

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
Протокол №2-8/2021 От 30.08.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерная графика

название дисциплины

для студентов направления подготовки

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

профиля

Прикладная информатика

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки **01.03.02 -«Прикладная математика и информатика»**

Программу составил:

_____ А.В. Васяшин, старший преподаватель

Рецензент:

Программа рассмотрена на заседании отделения интеллектуальных кибернетических систем (О) (протокол № 5/7 от «30» июля 2021 г.)

Руководитель образовательной программы
01.03.02 – «Прикладная математика и информатика»

_____ С.В. Ермаков

«_____» _____ 2021 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Знать: существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач; Уметь: использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач; Владеть: навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач с использованием существующих систем программирования
ПК-4.2	способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Знать: системы и средства обработки информации. Уметь: применять наукоемкие технологии и пакеты программ для решения прикладных задач в области физики, химии, биологии, экономики, медицины, экологии; Владеть: передовыми методами разработки программного обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: отсутствуют.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)	
	Очная	Заочная
	Семестр	Курс
	№ 4	№
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	32	
В том числе:		
<i>лекции (лекции в интерактивной форме)</i>	16	
<i>практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)</i>	-	
<i>лабораторные занятия</i>	16	
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
<i>зачет</i>	-	
<i>экзамен</i>		
Самостоятельная работа обучающихся		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	76	
В том числе:		
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	20	
<i>освоение программных средств</i>	26	
<i>подготовка ко всем видам контрольных испытаний текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>	30	
Всего (часы):	108	
Всего (зачетные единицы):	3	

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Введение в КГ										
1.1.	Предмет курса. Простой графический пакет.	2		0		0					
1.2.	Цветовые модели компьютерной графики.	2		0		8					
1.3.	Геометрические преобразования.	2		2		8					
2.	Модели КГ										
2.1.	Графические примитивы для двухмерной графики.	2		2		15					
2.2.	Моделирование трехмерных геометрических объектов.	2		4		15					
2.3.	Полигональные сетки.	4		4		15					
2.4.	Методы закраски.	2		4		15					
	Всего:	16		16		76					

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Введение в КГ	
1.1.	Предмет курса. Простой графический пакет.	Предмет курса «Компьютерная графика». Краткая история компьютерной графики. Области применения компьютерной графики. Технические средства компьютерной графики. Векторные и растровые графические системы. Основные функции простого графического пакета. Структура простого графического пакета.
1.2.	Цветовые модели компьютерной графики.	Введение в колориметрию. Субъективные характеристики цвета. Аддитивное уравнивание цветов и координаты цвета. Координаты цветности. Диаграмма цветности. Стандарты МКО, функция световой эффективности, функции сложения. Модели RGB, CMY, YIQ, HLS. Выбор цветов. Теория оппонентных цветов Геринга.
1.3.	Геометрические преобразования.	Двухмерные преобразования: перенос, масштабирование и поворот. Однородные координаты на плоскости. Матрицы преобразований. Композиция двухмерных преобразований. Трёхмерные преобразования. Композиция трёхмерных преобразований. Свойства матриц преобразований. Понятие плоской геометрической проекции. Классификация проекций. Параллельные и центральные проекции. Математическое описание плоских геометрических проекций.
2.	Модели КГ	
2.1.	Графические примитивы для двухмерной графики.	Описание перечня графических примитивов на примере API холста стандарта HTML5. Масштабируемая векторная графика SVG. Параметрические кубические кривые (кривые Безье).
2.2.	Моделирование трёхмерных геометрических объектов.	Обзор методов моделирования трёхмерных объектов. Аналитическое, кинематическое и твердотельное моделирование объектов. Реализация методов моделирования в современных графических системах.
2.3.	Полигональные сетки.	Полигональные сетки. Способы описания полигональных сеток. «Геометрии» библиотеки Threejs и работа с ними.
2.4.	Методы закраски.	Источники света. Диффузное отражение. Рассеян-

		ный свет. Зеркальное отражение. Однотонная за- краска. Полосы Маха. Закраска полигональных се- ток методами Гуро и Фонга. Прозрачные объекты. Идеальное и диффузное преломление. Модели ис- точников света. Фактура поверхности. Текстуры. «Материалы» и «Источники света» библиотеки Threejs и работа с ними.
--	--	--

Лабораторные занятия

№	Наименование раз- дела /темы дисци- плины	Название лабораторной работы
1.	Введение в КГ	
1.1.	Предмет курса. Про- стой графический па- кет.	Отдельных работ не предусмотрено. Освоение этих разделов требуется во всех лабораторных работах по курсу.
1.2.	Цветовые модели компьютерной гра- фики.	
1.3.	Геометрические пре- образования.	Лабораторная работа №1. Работа с двумерной гра- фикой средствами API холста HTML5.
2.	Модели КГ	
2.1.	Графические прими- тивы для двухмерной графики.	Лабораторная работа №1. Работа с двумерной гра- фикой средствами API холста HTML5. Лабораторная работа №2. Работа с двумерной гра- фикой средствами масштабируемой векторной гра- фики SVG.
2.2.	Моделирование трехмерных геомет- рических объектов.	Лабораторная работа №3. Разработка трёхмерных сцен средствами библиотеки Threejs.
2.3.	Полигональные сет- ки.	
2.4.	Методы закраски.	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В качестве учебно-методических материалов используется рекомендованная ли-
тература.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (те- мы) дисциплины (результаты по	Код контролируемой компе- тенции (или её части) / и ее	Наименование оценочно- го средства
-------	--	---	---------------------------------------

	разделам)	формулировка	
Текущий контроль			
1.	Введение в КГ		
1.1.	Предмет курса. Простой графический пакет.	ОПК-2 (знать)	Лабораторные работы №1-3.
1.2.	Цветовые модели компьютерной графики.		
1.3.	Геометрические преобразования.	ОПК-2	Лабораторные работы №1-2.
2.	Модели КГ		
2.1.	Графические примитивы для двухмерной графики.		Лабораторные работы №1-2.
2.2.	Моделирование трехмерных геометрических объектов.	ОПК-2, ПК-4.2	Лабораторная работа №3
2.3.	Полигональные сетки.		
2.4.	Методы закраски.		
Промежуточный контроль			
	зачет	ОПК-2, ПК-4.2	Лабораторные работы №1-3 (отчёт).
Всего:			

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.2.1. Зачет

Зачет (промежуточный контроль) выставляется по результатам выполнения трёх лабораторных работ (текущий контроль). Итоговая оценка по курсу включает в себя оценки за лабораторные работы и отчёт по ним.

Оценка отчета по лабораторным работам

Оценка (баллы)	Критерии оценки
Отлично 30–40	Наличие всех необходимых структурных элементов отчета, полное исчерпывающее изложение результатов работы, изложение грамотным четким и ясным языком, соблюдение правил оформления
Хорошо 25–29	Наличие всех необходимых структурных элементов отчета, полное изложение результатов работы, наличие незначительного числа опечаток, синтаксических ошибок и погрешностей в стиле изложения, незначительные нарушения правил оформления

Удовлетворительно 20–24	Наличие всех необходимых структурных элементов отчета, полное изложение результатов работы, наличие опечаток, синтаксических ошибок и погрешностей в стиле изложения, нарушение правил оформления
Неудовлетворительно 0–19	Отсутствие всех необходимых структурных элементов отчета, неполное изложение результатов работы, наличие большого числа опечаток, синтаксических ошибок, слабый стиль изложения, грубые нарушения правил оформления

6.2.2. Типовые задания к лабораторной работе №1

а) типовые задания - образец:

Анимация построения кубической кривой Безье средствами API холста HTML5 (см. пример: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кривая_Безье)

б) Критерии и шкала оценивания:

Оценка (баллы)	Критерии оценки
Отлично 14-15	Лабораторная работа выполнена в срок. Собеседование по лабораторной работе показало владение теоретическим материалом и свободное использование терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Хорошо 12-13	Лабораторная работа выполнена с небольшой задержкой (не более недели). Собеседование по лабораторной работе показало владение теоретическим материалом и свободное использование терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Удовлетворительно 10-11	Собеседование по лабораторной работе показало слабое владение теоретическим материалом и затруднения в использовании терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Неудовлетворительно 0–9	Либо лабораторная работа не выполнена, либо обнаружено полное непонимание разработанной процедуры.

6.2.3. Типовые задания к лабораторной работе №2

а) типовые задания - образец:

Анимация построения кубической кривой Безье средствами масштабируемой векторной графики (см. пример: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кривая_Безье)

б) Критерии и шкала оценивания:

Оценка (баллы)	Критерии оценки
Отлично 14-15	Лабораторная работа выполнена в срок. Собеседование по лабораторной работе показало владение теоретическим материалом и свободное использование терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.

Хорошо 12-13	Лабораторная работа выполнена с небольшой задержкой (не более недели). Собеседование по лабораторной работе показало владение теоретическим материалом и свободное использование терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Удовлетворительно 10-11	Собеседование по лабораторной работе показало слабое владение теоретическим материалом и затруднения в использовании терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Неудовлетворительно 0–9	Либо лабораторная работа не выполнена, либо обнаружено полное непонимание разработанной процедуры.

