

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

Математическое моделирование систем автоматического
управления

Учебный план: ФГОС3++m150404-12_23-12.plx

Кафедра: 1 Информационно-измерительных технологий и систем управления

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

Профиль подготовки:
(специализация) Системы автоматизации и управления технологическими процессами

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, Курсовой проект
	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

Хардинов Е.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области подготовки студентов к самостоятельному построению математических моделей объектов и систем управления, разработке соответствующего алгоритмического и программного обеспечения, использованию моделей при разработке систем автоматического управления, закрепить знания по математике.

1.2 Задачи дисциплины:

- получение практических навыков получения моделей и их использования для исследования, проектирования и рациональной эксплуатации систем управления производственными процессами;
- усвоение будущими специалистами методики разработки математических моделей объектов и систем управления.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Идентификация моделей объектов автоматизации технологических процессов

Интегрированные системы управления жизненным циклом продукции

Информационно-измерительные системы и устройства

Современные проблемы автоматизации и управления

Хранение и защита компьютерной информации в АСУ

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: разрабатывать методы исследования конкретных вариантов автоматизированного оборудования.
Владеть: навыками применения современных методов исследования автоматизированного оборудования к конкретным технологическим объектам.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Исследование объектов и систем с помощью математических моделей	1						Л
Тема 1. Методы математического моделирования. Основные принципы математического моделирования. Методы исследования математических моделей. Компьютерные технологии. Численные методы Лабораторная работа 1. Получение основных навыков работы в пакетах MathCad и TraceMode.		2	4		14		
Тема 2. Прикладные пакеты математического моделирования. Общие сведения о прикладном программном обеспечении для математического моделирования. Принципы построения модели. прикладные пакеты математического моделирования. Лабораторная работа 2. Разработка интерфейса и программы моделирования технологического процесса.		4	2	4	10	ГД	
Раздел 2. Математические модели объектов и систем							
Тема 3. Математические модели объектов технологических процессов с сосредоточенными параметрами. Математическая модель с сосредоточенными параметрами – это модель системы, поведение которой описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями. Часто используется для описание динамики систем, состоящих из дискретных элементов. Лабораторная работа 3. Разработка интерфейса и программы моделирования одноконтурной системы управления.		4	4	4	12		

Тема 4. Математические модели объектов технологических процессов с распределенными параметрами. Математическая модель с распределенными параметрами – модель системы, описываемая дифференциальными уравнениями в частных производных. Математические модели с распределенными параметрами широко распространены в различных науках. Лабораторная работа 4. Разработка интерфейса и программы моделирования каскадной системы управления. Лабораторная работа 5. Разработка интерфейса и программы моделирования взаимосвязанной системы управления.	7	7	9	20,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	17	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовой проект)	0,25					
Всего контактная работа и СР по дисциплине	51,25			56,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Углубление и закрепление знаний по дисциплине «Математическое моделирование систем автоматического управления», полученных при изучении лекционного материала.

В рамках выполнения курсового проекта студенты должны в соответствии с заданием разработать алгоритм и программу моделирования и провести ее тестирование для оценки качества процесса регулирования, осуществить выбор параметров системы.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Примерная тема курсового проекта: «Построение модели и математическое моделирование технологического процесса и системы управления заданными технологическими параметрами».

Конкретный вид технологических параметров и исходные данные о технологическом процессе, к которому относятся параметры, указываются в индивидуальном задании.

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

Курсовой проект должен содержать:

1. титульный лист;
2. задание;
3. содержание (оглавление);
4. введение;
5. основную часть, включающую описание технологического процесса и системы управления технологическими параметрами; параметры, необходимые для построения математической модели; оценку качества работы системы управления;
6. заключение (выводы о проделанной работе);
7. листинг программы;
8. экраны для тестирования программы;
9. список использованных источников.

На оценку "Отлично" курсовой проект должен быть выполнен своевременно и без ошибок, студент должен быть в состоянии объяснить представленное им в работе.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-5	1. Излагает базовые принципы построения математических моделей. 2. Пользуется терминологией и программным обеспечением. 3. Демонстрирует умение сформулировать математическую	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированное задание.

	задачу.	3. Курсовой проект.
ОПК-11	1. Излагает базовые принципы работы типовых динамических звеньев. 2. Пользуется терминологией и литературой для получения модели объекта. 3. Демонстрирует умение настроить регулятор.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированное задание. 3. Курсовой проект.

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Самостоятельно отвечает на все дополнительные вопросы, владеет терминологией.	Курсовой проект должен быть выполнен своевременно и без ошибок. Студент должен быть в состоянии внести предложенные преподавателем дополнения (изменения) в алгоритм работы или коэффициенты.
4 (хорошо)	Отвечает на все дополнительные вопросы после небольшой помощи преподавателя и задаваемых им наводящих вопросов, владеет терминологией.	Курсовой проект содержит ошибки, которые студент смог исправить при небольшой помощи преподавателя. Студент не в состоянии внести предложенные преподавателем дополнения (изменения).
3 (удовлетворительно)	Отвечает не менее чем на половину вопросов, для ответа требуется значительная помощь преподавателя, владеет большей частью терминологии.	Курсовой проект выполнен небрежно, но основные идеи просматриваются.
2 (неудовлетворительно)	Отвечает менее чем на половину вопросов, не ориентируется в материале, путает темы и терминологию.	Курсовой проект не выполнен или выполнен не полностью. Проект выполнен с ошибками, которые студент не в состоянии исправить.
Зачтено	Отвечает на все дополнительные вопросы (возможно после небольшой помощи преподавателя и задаваемых им наводящих вопросов), владеет терминологией.	Все работы выполнены и защищены в срок. Вопросы раскрыты полностью, студент в состоянии осуществить пояснения и уточнения по заданным преподавателем дополнительным вопросам.
Не зачтено	Отвечает менее чем на половину вопросов, не ориентируется в материале, путает темы и терминологию.	Работы не выполнены или не защищены в срок. Вопросы не раскрыты; студент не в состоянии осуществить пояснения и уточнения по большей части заданных преподавателем дополнительных вопросов.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Типовые динамические звенья. Использование их в качестве моделей объекта регулирования
2	ПИД-регулятор. Структура ПИД-регулятора. Коэффициенты ПИД-регулятора. Варианты записи ПИД-регулятора
3	Получение коэффициентов объекта по разгонной кривой. Другие способы получения коэффициентов объекта
4	Переходный процесс системы регулирования. Оценка качества переходного процесса
5	Устойчивость системы регулирования. Графики системы находящейся в области устойчивости, на границе устойчивости, за границей устойчивости.
6	Устойчивые системы регулирования. Сравнение графиков систем с различным положением внутри области устойчивости (с различным удалением от границы устойчивости)
7	Дискретные блокировки систем автоматического регулирования. Сброс ПИД-регулятора. Различные начальные значения регулятора в зависимости от режима работы (например "Зима/Лето")
8	Языки программирования CFC и ST. Структура программы. Объявление переменных. Комментарии. Примеры программ

9	Визуализация в CoDeSys. Элементы управления. Свойства элементов управления. Привязка элементов управления к программам и переменным. Управление видимостью элементов управления.
10	Контроллер СПК110. Модули для контроллера. Схема подключения модулей к контроллеру. Эмуляция работы реального контроллера. Виды эмуляции

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Составить таблицу входных и выходных переменных по выданной схеме для дальнейшего использования при написании программы.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 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»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На зачете не разрешается пользоваться конспектами и любыми гаджетами. Время на подготовку ответа - 25 минут.

Время на защиту курсового проекта 15 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Белов, П. С.	Математическое моделирование технологических процессов	Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН»	2016	http://www.iprbooks.hop.ru/43395.html
Ахмадиев, Ф. Г., Гиззятов, Р. Ф.	Математическое моделирование вычислительный эксперимент	и Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/105737.html
Алексеев, Г. В., Холявин, И. И.	Численное экономико-математическое моделирование оптимизация	и Саратов: Вузовское образование	2019	http://www.iprbooks.hop.ru/79692.html
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.1.: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf
Заварухин, С. Г.	Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2017	http://www.iprbooks.hop.ru/91236.html
Шустрова, М. Л., Староверова, Н. А.	Математическое моделирование систем управления	и Казань: Издательство КНИТУ	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/120995.html
Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/116448.html

Калинин, С. В., Мальцев, Н. В.	Математическое моделирование устройств и систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/126568.html
Лещева, О. В.	Математическое моделирование производственных процессов	Саратов: Вузовское образование	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/102239.html
Губарь, Ю. В.	Введение в математическое моделирование	Саратов: Профобразование	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/102184.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Дмитренко, А. В.	Математическое моделирование задач в тепломассообмена примерах	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/122111.html
Казанцева, Н. В.	Математическое моделирование в программах Excel и MathCad	Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/122274.html
В.Н. Леонтьев	Моделирование систем автоматического управления [Текст]: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/3.pdf
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.2.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf
Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbooks.hop.ru/73309.html
Фомин, В. Г.	Математическое моделирование в системе MathCAD	Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/108693.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

PTC Mathcad 15

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MasterSCADA

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

Аудитория	Оснащение
-----------	-----------

Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска