

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ВМ и ПИТ


Леденева Т.М.

21.04.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Вычислительная геометрия

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

01.04.02 Прикладная математика и информатика

2. Профиль подготовки/специализация: Математические основы и программирование компьютерной графики

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий

6. Составители программы: Корзунина В. В., к.т.н., доцент

7. Рекомендована: научно-методическим советом факультета ПММ 15.04.2022, протокол №8

8. Учебный год: 2022-2023

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины «Вычислительная геометрия» – сформировать у обучающихся знания основных задач вычислительной геометрии как математической основы компьютерного моделирования и визуализации, способность к разработке алгоритмических решений, а также навыки анализа научно-технической информации по тематике разделов вычислительной геометрии, компьютерного моделирования и организации исследований с последующим оформлением результатов.

Задачи курса: ознакомление обучающихся с основными постановками задач вычислительной геометрии, их связью с математическими моделями и алгоритмами компьютерной графики; формирование навыков решения задач с использованием базовых методов вычислительной геометрии; ознакомление обучающихся с современными алгоритмами решения основных задач вычислительной геометрии; формирование навыков поиска и анализа информации при проведении исследований по разработке и модификации моделей и алгоритмов вычислительной геометрии, а также обоснования и выбора подходящего метода решения прикладной задачи.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Вычислительная геометрия» входит в блок Б1 программы магистратуры, в часть, формируемую

участниками образовательных отношений и относится к магистерской программе «Математические основы и программирование компьютерной графики» и изучается во 2 семестре. Данный курс непосредственно связан с дисциплиной «Математические и алгоритмические основы компьютерной графики», изучаемой в рамках программы подготовки магистра. Изучение данного курса базируется на знании студентами материала дисциплин «Аналитическая геометрия», «Информатика и программирование», «Численные методы», изучаемых в рамках программы подготовки бакалавра по направлениям физико-математических наук.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации, результатов исследований	ПК-1.3	Выбирает методы решения поставленной задачи с учетом имеющихся ресурсов, а также теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	<p>Знать: основные задачи и области применения базовых методов вычислительной геометрии, их достоинства и недостатки</p> <p>Уметь: выбирать методы вычислительной геометрии с учетом имеющихся ресурсов</p> <p>Владеть: навыками теоретического обобщения научных данных, полученных из технической литературы по тематике вычислительной геометрии</p>
ПК-3	Способен обрабатывать, интерпретировать, оформлять и представлять профессиональному обществу результаты проведенных исследований	ПК-3.2	Интерпретирует полученные результаты исследований, делает выводы, разрабатывает рекомендации	<p>Знать: современные методы анализа и интерпретации полученных результатов исследований по тематике вычислительной геометрии</p> <p>Уметь: на основе проведенной исследовательской работы в области вычислительной геометрии делать выводы и разрабатывать рекомендации для профессионального общества</p> <p>Владеть: навыками обработки, интерпретации и обобщения материалов по вычислительной геометрии с их возможным последующим использованием в подготовке научных публикаций</p>
ПК-4	Способен применять математические и компьютерные методы для решения задач трехмерного моделирования и визуализации	ПК-4.2	Использует математические методы для решения задач трехмерного моделирования и визуализации	<p>Знать: основные понятия теории численных методов, основные численные методы алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений</p> <p>Уметь: применять изученные инструменты численных методов для решения задач трехмерного моделирования и визуализации</p> <p>Владеть: современным инструментарием решения задач трехмерного моделирования и визуализации</p>
		ПК-4.3	Применяет методы визуализации вычислительного эксперимента в прикладных задачах с	<p>Знать: основные принципы построения и применения эффективных численных алгоритмов для решения прикладных задач и визуализации вычислительного эксперимента</p> <p>Уметь: выбирать методы визуализации</p>

			использованием современной научной графики	<p>вычислительного эксперимента применительно к поставленной прикладной задаче</p> <p>Владеть: навыками работы с современной научной графикой при решении прикладных задач трехмерного моделирования и визуализации</p>
--	--	--	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			1 семестр	2 семестр	...
Контактная работа					
в том числе:	лекции	16	-	16	
	практические	16	-	16	
	лабораторные	16	-	16	
	курсовая работа	0	-	0	
Самостоятельная работа		60	-	60	
Промежуточная аттестация		36	-	36	
Итого:		144		144	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Аналитическая геометрия и элементы дифференциальной геометрии на плоскости	Модели прямой линии, уравнения конических сечений. Касательная, нормаль, кривизна плоской кривой. Взаимное расположение графических элементов на плоскости	Вычислительная геометрия второй семестр
1.2	Проектирование кривых	Параметрические сплайны. Составные кривые. В-сплайны. Кривые Безье	Вычислительная геометрия второй семестр
1.3	Сглаживание. Методы изогометрической аппроксимации	Сглаживание кубическими сплайнами. Монотонная и выпуклая интерполяция обобщёнными сплайнами	Вычислительная геометрия второй семестр
1.4	Методы планарной триангуляции	Алгоритм «выравнивание – выемка», алгоритм Рапперта. Триангуляция Делоне	Вычислительная геометрия второй