6.2.4. Типовые задания к лабораторной работе №3

а) типовые задания - образец:

Средствами библиотеки *Threejs* построить поверхность Дини (см. страницу https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхность_Дини)

б) Критерии и шкала оценивания:

Оценка (баллы)	Критерии оценки
Отлично 35-40	Лабораторная работа выполнена в срок. Собеседование по лабораторной работе показало владение теоретическим материалом и свободное использование терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Хорошо 30-34	Лабораторная работа выполнена с небольшой задержкой (не более недели). Собеседование по лабораторной работе показало владение теоретическим материалом и свободное использование терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Удовлетворительно 20-29	Собеседование по лабораторной работе показало слабое владение теоретическим материалом и затруднения в использовании терминологии при объяснении работы разработанной процедуры.
Неудовлетворительно 0–19	Либо лабораторная работа не выполнена, либо обнаружено полное непонимание разработанной процедуры.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Лабораторная работа №1	10	15
	Лабораторная работа №2	10	15
	Контрольная точка № 2		
	Лабораторная работа №3	20	30
Промежуточный	Зачет		
	Отчет по лабораторным работам	20	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания:

Лабораторные работы сдаются в компьютерном классе с демонстрацией разработанного кода и его исполнения. Если работа сдается в срок и в ней имеются недостатки, то допускается их устранение и повторная сдача работы (с целью получения более высокого балла).

Отчет по лабораторным работам предоставляется преподавателю в электронном виде до дня проведения зачета.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Косников Ю.Н. Геометрические преобразования в компьютерной графике: Конспект лекций. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. – 49 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/898/72898>)
2. Лихачев В.Н. Создание графических моделей с помощью Open Graphics Library. 2011 г. (электронный курс, режим доступа – <http://www.intuit.ru/studies/courses/2313/613/info>)
3. Основы построения 3-х мерных сцен с использованием библиотеки DirectX: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Компьютерная графика" / Сост. Л.А. Макушкина, И.А. Макушкин; Волгоград. гос. техн. ун-т. - Волгоград, 2011. - 37с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/301/78301>)

4. Аксонометрия и тени в аксонометрии: методические указания к самостоятельной работе студентов /сост.: В.И. Чурбанов, А.Ю. Лапшов, Л.Л. Сидоровская. - Ульяновск: УлГТУ, 2011. - 48 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/235/77235>)

б) дополнительная учебная литература:

1. Музыченко В. Л. Самоучитель компьютерной графики: Русские и английские версии программ: учеб. пособие/ В. Л. Музыченко, О. Ю. Андреев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: NT Press: Триумф, 2007. – 432 с.
2. Гурский Ю. А. Компьютерная графика: Photoshop CS2, CorelDRAW X3, Illustrator CS2/ Ю. А. Гурский, И. В. Гурская, А. В. Жвалевский. – СПб.: Питер, 2006. – 812 с.
3. Магазанник В. Д. Человеко-компьютерное взаимодействие : учеб. пособие для студ. вузов/ В. Д. Магазанник. – М.: Логос, 2007
4. Сиденко Л. А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование : учеб. пособие/ Л. А. Сиденко. – СПб.: Питер, 2009. – 224 с.
5. Фоли Дж., Вэн Дэм А., Основы интерактивной машинной графики. Кн. 1,2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
6. Шикин Е.В. , Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. – М.: Диалог-МИФИ, 1994.
7. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. – М.: Диалог-МИФИ, 1999.
8. Иванов В.П., Батраков А.С. Трехмерная компьютерная графика. – М.: Радио и связь, 1995.
9. Краснов М. В. OpenGL графика в проектах Delphi. – Киев: БХВ, 2000.
10. Уилтон Р. Видеосистемы персональных компьютеров IBM PC и PS/2. Руководство по программированию. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1994.
11. Ярмола Ю.А. Компьютерные шрифты. – СПб.: БХВ-Санкт Петербург, 1994.
12. Казанцев А.В. Основы компьютерной графики: Часть 1. Математический аппарат компьютерной графики. – Казань: Казанский гос. ун-т, 2001. – 62 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/448/37448>)
13. Казанцев А.В. Основы компьютерной графики для программистов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – 94 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/442/37442>)
14. Васильев В.Е., Морозов А.В. Компьютерная графика: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2005. – 101 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/140/25140>)
15. Хайдаров Г.Г. Примеры выполнения самостоятельных работ по компьютерной геометрии и графике: Методические указания к самостоятельным работам. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 52 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/842/27842>)
16. Введение в цифровую обработку сигналов (математические основы). Методическое пособие. – М.: Лаборатория компьютерной графики и мульти-

