

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 21.06.2023 10:26:52  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Управление и информатика в  
технических системах»



**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**

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

27.03.04 «Управление в технических системах»

по профилю

**«Управление и информатика в технических системах»**

Санкт-Петербург

2022

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

д.т.н., профессор Душин С.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АПУ  
18.01.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	8
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	24
Практические занятия (академ. часов)	16
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	43
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	137
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

Цели дисциплины охватывают основные понятия моделирования, принципы построения и исследования систем по математическим моделям, схему построения математических моделей. Введение в теорию подобия, применение преобразования подобия при моделировании. Представление моделей в форме уравнений Лагранжа и Гамильтона. Консервативные и диссипативные системы. Метод балансовых соотношений. Представление математических моделей систем управления по степени информативности. Методы анализа статических и динамических режимов моделей систем управления с сосредоточенными параметрами. Методы анализа моделей систем управления с распределёнными параметрами.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«CONTROL SYSTEMS MODELING»**

The aims of discipline cover basic concepts of modeling, principles of system design and analysis using mathematical models, scheme of mathematical models construction. Introduction to the similarity theory, application of similarity transformation in modeling. Model presentation in the form of Lagrange equation and Hamilton equation. Conservative and dissipative systems. Methods of balance relations. Mathematical models of control systems presentation according to the degree of information. Analysis methods of static and dynamical operation modes of control systems with lumped parameters. Methods of analysis of control systems with distributed parameters.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цели дисциплины -получение студентами знаний основных понятий моделирования, умений и навыков применения принципов построения и исследования систем по математическим моделям, схем построения математических моделей.
2. Задачами изучения дисциплины является формирование у студентов знаний основных принципов, умений и навыков построения (формализации) и исследования математических моделей, их формы представления и преобразования, знания которых необходимы при создании систем и средств автоматизации и управления.
3. Знание основных принципов и методов построения (формализации) и исследования математических моделей, их формы представления и преобразования.
4. Умение проводить вычислительные эксперименты при разработке математических моделей систем и средств автоматизации и управления с использованием современных компьютерных средств моделирования процессов.
5. Освоение навыков и особенностей применения методов численного моделирования процессов в объектах и системах управления различной природы.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Алгебра и геометрия»
3. «Дискретная математика и теоретическая информатика»
4. «Теория вероятностей и математическая статистика»

5. «Физика»
  6. «Теоретические основы электротехники»
  7. «Схемотехника»
  8. «Теория автоматического управления»
  9. «Элементы и устройства систем управления»
  10. «Технические средства автоматизации и управления»
  11. «Локальные системы управления»
- и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
<i>ОПК-1.3</i>	<i>Владеет навыками анализа задач профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики</i>
ОПК-6	Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности
<i>ОПК-6.1</i>	<i>Знает принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной культуры и цифровой культурной среды</i>
ОПК-9	Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
<i>ОПК-9.1</i>	<i>Знает методологию и основные методы математического моделирования, основные методы и средства проектирования автоматизированных систем управления</i>
<i>ОПК-9.2</i>	<i>Самостоятельно проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных</i>
ОПК-11	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ОПК-11.2</i>	<i>Умеет обоснованно выбирать современные методы информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности</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	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение. Модели и моделирование. Основные понятия и определения	2	1		10
2	Введение в теорию подобия	2	1		15
3	Представление моделей систем в форме уравнений Лагранжа	2	1		15
4	Представление моделей систем в форме уравнений Гамильтона. Консервативные и диссипативные системы	2	1		15
5	Метод балансовых соотношений	2	1		15
6	Представление математических моделей систем управления по степени информативности	2	2		15
7	Методы анализа статических (равновесных) режимов моделей систем управления	2	1		12
8	Методы анализа динамических (переходных) режимов моделей систем управления с сосредоточенными параметрами	2	2		10
9	Особенности дискретизации при численном моделировании	2	2	1	10
10	Методы анализа моделей систем управления с распределёнными параметрами	3	2	1	10
11	Хаотические модели. Заключение.	3	2	1	10
	Итого, ач	24	16	3	137
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение. Модели и моделирование. Основные понятия и определения	<p>Предмет дисциплины и ее задачи. Содержание и форма проведения занятий. Связь с другими дисциплинами учебного плана. Понятие моделирования: объект моделирования; модель, её назначение и функции; частные модели. Роль модели в процессе познания. Натурный (физический) и вычислительный эксперименты, их достоинства и недостатки. Полунатурное моделирование.</p> <p>Принципы построения и исследования математических моделей. Общая схема разработки математических моделей систем управления. Этапы математического моделирования. Основные требования к математическим моделям. Способы построения математических моделей: аналитический, экспериментальный (идентификация). Физические аналогии.</p>
2	Введение в теорию подобия	<p>Изоморфные модели. Преобразование подобия. Константы подобия. Прямая (первая) теорема подобия. Критерии подобия. Преобразование подобия для моделей, представленных дифференциальными уравнениями. Применение преобразования подобия при моделировании.</p>
3	Представление моделей систем в форме уравнений Лагранжа	<p>Получение уравнений Лагранжа на основе принципа Гамильтона. Модели консервативных и диссипативных систем</p>
4	Представление моделей систем в форме уравнений Гамильтона. Консервативные и диссипативные системы	<p>Получение канонических уравнений Гамильтона. Свойство гамильтониана для консервативных систем. Сжатие фазового «объёма» диссипативных систем; дивергенция вектора фазовой скорости. Свойства диссипативных систем.</p>
5	Метод балансовых соотношений	<p>Принцип балансовых соотношений. Баланс массы (вещества). Использование принципа балансовых соотношений для моделей нетехнической природы: модель гонки вооружений; модель распространения эпидемического заболевания; модель обмена потребительскими стоимостями.</p> <p>Логистические модели (модели Мальтуса и Ферхюльстера). Модель промышленного рыболовства.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Представление математических моделей систем управления по степени информативности	<p>Частные и обобщённые модели систем управления. Ранги неопределённости причинно-следственных отношений моделей. Модели систем управления 1-го (топологического) ранга неопределённости. Теоретико-множественная (теоретико-графовая) форма представления: основные понятия теории графов; неориентированные и ориентированные гиперграфы; примеры. Алгебраическая (матричная) форма представления (матрицы смежности, инцидентности, изоморфности). Пример определения контуров графа с помощью матрицы смежности.</p> <p>Модели систем управления 2-го и 3-го (структурно-операторного и параметрического) рангов неопределённости. Модели внешней среды. Модели связей системы со средой. Модели смешанных рангов неопределённости.</p> <p>Представление моделей в форме пространства состояний. Нормальная форма Коши. Общее и частное решения. Условия существования и единственности решений дифференциальных уравнений. Примеры.</p> <p>Разнообразие форм представления моделей «вход-состояние-выход»: линейные; билинейные; аффинные.</p>
7	Методы анализа статических (равновесных) режимов моделей систем управления	<p>Задачи и основные проблемы при анализе статики на ЭВМ. Численные методы анализа статики: метод установления, итерационные методы. Каноническая форма представления итерационного метода. Метод релаксации и его геометрическая интерпретация. Метод Ньютона и его геометрическая интерпретация. Модификации метода Ньютона. Контроль сходимости метода Ньютона. Нелинейные и гибридные итерационные методы. Повышение надёжности сходимости итерационных методов.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Методы анализа динамических (переходных) режимов моделей систем управления с сосредоточенными параметрами	<p>Введение: численные методы анализа моделей с сосредоточенными и распределёнными параметрами; дискретизация и континуализация; пример модели системы с «обострением» процесса. Задачи анализа динамики и основные понятия методов численного моделирования: сетка; сходимость в точке и на отрезке; порядок точности; погрешность аппроксимации разностного уравнения; порядок погрешности аппроксимации. Явные и неявные методы.</p> <p>Методы Рунге – Кутты. Двухэтапные методы (метод предиктора-корректора). Явный m-этапный метод Рунге – Кутты.</p> <p>Многошаговые разностные методы: явные m-шаговые методы Адамса – Бэшворта; неявные m-шаговые методы Адамса – Мулттона.</p> <p>Устойчивость многошаговых разностных методов. Условно устойчивые и абсолютно устойчивые разностные методы.</p> <p>Жёсткие модели систем управления, их особенности. Критерии жёсткости для стационарных и нестационарных линейных и нелинейных моделей. Чисто неявные разностные методы (m-шаговые методы Гира).</p>
9	Особенности дискретизации при численном моделировании	<p>Квантование процесса. Интерполяционный полином Лежандра. Обоснование выбора шага дискретизации на основе неравенства С.Н. Бернштейна.</p>
10	Методы анализа моделей систем управления с распределёнными параметрами	<p>Особенности моделей систем с распределёнными параметрами. Модели систем управления с распределёнными параметрами в форме канонического линейного дифференциального уравнения 2-го порядка. Классификация уравнений: эллиптические; параболические; гиперболические. Примеры уравнений эллиптического типа: Лапласа; Пуассона; Гельмгольца. Примеры уравнений параболического типа: процессы теплопередачи; диффузии. Примеры уравнений гиперболического типа: волновые процессы.</p> <p>Нелинейные уравнения: изгиб балки переменной жёсткости; уравнение Кортевега – де Вриза.</p> <p>Краевые задачи: задача Дирихле; задача Неймана; задача смешанного типа.</p> <p>Модели процессов распространения тепла в объектах управления. Передаточные функции полузапаздывающего (с распределённым запаздыванием), полуинтегрирующего и полуинерционного звеньев.</p> <p>Численные методы анализа динамики моделей систем управления с распределёнными параметрами (на примере уравнения теплопроводности)</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Хаотические модели. Заключение.	<p>Детерминированные, случайные и хаотические процессы (детерминированный хаос). Колебательные процессы в линейных и нелинейных моделях: гармонические и полигармонические, периодические и квазипериодические (почти периодические) колебания; предельные циклы. Основные признаки хаотического поведения.</p> <p>Определения аттрактора, странного аттрактора, хаотической модели. Инвариантное множество. Сверхчувствительность к начальным данным. Примеры хаотических моделей. Тенденции и перспективы развития методов и средств моделирования систем. Современные проблемы моделирования систем различной природы.</p>

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Поведение подобных моделей систем.	1
2. Исследование равновесных режимов нелинейных моделей систем в зависимости от начальных состояний и уровней внешних воздействий.	1
3. Исследование переходных режимов нелинейных моделей систем различными методами численного моделирования.	1
4. Влияние периода квантования на динамику модели дискретной системы.	1
5. Поведение жёстких моделей систем.	2
6. Исследование чувствительности поведения моделей систем к нестабильным факторам.	2
7. Поведение объектов и систем по нелинейным моделям, сформированных на основе балансовых соотношений.	2
8. Поведение хаотических моделей систем.	3
9. Поведение объектов и систем с распределенными параметрами.	3
Итого	16

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Разработка модели системы управления с последующей компьютерной реализацией, анализом и линеаризацией, применяя различные методы и подходы.

Содержание работы (проекта): Общая часть задания предусматривает разработку структурной схемы системы управления, с последующей реализацией в среде MATLAB/Simulink, поиск состояний равновесия, анализ поведения системы управления при различных методах интегрирования, линеаризацию системы управления в точке равновесия, с последующим поиском параметров регулятора, обеспечивающих приемлемое качество процессов в окрестности равновесного состояния, определение дискретной передаточной функции регулятора и сравнительный анализ поведения нелинейной системы на различных режимах. Каждое задание включает: определение требований к модели; разработку логики модели; построение когнитивной схемы модели; выделение компонент модели; выбор подхода имитационного моделирования; разработка моделей в среде моделирования; проведение экспериментов; составление отчета.

Приобретение способности понимать, вести подготовку и выполнять исследования систем в адекватных средах моделирования.

Требования по оформлению курсовой работы:

- количество источников информации -от 7 до 10;
- объем пояснительной записки -от 20 до 40 страниц;
- обязательные разделы -введение, постановка задачи, проектирование программного обеспечения, разработка программного обеспечения, заключение и выводы;
- формат пояснительной записки -WORD-документ;
- шрифт -Times New Roman, 14 pt.
- оформление ВКР осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому де-

лу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, структурные схемы, алгоритмы и другие материалы, помещаемые в работе, должны соответствовать требованиям систем государственных стандартов ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД, ЕСТПП, ГСИ, ЕСАКП, СИБИД;

-формат сдачи работы -сдается преподавателю в печатном и электронном виде, и размещается в Moodle

-варианты заданий на курсовую работу выдаются преподавателем для каждого студента индивидуально.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Моделирование системы управления частотой вращения ротора парового турбоагрегата	Simulation of a control system of a rotation frequency of a rotor of a steam turbine unit

