

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.04	<u>Математическое моделирование систем автоматического управления</u>
----------------	---

Учебный план: ФГОС3++m150404ПИСС-1_26-12.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(специальность)

Профиль подготовки: Прикладные информационные системы в сфере автоматизированных систем управления технологическими процессами
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
1	УП	17	17	17	56,75	0,25	3	Зачет, Курсовая работа
	РПД	17	17	17	56,75	0,25	3	
Итого	УП	17	17	17	56,75	0,25	3	
	РПД	17	17	17	56,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Шарякова
Леонидовна

Ольга

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Целью дисциплины является освоение методологии и технологии моделирования, в числе имитационного, при анализе, исследовании, проектировании и эксплуатации автоматических и автоматизированных систем управления технологическими процессами, формирование компетенции обучающегося в области методов математического моделирования систем автоматического управления технологическими объектами.

1.2 Задачи дисциплины:

Обеспечение студентов необходимым объемом теоретических и практических навыков; формирование у студентов знаний по построению математических моделей, методов анализа и реализации динамических систем, умений аналитическими и экспериментальными способами определять параметры и характеристики типовых элементов и устройств технологического оборудования; обучение студентов компьютерному расчету и моделированию с использованием актуального программного обеспечения.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Знает: основные законы механики, электротехники, теплотехники, обобщенную структуру автоматизированного производства; параметры автоматизированных производственных процессов, схемы и конструктивное исполнение основного оборудования автоматизированных систем, виды моделей с сосредоточенными параметрами.

Умеет выбирать схемы управления технологическим процессом, осуществлять переход от нелинейной модели системы к линеаризованной.

Владеет: навыками работы с учебной литературой; первичными навыками и основными методами физических измерений и испытаний; навыками работы с прикладными программами при анализе и моделировании электромеханических систем.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;
Знать: методы анализа состояния систем автоматизации. Методы математического моделирования объектов автоматизации и средств автоматического управления ими.
Уметь: исследовать динамику объектов и систем. Составлять уравнения динамики объектов и систем и выбирать методы их решения.
Владеть: навыками применения аналитических подходов и численного моделирования к оценке функционирования систем автоматического управления.
ОПК-11: Способен разрабатывать современные методы исследования автоматизированного оборудования в машиностроении;
Знать: современные методы исследования объектов и средств их автоматизации
Уметь: современные методы исследования объектов и средств их автоматизации
Владеть: навыками применения современных методов исследования автоматизированного оборудования к конкретным технологическим объектам

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Понятие моделирования	1					О
Тема 1. Понятие моделирования		1			3	
Раздел 2. Методы моделирования						О
Тема 2. Виды моделирование. Классификация математических моделей.		1	2	2	3	
Тема 3. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод разложения в ряды. Метод Рунге-Кутты. Итерационные методы.		2	2	2	5	
Тема 4. Динамические модели		1	3	4	5	
Раздел 3. Математические модели технических средств автоматизации						Л,О
Тема 5. Построение имитационных моделей автоматизированных систем в MATLAB		2		2	6	
Тема 6. Математические модели электромеханических преобразователей		2		2	6	
Тема 7. Математические модели регулирующих органов		2	2	2	6	
Тема 8. Исполнительный механизм		2	1		5	
Тема 9. Измерительные преобразователи и датчик		1	1		6	
Тема 10. Типы регуляторов		1	2		6	
Тема 11. Принципы построения математических моделей автоматизированных систем		2	4	3	5,75	

Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	17	56,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовая работа)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		51,25			56,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цель курсовой работы: получение навыков синтеза и исследования сложных систем автоматизированного управления с применением компьютерного моделирования.

Задачи:

выбор способа управления и структуры автоматизированной системы;

расчет регуляторов;

построение имитационной модели в пакете MATLAB-SIMULINK;

получение графиков переходных процессов;

исследование работоспособности предложенной системы при изменении параметров объекта управления

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Расчёт и исследование адаптивной системы регулирования скорости электропривода

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Результаты курсовой работы представляются в виде отчета на листах формата А4 (297×210 мм) и графический материал. Записку и рисунки необходимо выполнять на компьютере, объемом не менее 16 листов. Пояснительная записка должна содержать техническое задание, параметры исходной системы, структурные динамические схемы исходной СЭП и адаптивных систем управления, расчет параметров эталонной модели и алгоритма адаптивного управления, графики переходных процессов для адаптивной системы с упрощенной ($n = 2$) и уточненной структурой ($n = 4$) подчиненного регулирования скорости двигателя, а также показатели качества переходных процессов в неадаптивной и адаптивной системах, представленные в виде таблиц. В заключение должны быть сделаны выводы о соответствии синтезированной адаптивной системы требованиям технического задания.

В тексте расчетно-пояснительной записки должны быть ссылки на литературу, из которой заимствованы методы расчета, формулы и т. п. Выводы по работе и список литературы приводятся в конце записки.

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-5	Знает – современные аналитические и численные методы решения математических моделей технологических объектов. Умеет – применять аналитические и численные методы решения математических моделей технологических объектов. Владеет – навыками практического использования аналитических и численных методов решения математических моделей технологических объектов.
ОПК-11	Знает – современные методы теоретических и экспериментальных исследований автоматизированных технологических объектов. Умеет – применять методы теоретических и экспериментальных исследований автоматизированных технологических объектов. Владеет – навыками теоретических и экспериментальных исследований автоматизированных технологических объектов.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий полное понимание предмета в оцениваемой области. Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией. Способен легко ориентироваться при видоизменении вопроса, использует в ответе материал технической литературы, правильно обосновывает принятое решение. Ответ дает на	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов проекта соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие выводы на

	правильном литературном русском языке. Демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения.	поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Не достаточно полный ответ, представляющий материал, не допуская существенных неточностей. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Ответ дает на правильном литературном русском языке. Способен применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки представления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Способен применить знания только части основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Не может дать ответ на правильном русском языке. Демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа. Допускает незначительные погрешности при решении поставленной задачи.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания. Не знает передаточные функции типовых звеньев. Неуверенно, с большими затруднениями и существенными ошибками выполняет практические задания.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.
Зачтено	Студент демонстрирует понимание основных понятий математического моделирования систем автоматического управления, знает типовые звенья (пропорциональное, интегрирующее, дифференцирующее, апериодическое, колебательное), может записать их передаточные функции и временные характеристики. Умеет анализировать устойчивость систем по корням характеристического уравнения, критериям Гурвица, Михайлова. Допускает отдельные неточности, не искажающие сути (например, ошибки в индексах, пропуск одного из критериев). Способен применить знания для решения типовой задачи (расчёт передаточной функции, оценка устойчивости). Речь логична, в основном грамотна	Письменная работа выполнена не менее чем на 60% от общего объёма. В расчётных задачах в целом правильно выбраны формулы и методы (преобразование Лапласа, свёртка, алгебраические критерии устойчивости). Допускаются негрубые арифметические ошибки или неточности в оформлении. В тестовых заданиях – правильные ответы не менее чем на 60% вопросов. Задание сдано в установленный срок (или с незначительной задержкой).
Не зачтено	Студент не может назвать основные типовые звенья, не знает их передаточных функций. Не ориентируется в критериях устойчивости. Не способен решить	Работа выполнена менее чем на 60%, либо содержит принципиальные ошибки (например, путает передаточные функции интегрирующего и дифференцирующего звеньев, неверно применяет критерий

	простейшую задачу (например, по структурной схеме получить передаточную функцию). Допускает грубые ошибки, демонстрирующие полное непонимание предмета. Либо отказ от ответа	Гурвица). Отсутствует понимание условия задачи. Работа не сдана или сдана с большим опозданием без уважительной причины.
--	--	--

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Понятие моделирования. Модель. Процесс моделирования. Этапы моделирования. Алгоритмы.
2	Оригинал, модель, подобие. Виды моделирования.
3	Классификация математических моделей. Требования к математическим моделям
4	Уровни моделирования.
5	Детерминированные модели систем и математический аппарат их описания
6	Электромеханические аналогии. (таблица динамических аналогий Ольсона
7	Метод наименьших квадратов.
8	Способы представления динамических систем.
9	Фильтр Калмана.
10	Модель сигнала по Фурье.
11	Операции композиции и декомпозиции.
12	Метод Рунге-Кутты.
13	Метод Эйлера.
14	Уравнениями в пространстве состояний.
15	Математические модели электрических машин постоянного тока.
16	Математические модели электрических машин переменного тока.
17	Математические модели выпрямителей.
18	Математические модели инверторов.
19	Математические модели регулирующих органов.
20	Математические модели измерительных преобразователей.
21	Типовые регуляторы в системах автоматического управления и их передаточные функции.
22	Понятия проектирования. Требования, предъявляемые к моделям.
23	Математическое проектирование.
24	Численное проектирование. Достоинства и недостатки. Пример.
25	Физическое проектирование. Условия его применения.
26	Имитационное проектирование.
27	Полунатурное проектирование.
28	Линеаризация нелинейных моделей.
29	Программная среда проектирования МАТЛАБ.
30	Компьютерное проектирование. Последовательность действий при его выполнении.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Получение передаточных функций и векторно-матричной модели по дифференциальным уравнениям.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на зачете - 30 минут;
- Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы;
- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Аверченков, В. И., Федоров, В. П., Хейфец, М. Л.	Основы математического моделирования технических систем	Брянск: Брянский государственный технический университет	2012	http://www.iprbookshop.ru/7003.html
Дьяконов, В. П.	MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике и моделировании	Москва: СОЛОН-Пресс	2017	http://www.iprbookshop.ru/90382.html
Рогачев, Г. Н.	Программные средства MATLAB для моделирования, анализа и синтеза систем управления	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	http://www.iprbookshop.ru/111710.html
Дьяконов, В. П.	MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике и моделировании	Москва: СОЛОН-Пресс	2017	https://www.iprbookshop.ru/90382.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Татарникова, Т. М.	Моделирование систем	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет	2008	http://www.iprbookshop.ru/12503.html
Перельмутер, В. М.	Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox	Москва: СОЛОН-ПРЕСС	2016	https://www.iprbookshop.ru/90366.html
Кобозев, В. А.	Электрические машины	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2022	https://www.iprbookshop.ru/124140.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
Энциклопедия АСУ ТП [Электронный ресурс]. URL: <https://bookasutp.ru>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

Adobe: Lightroom 6 AcademicEdition License International English Multiple Platforms

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет