4
5. Исследование последовательной коррекции характеристик САУ.	2
6. Исследование параллельной коррекции характеристик САУ.	4
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Построение логарифмических характеристик линейных САУ.	2
2. Переходные процессы в замкнутых САУ.	2
3. Ошибки в замкнутых САУ при стандартных задающих воздействиях.	2
4. Применение жесткой и гибкой обратной связи для коррекции характеристик типовых звеньев. Влияние инерционности в цепи обратной связи на результат коррекции	3
5. Синтез корректирующих устройств последовательного типа.	2
6. Синтез корректирующих устройств параллельного типа.	2
7. Цифровые САУ. Методы описания и характеристики.	2
8. Цифровые САУ. Реализация типовых алгоритмов управления.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что

консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	17
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	25
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	15
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	92

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Радиоавтоматика [Текст] : учеб.пособие для вузов по специальности "Радиоавтоматика" / под ред. В.А. Бесекерского, 1985. -271 с.	18
2	Коновалов, Геннадий Федорович. Радиоавтоматика [Текст] : Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Радиотехника" / Г.Ф. Коновалов, 2003. -286 с.	95
3	Артемьев, Александр Кимович. Основы автоматизи [Текст] : учеб. пособие / А. К. Артемьев, А. В. Матвеев, И. С. Минченко, 2018. -48 с.	25
Дополнительная литература		
1	Микропроцессорные системы автоматического управления [Текст] : монография / В.А. Бесекерский, Н.Б. Ефимов, С.И. Зиятдинов и др.; Под ред. В.А. Бесекерского, 1988. -365 с	10
2	Бесекерский, Виктор Антонович. Теория систем автоматического управления [Текст] : [Учеб. пособие] / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов, 2003. -749 с.	78

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Радиоавтоматика. Учебное пособие. Красноярск, 2013 http://vii.sfu-kras.ru/images/lib/Radioavtomatika.PDF
2	Радиоавтоматика. Учебное пособие. https://studfile.net/preview/1864953/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12015>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы управления техническими системами» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Условием допуска к дифференциальному зачёту является выполнение лабораторных и контрольных работ. Дифф. зачёт проводится по результатам защиты лабораторных работ и результатам контрольных работ.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Классификация систем управления. Основные типы устройств радиоавтоматики.
2	Типовые звенья САУ и способы их математического описания.
3	Замкнутые САУ и способы их описания. Структурные преобразования.
4	Передаточные функции замкнутых САУ. Астатические системы. Частотные характеристики статических и астатических систем.
5	Основные критерии устойчивости и их взаимосвязь. Определение границ устойчивости.
6	Качество переходного процесса в замкнутых САУ.
7	Методы оценки во временной и частотной области. Определение запаса по фазе и амплитуде.
8	Коррекция характеристик типовых звеньев САУ введением местной обратной связи.
9	Область применения и свойства жесткой и гибкой связи.
10	Последовательная коррекция характеристик САУ. Расчет корректирующих фильтров.
11	Параллельная коррекция характеристик САУ. Варианты синтеза корректора при охвате обратной связью всей системы или части звеньев.
12	Устойчивость замкнутых линейных САУ. Критерий устойчивости Гурвиц
13	Оптимизация САУ при воздействии случайных сигналов и шумов. Расчет ошибок
14	Линеаризация типовых нелинейностей. Способы подавления автоколебаний в нелинейных системах
15	Структура цифровых систем автоматического управления. Способы математического описания цифровых САУ. Сопряжение цифровой и непрерывной частей системы.
16	Случайные сигналы и шумы в линейных и цифровых САУ. Оценка шумовой ошибки в замкнутых САУ.
17	Синтез корректирующих устройств последовательного типа.
18	Синтез корректирующих устройств параллельного типа.
19	Методы программной реализации элементов и устройств систем управления
20	Применение теории автоматического управления в задачах радиоавтоматики.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1.

Вариант 1.

1. Разомкнутая САУ состоит из двух последовательно соединенных звеньев –пропорционально интегрирующего звена и апериодического звена первого порядка. Написать передаточную функцию, изобразить возможные формы частотных характеристик и вид реакции на ступенчатое воздействие.

Контрольная работа №2.

Вариант 24-а.

1. Разомкнутая система состоит из двух звеньев с передаточными функциями $W1(s)=50/(0.01s+1)$, $W2(s)=20/(s^2+s)$). Скорректировать второе звено гибкой ООС. Построить ЛЧХ скорректированной САУ, определить запас по фазе и оценить качество переходного процесса в замкнутой САУ.

2. Для той же исходной системы определить структуру и передаточную функцию последовательного корректора, обеспечивающего запас по фазе, близкий к результатам пункта 1.

3. Привести на рисунке (качественно) вид динамической ошибки в замкнутой САУ при линейном воздействии.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Типовые звенья систем автоматического управления (САУ), их математическое описание и основные характеристики Показатели качества процесса управления. Основные критерии устойчивости Точность систем управления	
2		
3		
4		
5		
6		
7		Контрольная работа
8	Коррекция характеристик систем управления. Синтез корректирующих устройств	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий).

на лабораторных занятиях

В процессе обучения по дисциплине «Основы управления техническими системами» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется *в бригадах до 3 человек*. Оформление отчета студентами осуществляется в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается

(при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, и проведение контрольных письменных работ.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий).

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется по результатам выполнения контрольных работ.

контрольные работы

Критерии оценки:

Оценка **ОТЛИЧНО** - ставится, если нет ошибок при решении задачи.

Оценка **ХОРОШО** - ставится при наличии арифметических ошибок при определении параметров следящих систем.

Оценка **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** - ставится при отсутствии конечного решения при наличии теоретической части в ответе.

Оценка **НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** - ставится, если задача не решена.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, Доска, экран, проектор, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональные компьютеры.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; MathCAD; MatLab
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом. Рабочее место преподавателя, доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА