

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГГТУ им. П.О. Сухого

_____ О.Д. Асенчик
_____ 30.06. 2022

Регистрационный № УД-24-58/уч.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 06 -2019 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы», учебных планов специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» специализации 1-53 01 06 01 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы в машиностроении» № I 53-1-05/уч. 05.02.2020; I 53-1-07/уч. 05.02.2021

СОСТАВИТЕЛЬ :

М.И. Михайлов, заведующий кафедрой «Робототехнические системы», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.А. Кафанов – директор ОАО «Гомельский завод станков и узлов»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», (протокол № 10 от 23.05.2022 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 20.06.2022г.); УД-РТ-037/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 28.06.2022г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Математическое моделирование в САПР» составлена на основании образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 06 -2019 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» и учебных планов специальности.

Цель преподавания дисциплины «Математическое моделирование в САПР», научить моделировать процессы протекающие в технологическом оборудовании.

Задачи дисциплины – дать основные понятия о математических моделях отражающих основные показатели технологического оборудования, научить успешно использовать полученные знания на практике, в том числе при формировании САПР.

Курс «Математическое моделирование в САПР» является дисциплиной компонента учреждения образования и охватывает вопросы автоматизации проектирования современного оборудования.

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения дисциплин специализации, связанных с проектированием роботов и робототехнических систем, таких как: «Расчет и конструирование роботов», «Проектирование оборудования роботизированного производства», «САПР и виртуальное производство» а также выполнении студентами курсовых проектов и работ, научно-исследовательских работ, дипломного проекта.

В результате освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование в САПР» студент должен:

знать:

- научные основы и методы моделирования, применяемые при проектировании, изготовлении и эксплуатации технологического оборудования;

- методы моделирования процессов протекающих в оборудовании;

уметь:

- проводить анализ процессов протекающих в оборудовании;

- применять методы анализа и организации внедрения элементов автоматизированного проектирования.

владеть:

- методикой анализа технологического оборудования

- методикой создания и применения систем автоматизированного проектирования технологического оборудования.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующей специализированной компетенции:

- уметь формировать математические модели и использовать прикладные вычислительные программы

А также развивает ряд профессиональных компетенций:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- уметь работать в команде.

Дисциплина «Математическое моделирование в САПР» связана с дисциплинами, «Математика», «Сопротивление материалов» «Основы САПР».

Форма получения высшего образования: дневная.

На изучение учебной дисциплины «Математическое моделирование в САПР» отведено всего 130 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Виды занятий, курсы, семестры, и формы текущей аттестации	Форма получения высшего образования
	Дневная
Курс	3
Семестр	5
Лекции (час.)	34
Лабораторные занятия (час)	34
Всего аудиторных часов	68
Форма текущей аттестации	
Зачет (семестр)	5

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ I. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Тема 1.1. Фундаментальные и прикладные научные исследования.

Понятие о фундаментальных и прикладных научных исследованиях. Процесс формирования блоков автоматизированного проектирования. Использование фундаментальных решений на основе термодинамики.

Тема 1.2. Классификация математических моделей.

Подходы к решению задач структурного синтеза. Разработка математических моделей при формировании САПР.

РАЗДЕЛ II. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ

Тема 2.1. Функциональные и размерные связи в оборудовании.

Анализ размерными цепями компоновок приборов и оборудования. Размерный анализ РТК.

Тема 2.2. Моделирование погрешности позиционирования деталей и узлов.

Моделирование плоскостным методом погрешностей позиционирования деталей и узлов. Анализ погрешности расположения деталей. Погрешность расположения элементов кинематики.

РАЗДЕЛ III. МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ИХ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ.

Тема 3.1. Математические модели регулярных поверхностей.

Методы воспроизведения сложных поверхностей. Анализ кинематических поверхностей с помощью плоских сечений. Моделирование на основе R-функций. Моделирование поверхности детали рядами Фурье.

Тема 3.2. Каркасное моделирование.

Моделирование образующих и направляющих поверхностей деталей. Создание поверхностей по каркасу.

Тема 3.3. Моделирование сплайнами.

Моделирование сплайнами первой, второй и третьей степени. Моделирование сложных поверхностей локальными отсеками с использованием дифференциальных связей параметров.

