

«

»

“ ”

“ ”
_____ .

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Графические системы

: 09.03.01

, :

: 2, : 3

,

		3
1	()	3
2		108
3	, .	63
4	, .	18
5	, .	0
6	, .	36
7	, .	8
8	, .	2
9	, .	7
10	, .	45
11	(, ,)	
12		

(): 09.03.01

5 12.01.2016 ., : 09.02.2016 .

: 1,

(): 09.03.01

, 7 20.06.2017
, 10/1 20.06.2017
, 6 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . .

:

,
,
,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем; в части следующих результатов обучения:	
1.	
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач; в части следующих результатов обучения:	
7.	
8.	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; в части следующих результатов обучения:	
6.	
Компетенция НГТУ: ПК.10.В/ПТ готовность к разработке компонентов аппаратно-программных комплексов и баз данных с использованием современных инструментальных средств и технологий программирования; в части следующих результатов обучения:	
9.	

2.

2.1

	(
--	---	--

.1. 1	
1.знать методы и средства компьютерной графики и геометрического моделирования	; ;
.2. 8	
2.знает универсальность математических методов в познании окружающего мира	; ;
.2. 7	
3.умеет применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	; ;
.3. 6	
4.знать основы методологии создания программного обеспечения	; ;
.10. / . 9	
5.знать наиболее популярные современные графические системы и средства геометрического моделирования	; ;

3.

3.1

	,	.		
: 3				
:				

1.	0	4	2, 4, 5	
:				
2.	0	4	1, 2	
:				
3.	0	10	2, 3	

3.2

		,		
: 3				
:				
1.	OpenGL	0	4	1, 2, 3, 4
2.	OpenGL	0	10	2, 3, 5
3.	OpenGL	4	8	2, 3
4.	OpenGL ³⁻	4	12	2, 3
5.		0	2	2, 3

4.

: 3				
1		1, 2, 3	22	4
: 230100 " / . - ; [: . . , . .]. - , 2015. - 54, [2] : : , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215043				
2		1, 2, 3, 4, 5	5	0
: 230100 " / . - ; [: . . , . .]. - , 2015. - 54, [2] : : , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215043				
3		1, 2, 3	0	3
: 230100 " / . - ; [: . . , . .]. - , 2015. - 54, [2] : : , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215043				
4		1, 2, 3	18	0
: 230100 " / . - ; [: . . , . .]. - , 2015. - 54, [2] : : , .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215043				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail:pavenko@corp.nstu.ru

5.2

1	:
Краткое описание применения:	

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

	.	
: 3		
<i>Лекция:</i>	2	5
<i>Лабораторная:</i>	2	15
<i>РГЗ:</i>	20	60
<i>Зачет:</i>	2	20

6.2

6.2

		/		
.1	1.	+	+	+
.2	7.	+	+	+
	8.	+	+	+
.3	6.	+	+	+

	.10. / 9.	+	+	+
--	-----------	---	---	---

1

7.

1. Евченко А. И. OpenGL и DirectX : программирование графики / А. И. Евченко. - СПб. [и др.], 2006. - 349 с. : ил. + 1 CD-ROM.
2. Цехнер М. Программирование игр под Android / Марио Цехнер ; [пер. с англ. Е. Сидоровича, Е. Зазнобы]. - Москва [и др.], 2013. - 688 с. : ил. - Парал. тит. л. англ..
3. Веретельникова Е. Л. Графические системы [Электронный ресурс] : конспект лекций / Е. Л. Веретельникова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222407. - Загл. с экрана.
4. Петров М. Н. Компьютерная графика : [учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника"] / М. Н. Петров, В. П. Молочков. - Санкт-Петербург [и др.], 2006. - 810 с. : ил. + 1 CD-ROM.

1. Порев В. Н. Компьютерная графика / Виктор Порев. - СПб., 2005. - 428 с. : ил.
2. Шикин Е. В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. - М., 1997. - 288с.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8.

8.1

1. Графические системы : методические указания к лабораторным работам для очной и заочной форм обучения АВТФ, направления 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Ландовский, Е. Н. Павенко]. - Новосибирск, 2015. - 54, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215043

8.2

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. -

1	(Internet)	Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ” ДЕКАН АВТФ к.т.н., доцент И.Л. Рева

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Графические системы

Образовательная программа: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль: Программное обеспечение компьютерных систем и сетей

Новосибирск 2017

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Графические системы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	31. знать методы и средства компьютерной графики и геометрического моделирования	Простейшее приложение с использованием OpenGL	Отчет по лабораторным Работам, РГЗ	Зачет, вопросы... 1-24
ОПК.2 способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	37. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Заключительное занятие Построение изображений мерных 3-х Принципы использования современных графических пакетов Программирование динамических объектов в OpenGL Программировали интерактивного взаимодействия в OpenGL	Отчет по лабораторной работе РГЗ.	Зачет, вопросы... 1-24
ОПК.2	у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Архитектура графических систем Введение в теорию графических систем Заключительное занятие Построение изображений мерных объектов в OpenGL 3 -х Принципы использования современных графических пакетов Программирование динамических объектов в OpenGL Программировали интерактивного	Отчет по лабораторной работе РГЗ.	Зачет, вопросы... 1-24

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам)

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных систем управления

Паспорт зачета

по дисциплине «Графические системы», 3 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: в билете 2 вопроса. Перечень первых и вторых вопросов

приведен в п.4. В ходе преподаватель вправе задавать студенту
вопросы из общего перечня

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИМ
УНИВЕРСИТЕТ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ТЕХНИЧЕСКИМ

Факультет

АВТФ Билет

№ _____

_____ к зачету по дисциплине «Графические системы» _____

1. Программистская модель интерактивной компьютерной графики. Устройства ввода.

2. Назовите четыре основные области применения компьютерной графики.
2. Критерии оценки
Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если

Утверждаю: зав. кафедрой

должность, ФИО

(подпись)

(дата)

студент при

ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *2 баллов*.

Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при

ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например,
вычислительные

оценка составляет *10 баллов*.

Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент

при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *15 баллов*.

Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если

студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи,

оценка составляет *20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных)

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Графические системы»

1 Вопрос

1. Программистская модель интерактивной компьютерной графики.
2. Устройства ввода. Программистская модель ИКГ. Графические дисплеи.
3. Состав минимально полной графической системы.
4. Архитектура видеоадаптеров. Стандартные режимы, текстовые и графические. Архитектура видеоадаптеров. SVGA-режимы.
5. Алгоритмы растровой графики. Растровая развертка отрезков.
6. Алгоритмы растровой графики. Растровая развертка окружностей. Вывод формул алгоритма Брезенхэма.
7. Растровая развертка многоугольников.
8. Реализация устройств ввода в OpenGL.
9. Геометрические преобразования. Двумерные преобразования в однородных координатах.
10. Трехмерные геометрические преобразования в однородных координатах.
11. Проецирование. Параллельные проекции. Ортографическая и аксонометрическая проекции.
12. Проецирование. Параллельные проекции. Диметрическая и изометрическая проекции. Косоугольная проекция. Перспективные проекции.
13. Цвет в КГ.
14. Закрашивание объектов. Описание источников света.

15. Закрашивание объектов. Модель отражения Фонга.
16. Графический конвейер OpenGL.
17. Отсечение отрезков. Алгоритм Коэна-Сазерленда.
18. Представление кривых и поверхностей в виде интерполяционного полинома.
19. Трассировка лучей.
20. Представление кривых и поверхностей в форме Эрмита.
21. Способы описания кривых и поверхностей, явная, неявная, параметрическая. Представление кривых и поверхностей в форме полиномов Безье.
22. Удаление невидимых поверхностей. Удаление нелицевых граней.
23. Удаление невидимых поверхностей. Алгоритм 2-буфера.
24. Удаление невидимых поверхностей. Алгоритм построчного сканирования.

2 Вопрос

1. Назовите четыре основные области применения компьютерной графики.
2. В чем состоит основное различие между дисплеями с произвольным сканированием и растровым сканированием?
3. Каковы основные принципы работы цветной растровой электронно-лучевой трубки? Назовите основные устройства ввода, использующиеся в компьютерной графике. Расположите в убывающем порядке чувствительность рецепторов глаза к цветам: красный, зеленый, синий.
4. Что такое хроматический спектр?
5. Что такое ахроматический спектр?
6. Что такое аддитивная и субтрактивная цветовые модели? Чем отличаются их цветовые кубы?
7. Что является основой цветовой модели HSV и HLS?
8. Являются ли цветовые модели HSV и HLS аддитивными или субтрактивными?
9. Как определить косинус угла между векторами, используя операцию скалярного произведения?
10. Что такое орты?
11. При каком условии масштабирование сохраняет углы между отрезками?
12. Какую траекторию описывают точки объекта при повороте?
13. Какие шаги выполняются в алгоритме поворота относительно произвольной оси в пространстве?
14. Что такое картинная плоскость?
15. Что такое коэффициент искажения при параллельном проецировании?
16. Как называется операция перехода от трехмерной системы координат к двумерной?
17. Чем отличаются однородные координаты точки от обычных декартовых координат?
18. С какой целью вводятся однородные координаты?
19. Если концы отрезков имеют коды 1000 и 0100, сколько сторон окна он может пересекать? При каком значении кода одного из концов отрезка он обязательно будет частично видимым?
20. Если оба конца отрезка лежат вне окна, то при каких кодах концов он может проходить вдоль диагонали окна?
21. В чем состоит идея метода трассировки?
22. Назовите два основных вида проекций, определяемых типом пучка лучей.

23. Назовите три вида параллельных проекций.
24. Что такое перспективное укорачивание?
25. Что такое точка схода?
26. Как реализуется проекция с тремя точками схода?

**Паспорт
расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Графические системы», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны создать изображения трехмерного объекта (по вариантам).

Для каждой из предложенных фигур получить:

1. Каркасное изображение объекта.
2. Изображение фигуры в виде многогранника с удалением невидимых линий. Для удаления невидимых линий использовать любой из известных алгоритмов. Получить аксонометрическую и перспективную проекции объекта.
3. Предусмотреть возможность интерактивного перемещения объекта по сцене.
4. Закрасить грани многогранника с использованием любого метода с учетом расположения и интенсивности источника света и свойств материала. Предусмотреть возможность изменения свойств и положения источника освещения и свойств материала.
5. Наложить на изображение текстуру. Текстуру взять из любого графического файла или сгенерировать в памяти компьютера.

Оцениваемые позиции:

20 баллов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 30 баллов.
Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка
составляет 50 баллов.
составляет 60 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Расчетно-графическая работа заключается в создании изображения трехмерного объекта (по вариантам).

Задания выполняются на любом алгоритмическом языке (Турбо-Паскаль, Си, Ассемблер, Basic и др.) в средах Dos/Windows 9x/NT. При этом разрешение экрана должно иметь не менее 256 цветов. При изображении заданной фигуры из имеющихся в использованном языке

программирования средств создания графических изображений можно использовать только функции рисования точек и отрезков прямых линий.

Для каждой из предложенных фигур получить:

1. Каркасное изображение объекта.
2. Изображение фигуры в виде многогранника с удалением невидимых линий. Для удаления невидимых линий использовать любой из известных алгоритмов. Получить аксонометрическую и перспективную проекции объекта.
3. Предусмотреть возможность интерактивного перемещения объекта по сцене.
4. Закрасить грани многогранника с использованием любого метода с учетом расположения и интенсивности источника света и свойств материала. Предусмотреть возможность изменения свойств и положения источника освещения и свойств материала.
5. Наложить на изображение текстуру. Текстуру взять из любого графического файла или сгенерировать в памяти компьютера.

1. Варианты задания:

Обозначим через $x_{ш}$, $y_{ш}$, $z_{ш}$ координаты точек поверхности шара. Будем, использовать параметрическую форму — функции угловых координат широты и долготы:

$$x_{ш} = R * \cos B * \sin L = F_x(B, L),$$

$$y_{ш} = R * \cos B * \cos L = F_y(B, L),$$

$$z_{ш} = R * \sin B = F_z(B).$$

Рассмотрим варианты деформации поверхности шара, которые можно описать следующим образом:

$$x = A_0 * x_{ш} + B_0,$$

$$y = C_0 * y_{ш} + D_0,$$

$$z = E_0 * z_{ш} + F_0,$$

где A_0 , B_0 , C_0 , D_0 , E_0 , F_0 - величины, которые могут быть функциями от координат $x_{ш}$, $y_{ш}$, $z_{ш}$, широты и долготы. Вариантами расчетно-графической работы являются различные деформации шара, цилиндра и тора.

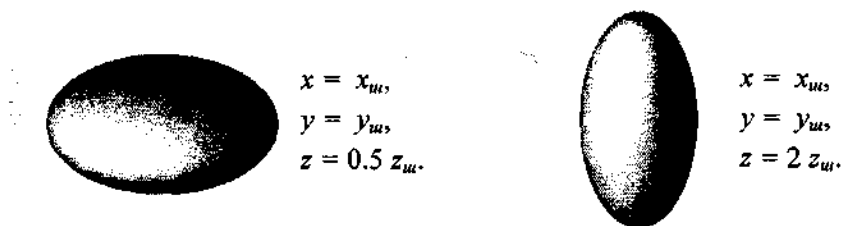


Рис.1. Эллипсоиды (вариант 1,2)

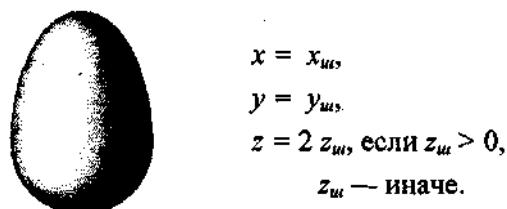
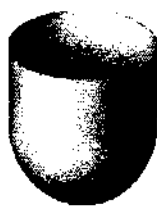
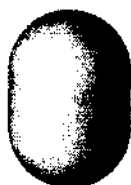


Рис. 2. Наполовину эллипсоид, наполовину — шар (вариант 3)



$$\begin{aligned}x &= x_{ui}, \\y &= y_{ui}, \\z &= R - 0.5 z_{ui}, \text{ если } z_{ui} > 0, \\z_{ui} &\text{ — иначе.}\end{aligned}$$

Рис. 3. Верхняя часть — вогнутый эллипсоид (вариант 4)



$$\begin{aligned}x &= x_{ui}, \\y &= y_{ui}, \\z &= z_{ui} + R, \text{ если } z_{ui} > 0, \\z_{ui} &\text{ — иначе.}\end{aligned}$$

Рис. 4. Половинки шара разнесены (вариант 5)



$$\begin{aligned}x &= x_{ui}, \\y &= y_{ui}, \\z &= z_{ui} + 2.5 R (z_{ui}/R - 0.5)^2, \text{ если } z_{ui} > R/2, \\z_{ui} &\text{ — иначе.}\end{aligned}$$

Рис. 5. "Груша" (вариант 6)



$$\begin{aligned}x &= x_{ui}, \\y &= y_{ui}, \\z &= z_{ui} + R (B/90^\circ)^4, \text{ если } B > 0^\circ, \\z_{ui} &\text{ — иначе.}\end{aligned}$$

Рис. 6. "Капля" (вариант 7)



$$\begin{aligned}x &= x_{ui}, \\y &= y_{ui}, \\z &= z_{ui} - R (B/90^\circ)^3.\end{aligned}$$

Рис. 7. Это не тор (вариант 8)

В рассмотренных выше примерах для деформации формы шара были использованы преобразования координат только по оси z . В нижеследующих примерах выполняются преобразования также и координат x, y (рис. 8—12).



$$\begin{aligned}x &= x_{ui} + z_{ui}^2 / R, \\y &= y_{ui}, \\z &= 2 z_{ui}.\end{aligned}$$

Рис. 8. Сдвиг по x пропорционально квадрату z (вариант 9)



$$\begin{aligned}x &= x_{ит} + z_{ит}^3 / R^2, \\y &= y_{ит}, \\z &= 2 z_{ит}.\end{aligned}$$

Рис. 9. Сдвиг по x пропорционально кубу z (вариант 10)



$$\begin{aligned}x &= x_{ит} (1 + 0.5|\sin(2L)|), \\y &= y_{ит} (1 + 0.5|\sin(2L)|), \\z &= z_{ит}.\end{aligned}$$

Рис. 10. Модуляция x, y синусом долготы (вариант 11)



$$\begin{aligned}x &= x_{ит} (1 + 0.5|\sin(2L)|), \\y &= y_{ит} (1 + 0.5|\sin(2L)|), \\z &= z_{ит} + R (B/90^\circ)^5, \text{ если } B > 0^\circ, \\& z_{ит} \text{ — иначе.}\end{aligned}$$

Рис. 11. «Чеснок» (вариант 12)



$$\begin{aligned}x &= x_{ит} + R (B / 45^\circ)^2, \\y &= y_{ит}, \\z &= 2 z_{ит}.\end{aligned}$$

Рис. 12. Сдвиг пропорционален квадрату широты (вариант 13)

Цилиндр

Здесь мы будем использовать формулы параметрического описания поверхности цилиндра. В одной из возможных разновидностей такого описания применяются следующие параметры — долгота (l) и высота (h).

$$\begin{aligned}x &= R \sin l, \quad y = R \cos l, \quad z = Hh, \\& \text{где } l = 0 \dots 360^\circ, \quad h = -0.5 \dots 0.5.\end{aligned}$$

Величинами R и H обозначим соответственно радиус и общую высоту цилиндра (рис. 13).

