

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.В.03

Моделирование объектов управления для робототехнических систем

Учебный план: ФГОС3++b150304P-3_24-14.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(специальность)

Профиль подготовки: Робототехнические системы
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

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				
5	УП	17	51	76	36	5	Курсовая работа, Экзамен
	РПД	17	51	76	36	5	
Итого	УП	17	51	76	36	5	
	РПД	17	51	76	36	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Шаряков В.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Развитие профессиональной компетенции в области моделирования систем и процессов, необходимых для исследования и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

1.2 Задачи дисциплины:

Основными задачами дисциплины является формирование у студентов практических навыков моделирования систем и процессов с использованием современных специализированных программ.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Проектирование автоматизированных систем

Теория автоматического управления

Электротехника и электроника

Математика

Информационные технологии

Информационные технологии в робототехнике

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5: Способен контролировать эксплуатацию и моделировать процессы робототехнических систем	
Знать: Методы моделирования объектов управления для робототехнических систем.	
Уметь: Разрабатывать модели объектов управления для робототехнических систем.	
Владеть: Навыками разработки и реализации моделей объектов для робототехнических систем с использованием специальных программных средств.	

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)		
Раздел 1. Теоретические основы разработки технологий в робототехнических системах (РС)	5				О
Тема 1. Основные характеристики робототехнических систем (РС) и тенденции его развития. Классификация РС. Область применения РС		2	5,5	8	
Тема 2. Структура построения и принципы РС. Функциональная структура РС. Основополагающие принципы РС. Гибкость РС		1	3,5	5,5	
Тема 3. Моделирование РС. РС как объект моделирования. Стратегическое моделирование. Классификация математических моделей. Формализация производственного процесса.		1	4	6	
Тема 4. Средства моделирования. Сети Петри. Теория систем массового обслуживания (СМО). Построение моделей на основе теории СМО		1	4	6	
Раздел 2. Системы обеспечения работоспособности робототехнических систем (РС)					О
Тема 5. Технологическая система и оборудование РС. Общая характеристика оборудования. Классификация технологического оборудования. Требования к технологическому оборудованию.		2	6	10	
Тема 6. Технические системы обеспечения работоспособности РС. Автоматизированная транспортно-складская система. Автоматизированная система инструментообеспечения. Автоматизированная система уборки отходов		2	6	10	
Тема 7. Информационные системы обеспечения работоспособности РС. Автоматизированная система управления. Автоматизированная система контроля. Автоматизированная система технологической подготовки производства. Автоматизированная система научных исследований.		2	6	10	

Раздел 3. Модели робототехнических систем (РС)				
Тема 8. Структура и функции комплекса моделирования РС. Блок аналитического моделирования. Блок имитационного моделирования. Модель оценки производительности основного оборудования. Модель расчета интенсивности потоков изделий. Модель расчета загрузки транспортной системы.	4	10	12	О
Тема 9. Имитационные модели для анализа функционирования. Имитационные модели, использующие аппарат расширенных сетей Петри: манипулятора, участка РС и участка РС сборочного типа. Модель формирования управляющей системы	2	6	8,5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	51	76	
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Экзамен)	2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине	70,5		109,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Целью выполнения курсовой работы является изучение современных методов проектирования робототехнических систем (автоматизированных комплексов), линий и технологических процессов производства и испытаний, систем автоматизации и управления, а также приобретение практических навыков разработки соответствующей технической документации.

Задачами курсовой работы являются:

освоение студентами принципов и современных методов проектирования робототехнических систем (автоматизированных комплексов);

овладение методами анализа задач и синтеза структуры и параметров с и их элементов; приобретение практических навыков разработки конструкторской, технологической и программной документации.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): связана с проектированием или модернизацией автоматизированного оборудования, робототехнических систем (автоматизированных комплексов), технологических систем, комплексов, испытательных стендов и систем управления.

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

Курсовая работа представляется в виде пояснительной записки объемом 10-15 листов отпечатанного текста и графической части.

Графическая часть может быть выполнена на формате А3 или А4 и вложена в пояснительную записку в качестве приложения.