Тема 3.4. Моделирование размерных связей центрированных случайных величин.

Формирование центрированных случайных величин. Моделирование размерных связей при заданной вероятности.

Тема 3.5. Моделирование размерных связей, векторных, скалярных и функционально зависимых величин.

Моделирование размерных связей векторных величин. Моделирование размерных связей функционально зависимых величин.

Тема 3.6. Моделирование размерных связей сопряжений деталей с зазором.

Учет отклонений формы и расположений поверхностей. Особенности расчёта связанных размерных цепей.

Тема 3.7. Моделирование размерных связей элементов приводов оборудования.

Цилиндрические зубчатые передачи. Конические зубчатые передачи. Червячные передачи.

Тема 3.8. Анализ кинематической точности приводов оборудования и приборов.

Формирование расчетных схем. Установление связей между параметрами элементов приводов. Расчеты статистических погрешностей.

Тема 3.9 . Моделирование формообразования поверхностей.

Моделирование методом координат геометрических и кинематических поверхностей. Моделирование формообразования винтовых поверхностей.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(Очная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	6	7	8	9
I	БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	4				
1.1	Фундаментальные и прикладные научные исследования.	2				З
1.2	Классификация математических моделей.	2				З
II	МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ СВЯЗЕЙ	6	12			
2.1	Функциональные и размерные связи в оборудовании.	2	4			ЗЛР, З
2.2	Моделирование погрешности позиционирования деталей и узлов.	4	8			ЗЛР, З
III	МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ИХ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ	24	22			
3.1	Математические модели регулярных поверхностей.	3				З
3.2	Каркасное моделирование.	2				ЗЛР, З
3.3	Моделирование сплайнами.	3	4			ЗЛР, З
3.4	Моделирование размерных связей центрированных случайных величин	1				З

1	2	3	6	7	8	9
3.5	Моделирование размерных связей скалярных, векторных и функционально зависимых величин	3	4			ЗЛР, 3
3.6	Моделирование размерных связей сопряжений деталей с зазором	2	2			ЗЛР, 3
3.7	Моделирование размерных связей элементов приводов оборудования.	4	6			ЗЛР, 3
3.8	Анализ кинематической точности привода	2	2			ЗЛР, 3
3.9	Моделирование формообразования поверхностей.	4	4			ЗЛР, 3

Сокращения : 3 - зачет; ЗЛР – защита лабораторных работ.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Михайлов, М.И. Математическое моделирование оборудования и инструментов / М.И. Михайлов, Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого, 2018.-284с.
2. Михайлов М.И. Математическое моделирование и САПР процессов резания, станков и инструментов / М.И. Михайлов, Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого, 2004.-274с.
3. САПР. Математическое моделирование технических объектов. 4 кн./ В.А. Трудошин, И.В. Пивоварова. - Мн.: Выш.шк., 1988.-159с.

Перечень дополнительной литературы

4. Дунаев, П.Ф. Расчет допусков размеров / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – М.: Машиностроение, 2006.-400с.
5. Дьячко А.Г. ЭВМ кн.8. Решение прикладных задач / А.Г.Дьячко, Н.М. Когдов. – М.: Высш.шк., 1987.-146с.
6. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем / В.П. Тарасик. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997.-640с.

Перечень учебно-методической литературы

7. Михайлов М.И. Математическое моделирование и САПР процессов резания, станков и инструментов. – Гомель: ГГТУ, 1998.-34с.
8. Михайлов М.И. Алгоритмизация расчётов типовых механизмов станков. /Практ.пособие по дисциплине «Математическое моделирование и САПР ПР, СиИ» - Гомель: ГГТУ, 1998.-35с.
9. Мурахвер А.С. Автоматизированные методы расчётов узлов и деталей металлорежущих станков. /Метод.указ. курса «Промышленное оборудование автоматических производств» / А.С.Мурахвер, М.И. Михайлов, А.П. Лепший. - Гомель: ГПИ, 1989.-37с.

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ, ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ

Для диагностики компетентности результатов учебной деятельности применяться следующие формы контроля:

- устная форма в виде собеседования на лабораторных занятиях;
- письменная форма в виде письменных отчетов по лабораторным занятиям;
- устно-письменная форма в виде зачета.

Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- проведение текущих контрольных опросов по изучаемым темам;
- текущая аттестация по успеваемости;
- сдача зачета.

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Информация по контролю качества усвоения знаний

Рубежный контроль знаний по дисциплине «Математическое моделирование в САПР» организуется в соответствии с учебным планом.

Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- чередование теоретических лекционных занятий с лабораторными занятиями;
- использование во время теоретических занятий современных средств, презентаций и обучающих программ.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- выполнение студентами индивидуальных заданий во время проведения лабораторных занятий.
- подготовка к сдаче зачета.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также

контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и других форм текущего контроля.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных занятиях под контролем преподавателя.

В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой часть разделов лекционного материала описательного характера изучается самостоятельно по литературе, указанной в программе.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний.

Методы (технологии) обучения и инновационные подходы к преподаванию дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины рекомендуется применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Перечень тем лабораторных занятий

1. Функциональные и размерные связи в оборудовании (4ч).
2. Моделирование погрешности позиционирования деталей и узлов (4ч).
3. Моделирование взаимного расположения элементов и узлов (4ч)
4. Моделирование линий аппроксимацией сплайнами (4ч).
5. Моделирование размерных связей скалярных, векторных и функционально зависимых величин (4ч).
6. Моделирование размерных связей сопряжений деталей с зазором (2ч).

7. Размерный анализ конических передач (4ч).
8. Размерный анализ червячных передач (2ч).
9. Анализ кинематической точности приводов (2ч).
10. Моделирование формообразования поверхностей (4ч).

Перечень контрольных вопросов

1. Классификация математических моделей.
2. Требования к математическим моделям.
3. Моделирование на основе термодинамики.
4. Подходы к решению задач структурного синтеза.
5. Размерный анализ компоновок оборудования.
6. Анализ составляющих допуска оборудования.
7. Анализ функциональной размерной цепи.
8. Анализ РТК размерными цепями.
9. Обобщенная методика расчета размерных цепей.
10. Моделирование погрешностей позиционирования (плоскостной метод).
11. Моделирование погрешностей расположения корпусных деталей (матричный метод).
12. Моделирование погрешностей расположения элементов кинематики (матричный метод).
13. Определение передаточного коэффициента плоскостной, угловой и векторной размерных цепей.
14. Особенности расчета связанных размерных цепей.
15. Основные понятия поверхностей деталей.
16. Моделирование плоских сечений деталей методом R-функций.
17. Моделирование объёмных деталей и кинематических поверхностей методом R-функций.
18. Линейная аппроксимация образующих поверхностей методом наименьших квадратов.
19. Аппроксимация образующих дугами окружностей.
20. Аппроксимация образующих сплайн-функциями первой степени.
21. Аппроксимация образующих сплайн-функциями второй степени.
22. Аппроксимация образующих сплайн-функциями третьей степени.
23. Эрмитов кубический сплайн.
24. Сплайн Безье.
25. Формирование поверхностей на основе каркасов.
26. Получение матриц формообразования.
27. Получение инструментальной поверхности при точении (матричное формообразование).
28. Моделирование кромок фрезы для обработки винтовых канавок сверла.
29. Анализ связей формообразования.
30. Моделирование формообразующих кромок резцов и прямозубых периферийных фрез.

31. Моделирование формообразующих кромок периферийных фрез с винтовым зубом и конического инструмента.
32. Моделирование инструментальной поверхности детали полученной фрезерованием.
33. Моделирование инструментальной поверхности для обработки винтовых поверхностей (координатный метод).
34. Моделирование поверхности полученной шаровой фрезой.
35. Размерный анализ соединений с зазором.
36. Размерный анализ цилиндрических зубчатых передач.
37. Размерный анализ конических зубчатых передач.
38. Размерный анализ червячных зубчатых передач.
39. Особенности расчета размерных цепей с функционально зависимыми звеньями.
40. Методы обеспечения точности замыкающего звена.
41. Моделирование цилиндрических поверхностей с помощью рядов Фурье.
42. Анализ кинематической точности приводов оборудования и приборов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Расчет и конструирование роботов	РТС	Нет М.И. Михайлов	
САПР и виртуальное производство	РТС	Нет М.И. Михайлов	