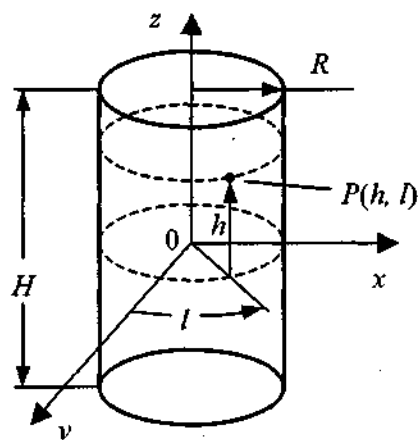


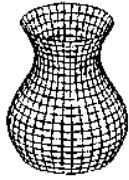
Рис. 13. Вариации формы цилиндра

Параметрические формулы цилиндра удобно использовать в качестве основы для описания поверхностей достаточно сложной формы. В исходных параметрических уравнениях цилиндра

$$\begin{aligned}x &= R \cdot \sin l, \\y &= R \cdot \cos l, \\z &= H \cdot h,\end{aligned}$$

величины H и R — это константы.

Рассмотрим примеры поверхностей, когда радиус R является функцией параметров h и l , то есть $R = R(h, l)$.



$$R = R_c (1 - 0.3 \sin(2h\pi)),$$

где R_c — константа.

Рис.14. «Ваза» (вариант 14)



$$R = R_c (1 + |\sin(2h\pi)|)$$



$$R = R_c (1 - 0.3 |\sin(4h\pi)|)$$

Рис. 15. Еще две поверхности вращения (вариант 15, 16)

Следующую группу составляют такие вариации формы цилиндра, когда радиус зависит только от долготы, то есть $R = R(l)$. Пример подобной поверхности показан на рис. 16.



$$R = R_c (1 + |\sin(2l)|),$$

где l — долгота от 0 до 360 градусов.

Рис 16. Вариант 17



$$R = R_c (1 + |\sin(2h\pi + 0.5 l)|)$$

Рис. 17. Винтовая поверхность $R = R(h, l)$ (вариант 18)

Тор

Функции параметрического описания поверхности тора запишем в следующем виде

$$x = (R + r * \cos \varphi) * \sin \omega,$$

$$y = (R + r * \cos \varphi) * \cos \omega,$$

$$z = r * \sin \varphi,$$

где R и r — большой и малый радиусы, φ и ω — широта и долгота.

Для замкнутой поверхности углы φ и ω должны изменяться в полном круговом диапазоне, например, от 0 до 360° или от -180° до +180°.

На рис. 18 показаны различные способы изображения тора.

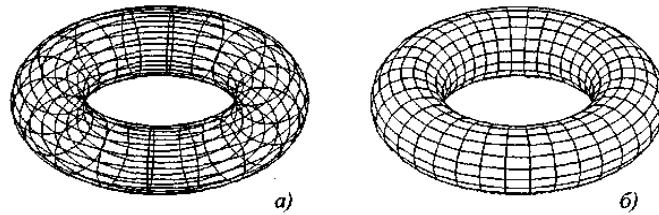


Рис. 18. Простейшее изображение тора: а - каркас; б- поверхность с удаленными невидимыми точками (вариант 19).

Вариации формы тора

На рис. 19 изображена поверхность многогранника, для которой параметрические формулы такие же, как и для тора. Единственное отличие здесь в том, что широта φ изменяется в диапазоне от -135° до +225° с шагом $d\varphi = 90^\circ$.

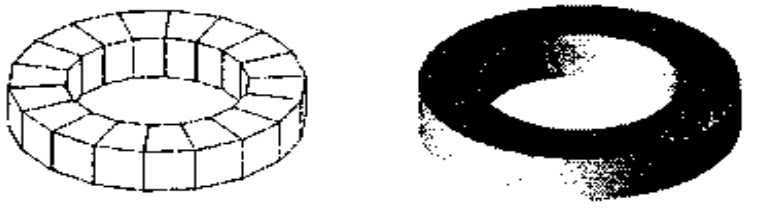


Рис. 19. Кольцо (вариант 20)

Если изменять радиус R пропорционально долготе, т. е. $R = R(\omega)$, то получим спираль (рис. 20). Здесь большой диапазон изменения долготы: от -360° до +360°, соответствует двум виткам спирали.