- медиа, МГУ, 2002. – 44 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/999/23999>)
17. Чириков С.В. Алгоритмы компьютерной графики (методы растрирования кривых). Учебное пособие. – СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2001. – 120 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/960/23960>)
 18. Гусарова Н.Ф., Дорогов Ю.В., Иванов Р.В., Маятин А.В. Издательские системы. Компьютерная издательская графика: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – 48 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/602/41602>)
 19. Косников Ю.Н. Поверхностные модели в системах трехмерной компьютерной графики. Учебное пособие. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2007. – 60 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/947/53947>)
 20. Васильев С.А. OpenGL. Компьютерная графика: Учебное пособие. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2005. – 80 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/985/37985>)
 21. Баяковский Ю.М., Игнатенко А.В., Фролов А.И. Графическая библиотека OpenGL. Учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во ВМиК МГУ, 2003. – 132 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/003/24003>)
 22. Ильина О.В., Бондарева К.Ю. Цветоведение и колористика: учебное пособие / ГОУ ВПО СПбГТУРП. – СПб., 2008. – 120 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/389/76389>)
 23. Ечкина Е.Ю., Базаров С.Б., Иновенков И.Н. Визуализация в научных исследованиях: Учебно-методическое пособие для студентов 4 курса. – М.: 2006. – 60 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/253/63253>)
 24. Хайдаров Г.Г., Тозик В.Т. Компьютерные технологии трехмерного моделирования: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 80 с. (электронный ресурс, режим доступа – <http://window.edu.ru/resource/426/70426>)
 25. Турлапов В.Е., Туголепов Д.К. Компьютерная графика в инженерном анализе и научной визуализации. 2010 г. (электронный курс, режим доступа – <http://www.intuit.ru/studies/courses/587/443/info>)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Материалы открытой энциклопедии Wikipedia // Корневая URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_графика
2. Ресурсы портала «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» / Раздел «Компьютерная графика и мультимедиа» // URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6.9
3. Ресурсы электронно-библиотечной системы Центра информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ // URL: www.library.mephi.ru (по подписке)

4. Ресурсы научной электронной библиотеки elibrary.ru // URL: www.elibrary.ru (по подписке)
5. Ресурсы электронно-библиотечной системы издательства «Лань» // URL: www.e.lanbook.com (по подписке)
6. Ресурсы электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий // URL: www.iqlib.ru (по подписке)
7. Материалы по основам библиотеки Threejs сайта <https://threejsfundamentals.org/threejs/lessons/ru/threejs-fundamentals.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии и лабораторной работе. Уделить внимание следующим понятиям: терм, свободная и связанная переменная, унификация, конкретизация, входящая и исходящая рекурсии, поиск с возвратом, отсечение, вынуждаемый возврат.
Контрольная работа / индивидуальные задания	Попрактиковаться в решении задач.
Практикум / лабораторная работа	При выполнении лабораторных работ необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.
Подготовка к экзамену (зачету)	Попрактиковаться в решении задач.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень программного обеспечения

1. Последние версии современных браузеров (Firefox, Chrome, Opera и пр.).

2. Система помощи и программная документация от производителя Threejs.
3. Набор примеров с сайта производителя.

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

Класс персональных ЭВМ, видеопроектор, текстовый редактор Microsoft Word для подготовки отчетов.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Часов в интерактивной форме – 16.

В ходе выполнения заданий на лабораторные работы производится обсуждение возможных вариантов решения. Под вариантом решения понимается выбранный метод моделирования, необходимые примитивы (для двухмерной графики) и классы геометрий (для трёхмерной графики). После решения (выполнения работы) обсуждается эффективность полученного решения.

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Основным критерием для самопроверки является умение решать задачи геометрического моделирования, поэтому в качестве самопроверки следует использовать варианты задач для лабораторных работ. Правильность решения проверяется учащимся непосредственно в используемом им браузере.

12.3. Краткий терминологический словарь

Компьютерная графика – инженерная дисциплина, которая изучает приёмы, методы и алгоритмы создания, хранения и обработки описаний объектов и их изображений.

Растр – прямоугольная матрица, состоящая из отдельных строк, каждая строка – из точек, точки называются ячейками изображения (пикселами).

Мировые координаты – система координат, которая связана с задачей пользователя.

Текущее положение – координаты абстрактного пишущего узла в мировом координатном пространстве. Текущее положение позволяет сокращать количество параметров, и координаты можно указывать как абсолютные, так и относительно текущего положения.

Окно – прямоугольная область в мировом координатном пространстве, которое ограничивает видимую часть изображения.

Видовая операция – Процесс отображения окна на поле вывода и отсечение примитивов, называется видовой операцией.

Видовая поверхность – поверхность, на которой формируется изображение (чаще всего экран дисплея).

Мировые координаты – система координат связанная с задачей.

Физические координаты – система координат, связанная с физическим устройством.

Сегмент изображения – логически замкнутая независимая часть изображения.

Примитив – обращение к некоторой функции простого графического пакета.