Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 31.05.2024 13:44:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы автоматизированного проектирования»

Направление подготовки/специальность
27.03.04 Управление в технических системах

Профиль/специализация
«Электронные системы управления»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

Старший преподаватель /К.С. Авдонин/

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
к.т.н., доцент /А.В. Кузнецов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., проф. /А.А. Радионов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 8
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 10
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 11
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 11
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 11
   - 4.2. Основная литература ... 11
   - 4.3. Дополнительная литература ... 11
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 11
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 11
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5. Материально-техническое обеспечение ... 12
6. Методические рекомендации ... 12
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 14
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 14
   - 7.3. Оценочные средства ... 15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цели дисциплины:

- обучение студентов основным принципам, способам и методам автоматизации проектирования, необходимым при создании систем управления;
- формирование у студента теоретических знаний и практических навыков, направленных на функциональное моделирование элементов систем и систем управления.
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями, относящимися к автоматизированному проектированию систем управления;
- освоение основных принципов и методов автоматизации проектирования систем управления;
- освоение инструментальных средств автоматизированного проектирования в процессе функционального моделирования.

Планируемые результаты обучения:

По завершению курса студент будет способен выполнять эскизы, чертежи и технические рисунки стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений деталей и сборочных единиц; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств; владеет методами твердотельного моделирования и генерации чертежей, реверс инжиниринга и ручного эскизирования, методами построения графиков и номограмм; навыками проектирования объектов с использованием САПР.

Обучение по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-10. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в том числе в электронном виде) для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления	ИОПК -10.2. Умеет выполнять эскизы, чертежи и технические рисунки стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений деталей и сборочных единиц; разрабатывать проектную и рабочую техническую

	документацию в области автоматизации технологических процессов и производств; ИОПК -10.3. Владеет методами твердотельного моделирования и генерации чертежей, реверс инжиниринга и ручного эскизирования, методами построения графиков и номограмм; навыками проектирования объектов с использованием САПР.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1.1.23).
Дисциплина связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В **обязательной части** Блока 1 (Б.1.1):
- Инженерная компьютерная графика;
- Цифровая грамотность;
- Компьютерные технологии в управлении техническими системами;
- Высшая математика;
- Системы автоматизированного проектирования;
- Программирование и основы алгоритмизации.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.2):
- Графический интерфейс оператора;
- Проектирование систем управления;
- Интерфейсы систем управления.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
	Аудиторные занятия	**54**	6	
	В том числе:			
.1	Лекции	18	6	
.2	Семинарские/практические занятия	18	6	

.3	Лабораторные занятия	18	6	
	Самостоятельная работа	**90**	6	
	Промежуточная аттестация			
	Зачет		6	
	Итого	**144**	6	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1.						
1	**Тема 1.** ПОНЯТИЕ ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР.		3				8
2	**Тема 2.** ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ.		2				4
3	**Тема 3.** ПОЛУЧЕНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.		2				4
4	**Тема 4.** ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.		2				4
5	**Тема 5.** СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРИЗОВАННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.		2				4
6	**Тема 6.** ДВУМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.		2				4
7	**Тема 7.** ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.		2				4

8	**Тема 8.** ОПИСАНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ.		3				8
10	**Лабораторная работа №1.** «Создание модели с использованием команды «Вытянутая бобышка»».				2		2
11	**Лабораторная работа №2.** «Создание модели с использованием команд «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез»».				2		4
12	**Лабораторная работа №3.** «Построение массивов элементов».				2		4
13	**Лабораторная работа №4.** «Построение модели детали с ребрами жесткости».				2		4
14	**Лабораторная работа №5.** «Построение кругового массива».				2		4
15	**Лабораторная работа №6.** «Построение симметричной детали».				2		4
16	**Лабораторная работа №7.** «Построение модели корпуса».				2		4
17	**Лабораторная работа №8.** «Построение модели пружины сжатия».				2		2
18	**Лабораторная работа №9.** «Создание детали с использованием инструментов «повёрнутая бобышка» и «бобышка по траектории»».				2		4
19	**Практическое занятие №1.** Защита лабораторной работы № 1.			2			2

20	**Практическое занятие №2.** Защита лабораторной работы № 2.			2			2
21	**Практическое занятие №3.** Защита лабораторной работы № 3.			2			2
22	**Практическое занятие №4.** Защита лабораторной работы № 4.			2			2
23	**Практическое занятие №5.** Защита лабораторной работы № 5.			2			2
24	**Практическое занятие №6.** Защита лабораторной работы № 6.			2			2
25	**Практическое занятие №7.** Защита лабораторной работы № 7.			2			2
26	**Практическое занятие №8.** Защита лабораторной работы № 8.			2			2
27	**Практическое занятие №9.** Защита лабораторной работы № 9.			2			2
	Итого	**144**	**18**	**18**	**18**		**90**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Системы автоматизированного проектирования

Тема 1. ПОНЯТИЕ ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР

- САПР в машиностроении
- Составные части и базовые подсистемы САПР
- Составные части процесса проектирования
- Нисходящее и восходящее проектирование
- Средства двумерного черчения
- 3D системы
- Полное электронное описание изделия (ПЭОИ), поддерживающее

- процесс проектирования и эксплуатации
- Протокол CALS
- Основные факторы, влияющие на выбор САПР

Тема 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

- Области применения компьютерной графики
- Виды графики по типу представления графических данных

Тема 3. ПОЛУЧЕНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

- Методы создания реалистичных изображений
- Удаление скрытых линий и поверхностей
- Алгоритм сортировки по глубине
- Свет в компьютерной графике
- Цвет в компьютерной графике

Тема 4. ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

- Геометрические преобразования
- Двумерные преобразования
- Матричное представление трехмерных преобразований
- Композиция трехмерных преобразований
- Общие сведения о геометрическом моделировании

Тема 5. СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРИЗОВАННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

- Параметрическое конструирование
- Ассоциативная геометрия
- Объектно-ориентированное моделирование (ООМ)
- Параметрическое прямое моделирование
- Хранение и использование параметрических моделей
- Проблема двумерной и трехмерной параметризации сборочных единиц
- Методология практической параметризации чертежей
- Явные, параметрические и гибридные модели

Тема 6. ДВУМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Типы данных
- Построение базовых элементов

- Примеры моделей

Тема 7. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Представление с помощью границ
- Представление с помощью дерева
- Методы описания трехмерных объектов
- Методы построения трехмерных моделей
- Полигональные сетки

Тема 8. ОПИСАНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

- Описание поверхностей
- Характеристики поверхностей
- Моделирование деформации трехмерных полигональных поверхностей
- в режиме реального времени
- Триангуляция поверхностей
- Кривые и поверхности Безье. NURBS и Т-сплайны
- Кривые и поверхности Безье. NURBS и Т-сплайны
- Геометрическое ядро компьютерной графики
- Роль геометрического ядра в 3D печати

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

- **Практическое занятие №1.** Защита лабораторной работы № 1.
- **Практическое занятие №2.** Защита лабораторной работы № 2.
- **Практическое занятие №3.** Защита лабораторной работы № 3.
- **Практическое занятие №4.** Защита лабораторной работы № 4.
- **Практическое занятие №5.** Защита лабораторной работы № 5.
- **Практическое занятие №6.** Защита лабораторной работы № 6.
- **Практическое занятие №7.** Защита лабораторной работы № 7.
- **Практическое занятие №8.** Защита лабораторной работы № 8.
- **Практическое занятие №9.** Защита лабораторной работы № 9.

3.4.2. Лабораторные занятия

- **Лабораторная работа №1.** «Создание модели с использованием команды «Вытянутая бобышка»».

- **Лабораторная работа №2.** «Создание модели с использованием команд «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез»».
- **Лабораторная работа №3.** «Построение массивов элементов».
- **Лабораторная работа №4.** «Построение модели детали с ребрами жесткости».
- **Лабораторная работа №5.** «Построение кругового массива».
- **Лабораторная работа №6.** «Построение симметричной детали».
- **Лабораторная работа №7.** «Построение модели корпуса».
- **Лабораторная работа №8.** «Построение модели пружины сжатия».
- **Лабораторная работа №9.** «Создание детали с использованием инструментов «повёрнутая бобышка» и «бобышка по траектории»».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

4.2 Основная литература

1. Норенков И.П. Системы автоматизированного проектирования: учеб.для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2009. – 430 с. (Серия «Информатика в техническом университете»),ISBN 978-5-7038-3275-2.

4.3 Дополнительная литература

1. Атаманов А. А. «Основы САПР» https://e.lanbook.com/book/195086

2. Туркина Н.Р. «Проектирование в среде SolidWorks: Практическое пособие» https://e.lanbook.com/book/121879

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Авдонин К.С. " Системы автоматизированного проектирования" https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=11198

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. SolidWorks

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

https://www.youtube.com/@SolidFactory

5. Материально-техническое обеспечение

Для лекционных занятий: аудитории кафедры «Автоматика и управление» с проектором и экраном: ав2603.

Для лабораторных работ: компьютеризированные лабораторные классы кафедры «Автоматика и управление»: ав2507, ав2614.

Для самостоятельной работы обучающихся: компьютеризированные лабораторные классы кафедры «Автоматика и управление»: ав2507, ав2614.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основное внимание при преподавании дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» следует уделять изучению методов и алгоритмов процедур анализа и синтеза автоматических и автоматизированных систем управления, в том числе методов параметрической и структурной оптимизации, а также методов принятия обоснованных проектных решений, включая эволюционные методы, в частности, генетические алгоритмы. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- электронные образовательные ресурсы, учебники, тексты лекций с иллюстрациями и анимацией, промежуточное и итоговое тестировании;
- программный пакет SolidWorks;

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Аудиторная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов автоматизации управления жизненным циклом изделия, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к промежуточному и итоговому тестированию.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, зачёт.

Обучение по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-10. Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в том числе в электронном виде) для регламентного	ИОПК -10.2. Умеет выполнять эскизы, чертежи и технические рисунки стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений деталей и сборочных единиц; разрабатывать

обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления	проектную и рабочую техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств; ИОПК -10.3. Владеет методами твердотельного моделирования и генерации чертежей, реверс инжиниринга и ручного эскизирования, методами построения графиков и номограмм; навыками проектирования объектов с использованием САПР.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2	ЗЛР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств.	Задания для защиты лабораторных работ

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, оперирует

	приобретенными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль включает прохождение промежуточных тестирований по разделам дисциплины и защиту лабораторных работ. Промежуточные тестирования размещены в соответствующем курсе системы дистанционного обучения Университета. Примеры вопросов тестирования представлены ниже. Отчеты по лабораторным работам размещаются студентами в соответствующем курсе системы дистанционного обучения Университета. Для подготовки к тестированию студент использует лекционный материал.

Результаты текущего контроля могут быть использованы при промежуточной аттестации.

Примеры вопросов тестирования (часть):

Вопрос 1. Термин «САПР для машиностроения» в нашей стране обычно используют в тех случаях, когда речь идет о пакетах программ:

- автоматизированного проектирования, автоматизированного инженерного анализа, автоматизированной подготовки производства.
- автоматического проектирования, автоматического инженерного анализа, автоматического подготовки производства.
- параллельного проектирования, параллельного инженерного анализа, параллельного подготовки производства.

Вопрос 2. В настоящее время развитие систем автоматического проектирования идет двумя путями:

- эволюционным и революционным.
- эволюционным и параллельным.
- революционным и параллельным.

Вопрос 3. Стандарт STEP позволяет описать:

- весь жизненный цикл изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции.
- только первые этапы жизненного цикла изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции.
- только последние этапы жизненного цикла изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции.

Вопрос 4. Стандарт SGML – устанавливает:

- способы унифицированного оформления документов определенного назначения.
- стандарты унифицированного оформления документов определенного назначения.
- типы унифицированного оформления документов определенного назначения.

Вопрос 5. CAD — это:

- система автоматизированного проектирования.
- система автоматического проектирования.
- система аддитивного проектирования.

Вопрос 6. CAM — это:

- система автоматизированной технологической подготовки производства.
- система автоматического технологической подготовки производства.
- система автоматизированной технической подготовки производства.

Вопрос 7. CAE — это:

- система моделирования и расчетов.
- система конструирования и расчетов.
- система моделирования и представления отчётов.

7.3.2. Примеры вопросов для защиты лабораторных работ

1. Какие инструменты были применены при создании простой модели?
2. Какие действия нужно применить для перехода от эскиза модели к её 3D-модели?
3. Каким образом можно применить команду «Скругление» ко всем или к нескольким элементам модели?
4. Опишите, как работает инструмент «Оболочка» при применении его к модели, состоящей из нескольких элементов. 1. Какие инструменты были применены при построении детали типа «Корпус»?

5. Каковы главные правила при работе с эскизом модели?
6. В каких случаях применяется инструмент «Зеркальное отражение» и в каких случаях можно обойтись без его применения?
7. Как осуществляется привязка одного элемента модели к другому?
8. Объясните, в каких случаях применяется команда «Осевая линия»? Каковы правила ее нанесения на эскиз модели?
9. Как перенести 3D-модель на чертеж?
10. С помощью каких инструментов можно автоматически перенести размеры на чертеж из размеров 3D-модели?
11. С помощью каких действий можно перейти от редактирования листа к редактированию основной надписи и обратно?
12. Как нанести на чертеж изометрическую модель детали?

7.3.3. Примеры вопросов для промежуточной аттестации

1. САПР в машиностроении
2. Составные части и базовые подсистемы САПР
3. Составные части процесса проектирования
4. Нисходящее и восходящее проектирование
5. Средства двумерного черчения
6. 3D системы
7. Полное электронное описание изделия (ПЭОИ), поддерживающее
8. процесс проектирования и эксплуатации
9. Протокол CALS
10. Основные факторы, влияющие на выбор САПР
11. Области применения компьютерной графики
12. Виды графики по типу представления графических данных
13. Методы создания реалистичных изображений
14. Удаление скрытых линий и поверхностей
15. Алгоритм сортировки по глубине
16. Свет в компьютерной графике
17. Цвет в компьютерной графике
18. Геометрические преобразования
19. Двумерные преобразования
20. Матричное представление трехмерных преобразований
21. Композиция трехмерных преобразований
22. Общие сведения о геометрическом моделировании
23. Параметрическое конструирование
24. Ассоциативная геометрия

25. Объектно-ориентированное моделирование (ООМ)
26. Параметрическое прямое моделирование
27. Хранение и использование параметрических моделей
28. Проблема двумерной и трехмерной параметризации сборочных единиц
29. Методология практической параметризации чертежей
30. Явные, параметрические и гибридные модели
31. Типы данных
32. Построение базовых элементов
33. Примеры моделей
34. Представление с помощью границ
35. Представление с помощью дерева
36. Методы описания трехмерных объектов
37. Методы построения трехмерных моделей
38. Полигональные сетки
39. Описание поверхностей
40. Характеристики поверхностей
41. Моделирование деформации трехмерных полигональных поверхностей в режиме реального времени
42. Триангуляция поверхностей
43. Кривые и поверхности Безье. NURBS и Т-сплайны
44. Кривые и поверхности Безье. NURBS и Т-сплайны
45. Геометрическое ядро компьютерной графики
46. Роль геометрического ядра в 3D печати