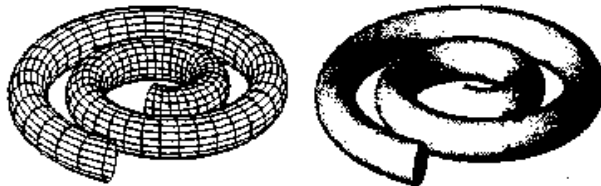


Рис. 20. Спираль (вариант 21)

Для пружины (рис. 21) значения координат x и y такие же, как и для тора, а координата z тора суммируется с приращением, пропорциональным долготе:

$$x = (R + r * \cos \varphi) * \sin \omega,$$

$$y = (R + r * \cos \varphi) * \cos \omega,$$

$$z = r * \sin \varphi + k * \omega.$$

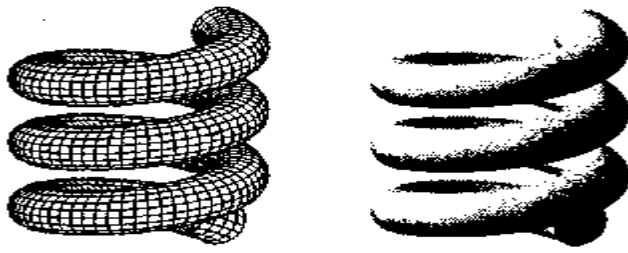


Рис. 21. Пружина (вариант 22)

Вариант 23: Эллипсоид

$$\begin{aligned} X &= a \cdot \cos(v) \cdot \sin(u); & v \text{ изменяется от } 0 \text{ до } 2\pi \\ Y &= b \cdot \sin(v) \cdot \sin(u); & u \text{ изменяется от } 0 \text{ до } 2\pi \\ Z &= c \cdot \cos(v); \end{aligned}$$

Вариант 24: Однополостный гиперболоид

$$\begin{aligned} X &= a \cdot \cos(u) \cdot \operatorname{ch}(v); & v \text{ изменяется от } 0 \text{ до } 2\pi \\ Y &= b \cdot \sin(u) \cdot \operatorname{sh}(v); & u \text{ изменяется от } -\pi \text{ до } \pi \\ Z &= c \cdot \operatorname{sh}(v); \end{aligned}$$

Вариант 25: Суперэллипсоид

$$\begin{aligned} X &= \cos^{2/m}(v) \cdot \cos^{2/n}(u); & v \text{ изменяется от } -\pi/2 \text{ до } \pi/2 \\ Y &= \cos^{2/m}(v) \cdot \sin^{2/n}(u); & u \text{ изменяется от } -\pi \text{ до } \pi \\ Z &= \sin^{2/m}(v); & m=10; n=2; \end{aligned}$$

Вариант 26: Однополостный супергиперболоид

$$\begin{aligned} X &= \sec^{2/m}(v) \cdot \cos^{2/n}(u); & v \text{ изменяется от } -\pi/2 \text{ до } \pi/2 \\ Y &= \sec^{2/m}(v) \cdot \sin^{2/n}(u); & u \text{ изменяется от } -\pi \text{ до } \pi \\ Z &= \operatorname{tg}^{2/m}(v); \end{aligned}$$

Вариант 27: Супертороид

$$\begin{aligned} X &= (d + \cos^{2/m}(v)) \cdot \cos^{2/n}(u); & v \text{ изменяется от } -\pi \text{ до } \pi \\ Y &= (d + \cos^{2/m}(v)) \cdot \sin^{2/n}(u); & u \text{ изменяется от } -\pi \text{ до } \pi \\ Z &= \sin^{2/m}(v); \end{aligned}$$

Вариант 28: Эллиптический цилиндр

$$\begin{aligned} X &= a \cdot \cos(u); & u \text{ изменяется от } 0 \text{ до } 2\pi \\ Y &= b \cdot \sin(u); & v \text{ изменяется от } v_{\min} \text{ до } v_{\max} \\ Z &= c \cdot v; \end{aligned}$$

Вариант 29: Параболический цилиндр

$$\begin{aligned} X &= a \cdot u^2; & u \text{ меняется от } 0 \text{ до } u_{\max} \\ Y &= 2a \cdot u; & v \text{ меняется от } v_{\min} \text{ до } v_{\max} \\ Z &= v; \end{aligned}$$

Вариант 30: Эллиптический конус

$$\begin{aligned} X &= a \cdot v \cdot \cos(u); & u \text{ меняется от } 0 \text{ до } 2\pi \\ Y &= b \cdot v \cdot \sin(u); & v \text{ меняется от } v_{\min} \text{ до } v_{\max} \\ Z &= c \cdot v; \end{aligned}$$