			семестр
2. Практические занятия			
2.1	Аналитическая геометрия и элементы дифференциальной геометрии на плоскости	Модели прямой линии, уравнения конических сечений. Касательная, нормаль, кривизна плоской кривой. Взаимное расположение графических элементов на плоскости	Вычислительная геометрия второй семестр
2.2	Проектирование кривых	Параметрические сплайны. Составные кривые. B-сплайны. Кривые Безье	Вычислительная геометрия второй семестр
2.3	Сглаживание. Методы изогометрической аппроксимации	Сглаживание кубическими сплайнами. Монотонная и выпуклая интерполяция обобщёнными сплайнами	Вычислительная геометрия второй семестр
2.4	Методы планарной триангуляции	Алгоритм «выравнивание – выемка», алгоритм Рапперта. Триангуляция Делоне	Вычислительная геометрия второй семестр
3. Лабораторные занятия			
3.1	Аналитическая геометрия и элементы дифференциальной геометрии на плоскости	Взаимное расположение графических элементов на плоскости	Вычислительная геометрия второй семестр
3.2	Проектирование кривых	Параметрические сплайны	Вычислительная геометрия второй семестр
3.3	Сглаживание. Методы изогометрической аппроксимации	Сглаживание кубическими сплайнами	Вычислительная геометрия второй семестр
3.4	Методы планарной триангуляции	Алгоритм «выравнивание – выемка», алгоритм Рапперта. Триангуляция Делоне	Вычислительная геометрия второй семестр

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Аналитическая геометрия и элементы дифференциальной геометрии на плоскости	4	4	2	15	25
2	Проектирование кривых	4	4	2	15	25
3	Сглаживание. Методы изогометрической аппроксимации	4	4	6	15	29
4	Методы планарной триангуляции	4	4	6	15	29
	Итого:	16	16	16	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины «Современные алгоритмы вычислительной математики» студент должен **регулярно** работать с конспектами лекций и предложенной лектором литературой, активно работать на практических занятиях, выполнять домашние задания, своевременно выполнять лабораторные задания, посещать консультации в случае возникновения вопросов и затруднений. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Митин А. И. Компьютерная графика / А.И. Митин; Н.В. Свертилова - 2-е изд., стереотип. - М. Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 252 с. Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443902
2	Колесниченко Н.М. Инженерная и компьютерная графика: Учебное пособие / Н.М. Колесниченко, Н.Н. Черняева. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 236 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/108669

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е. А. Никулин. — СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2003. — 550 с.
2	Порев В. Компьютерная графика : учеб. пособие / В. Порев. — СПб. [и др.] : БХВ-Петербург, 2002. — 428 с.
3	Шикин Е. В. Компьютерная графика. Полигональные модели : учеб. пособие / Е. В. Шикин, А. В. Боресков. — М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. — 461 с.
4	Сиденко Л. А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование : учеб. пособие / Л. А. Сиденко. — СПб. : Питер, 2010. — 224 с.
5	Квасов Б. И. Методы изогометрической аппроксимации сплайнами / Б. И. Квасов. — Москва : Физматлит, 2006. — 360 с.
6	Препарата Ф. Вычислительная геометрия : введение / Ф. Препарата, М. Шеймос. — Москва : Мир, 1989. — 478 с.
7	Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ / М. Ласло. — Москва : БИНОМ, 1997. — 301 с.
8	Фокс А. Д. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве / А. Д. Фокс, М. Пратт. — Москва : Мир, 1982. — 304 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ
2.	Перемитина Т. О. Компьютерная графика : учеб. пособие / Т. О. Перемитина. — Томск : Эль Контент, 2012. — 144 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208688
3.	Вычислительная геометрия второй семестр / В. В. Корзунина. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.moodle.ru .

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Васильев, С.А. Компьютерная графика и геометрическое моделирование в информационных системах : учебное пособие : в 2 ч. / С.А. Васильев ; Тамбовский государственный технический университет. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. — Ч. 2. — 82 с. Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445059

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Вычислительная геометрия второй семестр», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедиа оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). ОС Windows 10, интернет-браузер (Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (LibreOffice), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Аналитическая геометрия и элементы дифференциальной геометрии на плоскости	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.3, ПК-3.2, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
2.	Проектирование кривых	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.3, ПК-3.2, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
3.	Сглаживание. Методы изогометрической аппроксимации	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.3, ПК-3.2, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
4.	Методы планарной триангуляции	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.3, ПК-3.2, ПК-4.2, ПК-4.3	Лабораторные работы
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				<i>Перечень вопросов Практическое задание</i>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Определение плоскости, наименее удалённой от совокупности точек.

Входные параметры:

$(x_i, y_i, z_i), i=1 \div N$ – координаты точек.

Выходные параметры:

A, B, C, D – коэффициенты уравнения плоскости;

код завершения

$IER = \{0, \text{плоскость определена } 1, \text{плоскость не определяется однозначно}\}$.