Курсовая работа выполняется индивидуально с использованием компьютера и оргтехники.

Курсовая работа содержит следующие разделы:

Введение

Описание робототехнической системы

Построение математической модели объекта

Параметрического синтеза системы

Математическое моделирование работы системы

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

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-5	Демонстрирует знание структур построения и принципов РС, а также основных средств моделирования робототехнических систем. Применяет имитационные модели для анализа функционирования робототехнических систем. Демонстрирует навыки использования функций комплекса моделирования РС для расчета и моделирования объектов робототехнических систем.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов и критериев, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет широкую эрудицию в использовании учебного материала. Ответ должен быть дан на правильном, литературном русском языке.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие выводы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов и критериев, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	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)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы и критерии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	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)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы и критерии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. Представление чужой работы, отказ от выполнения 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.

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

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Классификация РС по организационным признакам
2	Классификация РС по функциональному назначению РС, по уровню автоматизации РС
3	Область применения РС
4	Функциональная структура РС

5	Трехуровневая система управления
6	Основополагающие принципы РС
7	Гибкость состояния системы
8	Технологическая гибкость, организационная гибкость
9	Принципы системного подхода к моделированию
10	Многоуровневая система моделирования
11	Стратегическое моделирование
12	Классификация математических моделей
13	Формализация производственного процесса
14	Сети Петри
15	Теория систем массового обслуживания
16	Уравнение Колмогорова для вероятностей состояний
17	Формула Литтла и построение моделей
18	Построение моделей на основе теории СМО
19	Многоканальная СМО с отказами
20	Одноканальная СМО с неограниченной очередью
21	Классификация технологического оборудования.
22	Требования к технологическому оборудованию.
23	РС для механической обработки и сборки и их характеристики и требования к ним.
24	Автоматизированная транспортно-складская система
25	Автоматизированная система инструментообеспечения
26	Автоматизированная система уборки отходов
27	Автоматизированная система управления
28	Автоматизированная система контроля
29	Автоматизированная система технологической подготовки производства
30	Блок аналитического моделирования
31	Блок имитационного моделирования
32	Модель оценки производительности основного оборудования
33	Модель расчета интенсивности потоков изделий
34	Схема распределения потоков между рабочими позициями
35	Схема распределения потоков с учетом персональных накопителей
36	Схема распределения потоков с учетом оперативного накопителя и склада
37	Модель расчета загрузки транспортной системы
38	Имитационные модели для анализа функционирования
39	Модель РС механообработки
40	Модель РС сборочного типа
41	Модель формирования управляющей системы

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Участок имеет 3 станка. На обработку в цех поступают заготовки через 30 с. в среднем. Известно, что $\rho=5,2$. Найти время обработки заготовки на станке, финальные вероятности состояний, характеристики эффективности СМО.

2. Имеется участок с 3-мя каналами, по конвейеру на него подаются детали в среднем через 50 с. Известно, что величина ρ составляет 1,7. Необходимо найти время обслуживания одной заявки на станке, финальные вероятности состояний и характеристики эффективности СМО.

3. Станция имеет 4 пути. Время стоянки состава в среднем 7 минут. Известно, что $\rho=1,8$. Найти через какое время в среднем прибывают составы на станцию, финальные вероятности состояний, характеристики эффективности СМО.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 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»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на экзамене - 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.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Резниченко, В. В., Томчина, О. П., Шарякова, О. Л.	Линейные системы автоматического управления	Санкт-Петербург: Санкт -Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/74334.html
Д.А. Ковалев, В.А. Шаряков, О.Л. Шарякова	Теория автоматического управления: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт- Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1590531617.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Гурова, Е. Г.	Моделирование электротехнических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	https://www.iprbookshop.ru/44966.html
В.Н. Суриков, Г.П. Буйлов	Автоматизация технологических процессов и производств [Текст]: учебно- методическое пособие по курсовому проектированию	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/7.pdf

6.2 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>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

PTC Mathcad 15
Microsoft Windows 8
Microsoft Office Professional 2013

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

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