#### **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. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. 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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регуляр-

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

В ходе самостоятельной работы студент:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к практическим работам;
- готовится к дифф. зачету.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	33
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	19
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>137</b>



## 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	Душин, Сергей Евгеньевич. Моделирование систем управления [Текст] : учеб. пособие для вузов в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации по направлению 220400 "Управление в техн. системах" / С.Е. Душин, А.В. Красов, Н.Н. Кузьмин ; под ред. С.Е. Душина, 2012. -347, [1] с.	34
2	Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Автоматизированные системы управления" / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев, 1985. -271 с.	5
3	Численное моделирование систем управления [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлениям 550200, 651900 "Автоматизация и управление" / С.Е. Душин, А.В. Красов, Н.Н. Кузьмин, Л.Б. Пошехонов, 2003. -76 с.	неогр.
4	Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Р. Ф. Маликов, 2010. -368 с.	неогр.
5	Вавилов, Александр Александрович. Машинные методы расчета систем управления [Текст] : учеб. пособие / А. А. Вавилов, Д. Х. Имаев, Л. Б. Пошехонов, 1981. -232 с. (Введено оглавление)	16
Дополнительная литература		
1	Рапопорт, Эдгар Яковлевич. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами [Текст] : Учеб. пособие для вузов по специальности "Управление и информатика в технических системах" / Э.Я. Рапопорт, 2003. -299 с.	15

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

№ п/п	Электронный адрес
1	MATLAB/Simulink ( <a href="https://ch.mathworks.com/?s_tid=gn_logo">https://ch.mathworks.com/?s_tid=gn_logo</a> )
2	Электронная библиотека по нелинейной динамике <a href="http://scientific.narod.ru/nlib/">http://scientific.narod.ru/nlib/</a>
3	С. П. Кузнецов. Динамический хаос <a href="http://fizmatlit.narod.ru/webrary/kuzn/kuzn.htm">http://fizmatlit.narod.ru/webrary/kuzn/kuzn.htm</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7440>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Моделирование систем управления» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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

Студенты допускаются к дифф. зачету при условии выполнения и защиты всех практических работ на коллоквиумах и курсовой работы. Обязательно посещение не менее 80% лекционных заданий. Оценка по дифференцированному зачету выставляется по результатам текущей аттестации в ходе семестра.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Принципы построения и исследования математических моделей
2	Способы построения математических моделей.
3	Изоморфные модели
4	Частные и обобщенные модели систем управления
5	Представление моделей в виде пространства состояний
6	Модификация метода Ньютона
7	Численные методы анализа моделей сосредоточенными и распределенными параметрами
8	Жесткие модели систем управления, их особенности
9	Особенности моделей систем с распределенными параметрами
10	Числовые методы анализа моделей систем управления с распределенными параметрами

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	Введение в теорию подобия	
2		Коллоквиум
3	Представление моделей систем в форме уравнений Лагранжа	
4		Коллоквиум
5	Представление моделей систем в форме уравнений Гамильтона. Консервативные и диссипативные системы	
6		
7		
8		Коллоквиум
9	Представление математических моделей систем управления по степени информативности	
10		
11		
12		Коллоквиум
13	Особенности дискретизации при численном моделировании	
14		
15		
16		
17		Защита КР / КП
18	Хаотические модели. Заключение.	
19		
20		Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на диф. зачет.

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на диф. зачет.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях, коллоквиумах и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на

практических занятиях.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

### **при выполнении курсовой работы**

Текущий контроль при выполнении курсовой работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовую работу.

Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ.

Защита курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

Курсовая работа оценивается по пятибальной шкале:

Оценка ”отлично” выставляется за курсовую работу, которая содержит грамотно изложенный материал, с соответствующими выводами и обоснованными предложениями.

Оценка ”хорошо” выставляется за грамотно выполненную во всех отношениях курсовую работу при наличии небольших недочетов в ее содержании или оформлении.

Оценка ”удовлетворительно” выставляется за курсовую работу, которая удовлетворяет всем предъявляемым требованиям, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные выводы и предложения.

Оценка ”неудовлетворительно” выставляется за курсовую работу, которая содержит критические недочеты, выводы носят декларативный характер.

## 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, маркерная доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Matlab/Simulink
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

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