

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

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ»

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:

доцент, к.т.н. Каплун Д.И.

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)	3
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)	56
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ»

Учебный курс "Математические основы теории систем" ориентирован на освоение студентами тех разделов математики и системного анализа, которые широко используются в инженерной практике и научных исследованиях. Разделы курса охватывают все этапы проектирования сложных технических систем, начиная от преобразования исходной информации цифровой вид и ее статистической обработки до построения модели системы и оптимизации ее параметров.

SUBJECT SUMMARY

«MATHEMATICAL BASES OF THE THEORY OF SYSTEMS»

The training course of "Mathematical bases of the theory of systems" is focused on development by students of those sections of mathematics and the system analysis which are widely used in engineering practice and scientific researches. Sections of a course cover all design stages of difficult technical systems, beginning from transformation of initial information to a digital form and its statistical processing before creation of model of system and optimization of its parameters.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины: приобретение знаний и умений применять на практике математических основ теории систем, а также навыков применения математического аппарата анализа динамических процессов и систем.
2. Задачи дисциплины: изучение основных закономерностей теории систем, получение навыков и умений применения методов оценки состояния системы и ее эффективности, методов анализа дискретных и непрерывных сигналов, методов оптимизации в одномерных и многомерных задачах.
3. Знания основных закономерностей теории систем, методов оценки состояния системы и ее эффективности, методов анализа дискретных и непрерывных сигналов, методов оптимизации в одномерных и многомерных задачах.
4. Умения проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.
5. Навыки анализа первичной информации, ее обработка, выделение полезной информации, построение модели системы по экспериментальным данным.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математическое моделирование»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Системный анализ»
2. «Моделирование систем управления»

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-7	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления
<i>ПК-7.2</i>	<i>Умеет разрабатывать математические модели процессов и объектов управления на основе экспериментальных данных</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	Введение	2	0	0		2
2	Тема 1. Математический аппарат стохастических систем	3	4	4		14
3	Тема 2. Математический аппарат дискретных систем	4	5	5		11
4	Тема 3. Методы оптимизации в задачах управления	3	4	4		14
5	Тема 4. Оптимизация в задачах с ограничениями	3	4	4	1	13
6	Заключение	2	0	0		2
	Итого, ач	17	17	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет и содержание дисциплины.
2	Тема 1. Математический аппарат стохастических систем	Классификация случайных процессов. Стационарность и эргодичность. Выборка. Выборочные оценки и ошибки оценивания характеристик. Основные характеристики случайных процессов. Плотность распределения вероятностей. Типовые теоретические распределения вероятностей. Нормальное распределение, равномерное, Хи-квадрат и др. Моменты распределения. Ранговые статистики. Центральная предельная теорема. Математическое ожидание случайной величины. Текущее и скользящее среднее. Дисперсия и среднеквадратичное отклонение. Корреляционная и ковариационная функции, их свойства и примеры практического применения. Спектральные характеристики. Полные ортогональные системы базисных функций Фурье. Алгоритмы быстрых преобразований. Амплитудный и энергетический спектр

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Математический аппарат дискретных систем	Обобщённая схема цифровой обработки сигнала. Квантование и дискретизация сигналов. Типовые дискретные сигналы. Спектр дискретизованного сигнала. Теорема Котельникова. Z – преобразование и разностные уравнения. Восстановление дискретизованного сигнала. Рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация. Импульсная переходная функция цифровых фильтров. Частотные характеристики цифровых фильтров. Передаточная функция цифрового фильтра
4	Тема 3. Методы оптимизации в задачах управления	Критерии эффективности управления и классификация методов оптимизации. Необходимые и достаточные условия существования экстремума для функции одной переменной. Пассивные и активные стратегии поиска экстремума. Методы сокращения интервала неопределенности в одномерных задачах: метод дихотомии, золотого сечения, полиномиальные, Ньютона, Пауэла и др. Экстремум функции нескольких переменных. Матрица Гессе, выпуклые и вогнутые функции. Метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска. Эвристические методы поиска экстремума
5	Тема 4. Оптимизация в задачах с ограничениями	Линейное программирование. Примеры задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Алгебра симплекс-метода. Нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа и теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование
6	Заключение	Дисциплины для дальнейшего изучения

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Генерирование тестовых сигналов и их преобразование	2
2. Матричные преобразования и трехмерная графика.	3
3. Корреляционный метод измерения задержки сигнала.	3
4. Спектр. Ряд Фурье.	3
5. Цифровые фильтры.	3
6. Линейное и квадратичное программирование.	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Основы программирования в среде Матлаб.	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
2. Освоение методов создания в Matlab сигналов различной формы. Знакомство с правилами работы в пакете Simulink. Изучение методов преобразования сигналов: модуляция (умножение), суммирование, нелинейное преобразование.	2
3. Освоение специфики матричных преобразований Matlab и сравнительный анализ различных форм графического отображения результатов.	2
4. Анализ возможностей корреляционных методов выделения сигнала из шума и измерения его параметров.	2
5. Знакомство со спектральным представлением периодических и случайных процессов. Изучение взаимосвязи преобразований сигналов во временной и частотной областях. Оценка дефектов дискретного преобразования Фурье и методы их подавления.	2
6. Проектирование цифровых фильтров с использованием утилиты FDATool.	2
7. Анализ численных методов оптимизации.	2
8. Изучение средств Матлаб для решения задач оптимизации.	3
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, конспектом лекций 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.

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.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	8
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	14
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
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	12

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
ИТОГО СРС	56

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	Математические основы теории систем [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2008. -67 с.	78
2	Зуев, Владимир Александрович. Методы оптимизации и оптимальное управление [Текст] : Учеб. пособие / В.А.Зуев, 2000. -79 с.	90
3	Олейников, Виктор Алексеевич. Оптимальные системы автоматического управления [Текст] : учеб. пособие / В.А. Олейников, В.Г. Григорян, А.А. Безвиконный, 1978. -103 с.	70
4	Основы цифровой обработки сигналов [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. диплом. специалистов 654400 -Телекоммуникации / А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов, Е.Б. Соловьева , 2005. -XIV, 753 с.	59
Дополнительная литература		
1	Лазарев, Юрий. Моделирование процессов и систем в MATLAB [Текст] : учеб. курс / Ю. Лазарев, 2005. -511 с.	12

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

№ п/п	Электронный адрес
1	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ / сост.: А.С. Вознесенский, В.В. Гульванский, И.И. Канатов, Д.И. Каплун, С.А. Романов. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам и курсовому проектированию. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 75 с. https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1457
2	MATLAB http://www.mathworks.com
3	ЦИТМ Экспонента www.exponenta.ru

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7435>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Математические основы теории систем» 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

Студенты допускаются к дифф. зачету при условии выполнения всех лабораторных и практических работ и успешной защиты лабораторных работ. 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	Классификация случайных процессов
2	Моменты распределения
3	Обобщенная схема цифровой обработки сигналов
4	Рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация
5	Критерии эффективности управления и классификации методов оптимизации
6	Метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска
7	Линейное программирование
8	Метод множителей Лагранжа и теорема Куна-Таккера
9	Экстремум функции нескольких переменных
10	Передаточная функция цифрового фильтра

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	Тема 1. Математический аппарат стохастических систем	
2		
3		
4		
5		Практическая работа
6	Тема 2. Математический аппарат дискретных систем	
7		
8		
9		Практическая работа
10	Тема 3. Методы оптимизации в задачах управления	
11		
12		Практическая работа
13	Тема 4. Оптимизация в задачах с ограничениями	
14		
15		Практическая работа
16	Заключение	
17		Практическая работа

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 лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Математические основы теории систем» 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 2 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве од-

ного отчета на бригаду 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.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на диф. зачет.

на практических 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 сту-

дентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях 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, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

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, проектор, экран, меловая или маркерная доска, ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест с ПК – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) MATLAB
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
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