Лабораторная работа № 2. Определение прямой, наименее удалённой от совокупности точек.

Входные параметры:

$(x_i, y_i), i=1 \div N$ – координаты точек.

Выходные параметры:

A, B, C – коэффициенты уравнения прямой;

код завершения

$IER = \{0, \text{прямая определена } 1, \text{прямая не определяется однозначно}\}$.

Предусмотреть графическое представление результатов.

Лабораторная работа № 3. Построение выпуклой оболочки методом Кушнеренко.

Входные параметры:

$(x_i, y_i), i=1 \div N$ – координаты точек.

Выходные параметры:

$(x_i, y_i), i=1 \div N$ – координаты точек выпуклой оболочки, занумерованные в порядке следования вдоль оболочки против часовой стрелки;

S – площадь выпуклой оболочки;

P – периметр выпуклой оболочки;

IER – код завершения.

Предусмотреть графическое представление результатов.

Лабораторная работа № 4. Равномерное по длине дуги разбиение кривой, заданной дискретными точками с помощью кубических параметрических сплайнов.

Входные параметры:

$(x_i, y_i, z_i), i=1 \div N$ – точки в порядке следования вдоль кривой;

M – количество точек равномерного разбиения по длине дуги.

Выходные параметры:

$(x_i, y_i, z_i), i=1 \div M$ – точки равномерного разбиения;

IER – код завершения.

Предусмотреть графическое представление результатов.

Лабораторная работа № 5. Построение гладкой поверхности над прямоугольной областью по девяти точкам в виде набора x, y – сечений с постоянным шагом.

Замечание. Прямоугольная область задаётся габаритами a, b . Если угловые точки $(0, 0), (a, 0), (a, b), (0, b)$, точки $(x_i, y_i), i=1 \div 4$ лежат на соответствующих сторонах прямоугольной области, а точка (x_5, y_5) находится внутри области, то значения координаты z указанных девяти точек однозначно определяют гладкую каркасную поверхность, построенную с использованием аппарата обобщённых парабол.

Входные параметры:

a, b – габариты области; $(x_i, y_i), i=1 \div 5$ – координаты точек;

$h_i, i=1 \div 9$ – значения z – координат опорных точек поверхности;

NX, NY – количество сечений по x, y .

Выходные параметры:

файл со значениями координат точек поверхности.
 Предусмотреть графическое представление результатов.

Лабораторная работа № 6. Построение выпуклой оболочки методом Грэхема.

Входные параметры:

$(x_i, y_i), i=1 \div N$ – координаты точек.

Выходные параметры:

$(x_i, y_i), i=1 \div N$ – координаты точек выпуклой оболочки, занумерованные в порядке следования вдоль оболочки против часовой стрелки;

S – площадь выпуклой оболочки;

P – периметр выпуклой оболочки;

IER – код завершения.

Предусмотреть графическое представление результатов.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Собеседование по экзаменационным билетам

Вариант экзаменационного билета:

1. Выписать уравнение прямой левой ориентации, проходящей через точку $r\bar{0}$ ортогонально вектору N .
2. Когда прямые $\bar{r}=r\bar{0}+\lambda\tau\bar{0}$ и $\bar{r}=r\bar{1}+\mu\tau\bar{1}$ совпадают?
3. Расстояние от точки $r\bar{1}$ до плоскости $(\bar{r}-r\bar{0})N=0$.
4. Выписать общее уравнение пучка конических сечений, проходящих через четыре заданные точки $(x_i, y_i), i=1 \div 4$.
5. Последовательность точек $(x_i, y_i), i=1 \div N$ задаёт выпуклый многоугольник. Какова его площадь?
6. $(x_i, y_i, z_i), i=1 \div 4$ – вершины тетраэдра. Выписать в векторном виде его объём.
7. Привести алгоритм принадлежности точки треугольнику.
8. Идея окружностного способа вычисления касательных 3D-кривых.
9. Заданы точки $(x_i, y_i, z_i), i=1 \div 4$, проверить их принадлежность одной плоскости.
10. Проекция точки $r\bar{1}$ на плоскость $(\bar{r}-r\bar{0})N=0$.

Критерии оценивания собеседования по экзаменационным билетам:

Отлично	10 правильно выполненных заданий, выполнение плана практических и лабораторных занятий, отличное владение теорией и решение задач не ниже хорошего уровня; или отличное решение задач и владение теорией не ниже хорошего уровня
Хорошо	если выполнено не менее 8 заданий, выполнение плана практических и лабораторных занятий, владение теорией не ниже хорошего уровня и решение задач не ниже удовлетворительного уровня; или владение теорией не ниже удовлетворительного уровня и решение задач не ниже хорошего уровня
Удовлетворительно	если выполнено не менее 5 заданий, неполное выполнение плана практических и лабораторных занятий, удовлетворительное владение теорией и удовлетворительное решение задач
Неудовлетворительно	если правильно выполнено меньше 5 заданий, невыполнение плана практических или лабораторных занятий; или неудовлетворительное владение теорией; или неудовлетворительное решение задач