

УТВЕРЖАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«30» июня 2020 г.

Регистрационный № УД- 9478 /уч.

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1–31 03 08 Математика и информационные технологии (по направлениям)

Направления специальности:

1-31 03 08-01 Веб-программирование и интернет-технологии

1-31 03 08-02 Математическое и программное обеспечение мобильных
устройств

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 08-2014 от 09.07.2014 и учебных планов № G31-195/уч., № G31-196/уч., G31и-207/уч., № G31з-197/уч., № G31з-198/уч., № G31з-199/уч., № G31з-200/уч. от 30.05.2014г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Денис Владимирович Вылегжанин – доцент кафедры геометрии, топологии и методики преподавания математики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Владимир Владимирович Шлыков – профессор кафедры математики и методики преподавания математики физико-математического факультета БГПУ, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой геометрии, топологии и методики преподавания математики
(протокол № 11 от 14.05.2020)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 17.06.2020)

Зав. кафедрой геометрии, топологии
и методики преподавания математики



Д.Ф. Базылев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование современных представлений об основных геометрических методах и алгоритмах, которые широко используются в теоретических и многих прикладных разделах математики.

Задачи учебной дисциплины:

1. Изучение основ вычислительной геометрии.
2. Изучение математических основ компьютерной графики.
3. Применение методов вычислительной геометрии и математических методов компьютерной графики для исследования и решения прикладных проблем.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебная дисциплина связана с фундаментальным курсом «Геометрия» «Алгебра».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Вычислительная геометрия и компьютерная графика» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

Академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Социально-личностные компетенции:

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

ПК-1. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области математики и информационных технологий.

ПК-2. Осуществлять выбор оптимального варианта проведения научно-исследовательских работ, в том числе экспериментальных.

ПК-3. Использовать и развивать современные достижения информационных технологий, в том числе в области математики.

ПК-4. Самостоятельно работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой, в том числе с доступной в компьютерных сетях.

ПК-5. Проводить исследования в области решения научно-производственных задач и оценивать эффективность таких решений.

ПК-9. Применять в производственной и научной деятельности основные законы и методы естественнонаучных дисциплин.

ПК-14. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-17. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-18. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основные математические конструкций, алгоритмы и методы вычислительной геометрии и компьютерной графики;

уметь: решать прикладные задачи используя геометрические алгоритмы и методы;

владеть: основными алгоритмами и геометрическими преобразованиями для решения задач вычислительной геометрии и компьютерной графики.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 4-м семестре очной (дневной) формы обучения; в 5-6-м семестре заочной формы обучения и в 3-4-м семестре заочной сокращенной формы обучения. Всего на изучение учебной дисциплины «Вычислительная геометрия и компьютерная графика» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 138 часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

– для заочной и заочной сокращенной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 16 аудиторных часов, из них: лекции – 8, практические занятия – 4 часа, лабораторные занятия – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Вычислительная геометрия

Тема 1.1. Предмет изучения вычислительной геометрии.

Объект изучения. Основные типы задач вычислительной геометрии. Обзор литературных источников.

Тема 1.2. Задачи локализации точки.

Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник и др.). Определение взаимного положения двух отрезков. Алгоритмы локализации точки относительно выпуклого многоугольника. Алгоритмы локализации точки относительно произвольного многоугольника. Анализ сложности алгоритмов.

Тема 1.3. Выпуклые оболочки.

Основные определения. Метод прохода Грехэма. Метод обхода Джарвиса. Метод QuickHull. Анализ сложности алгоритмов.

Тема 1.4. Взаимное расположение геометрических элементов на плоскости.

Алгоритмы Sweep-line (выметающая прямая). Алгоритмы определения пересечения отрезка и полигона. Алгоритмы определения пересечения двух полигонов. Поиск пары ближайших точек. Определение наличия пересекающихся отрезков в множестве отрезков.

Тема 1.5. Триангуляция.

Понятие триангуляции. Триангуляция Делоне. Диаграммы Вороного. Некоторые алгоритмы построения диаграммы Вороного. Некоторые алгоритмы триангуляции.

Раздел 2. Математические основы компьютерной графики

Тема 2.1. Проекции.

Виды проекций. Методы построения параллельной и центральной проекций.

Тема 2.2. Использование кватернионов для описания геометрических преобразований.

Понятие кватерниона и основные операции. Запись вращений и симметрий с использованием кватернионов и ортогональных матриц. Сравнительный анализ.

Тема 2.3. Сплаины. Кривые Безье.

Сплайн Эрмита. Кубический сплайн. Функции Бернштейна. Алгоритм Де Кастелье. Геометрический смысл алгоритма Де Кастелье.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	8		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Вычислительная геометрия	18	8		8				
1.1.	Предмет изучения вычислительной геометрии	2					1	Опрос	
1.2.	Задачи локализации точки	4	2		2		1	Отчет по практической работе Отчет по лабораторной работе Опрос	
1.3.	Выпуклые оболочки	4	2		2			Отчет по практической работе Отчет по лабораторной работе	
1.4.	Взаимное расположение геометрических элементов на плоскости	4	2		2			Отчет по практической работе Отчет по лабораторной работе	
1.5.	Триангуляция	4	2		2		1	Отчет по практической работе Отчет по лабораторной работе	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная и заочная сокращенная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Вычислительная геометрия	5	2		2		
1.1.	Предмет изучения вычислительной геометрии	1					
1.2.	Задачи локализации точки	1	1				Отчет по практической работе
1.3.	Выпуклые оболочки	1	1				Отчет по практической работе
1.4.	Взаимное расположение геометрических элементов на плоскости	1			1		Отчет по лабораторной работе
1.5.	Триангуляция	1			1		Отчет по лабораторной работе
2.	Математические основы компьютерной графики	3	2		2		
2.1.	Проекции	1			1		Отчет по лабораторной работе
2.2.	Использование кватернионов для описания геометрических преобразований	1	1				Отчет по практической работе
2.3.	Сплайны. Кривые Безье	1	1		1		Отчет по практической работе

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная и заочная сокращенная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Иное	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Вычислительная геометрия	5	2		2			
1.1.	Предмет изучения вычислительной геометрии	1						
1.2.	Задачи локализации точки	1	1					Отчет по практической работе
1.3.	Выпуклые оболочки	1	1					Отчет по практической работе
1.4.	Взаимное расположение геометрических элементов на плоскости	1			1			Отчет по лабораторной работе
1.5.	Триангуляция	1			1			Отчет по лабораторной работе
2.	Математические основы компьютерной графики	3	2		2			
2.1.	Проекции	1			1			Отчет по лабораторной работе
2.2.	Использование кватернионов для описания геометрических преобразований	1	1					Отчет по практической работе
2.3.	Сплайны. Кривые Безье	1	1		1			Отчет по практической работе

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Т. Кормен, Ч. Лайзерсон, Р. Ривест, К. Штайн, Алгоритмы построение и анализ (второе издание), Издательский дом «Вильямс», 2005, 1291 с.
2. Ф.Препарата, М.Шеймос, Вычислительная геометрия: Введение, Москва «Мир», 1989, 480с.
3. Е.А. Никулин, Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики, Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2003, 560 с.
4. Н.Н. Голованов Геометрическое моделирование, Москва: «Физматлит», 2002, 472 с.
5. М. Ласло, Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++, Москва: «БИНОМ», 1997, 304 с.
6. Отфрид Чеонг, Марк ван Кревельд, Марк де Берг, Марк Овермарс, Вычислительная геометрия. Алгоритмы и приложения, «ДМК-Пресс», 2017, 438 с.

Перечень дополнительной литературы

1. А.В. Скворцов. Триангуляция Делоне и ее применение. - Томск.: Издательство Том. Ун-та, 2002, 128 с.
2. М.М. Постников. Аналитическая геометрия. - М.: «Наука», 1973.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Контроль освоения практических навыков осуществляется в форме отчетов.

Формой текущей аттестации по дисциплине учебным планом предусмотрен – экзамен.

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (постановление №53 от 29.05.2012 г.).
2. Положение о рейтинговой системе БГУ приказ ректора № 189-ОД от 31.03.2020.
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- Отчет по практическим работам — 40%
- Отчет по лабораторным работам — 40%
- Опрос темам УСР— 20%

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 30 %, экзаменационная оценка – 70 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1.1. Предмет изучения вычислительной геометрии (1 час)

Оценить количество операций (сложность) для «Лучевого теста».

Форма контроля – опрос.

Тема 1.2. Задачи локализации точки (1 час)

Оценить количество операций (сложность) для «Лучевого теста».

Форма контроля – опрос.

Тема 1.5. Триангуляция (1 час)

Указать наиболее оптимальные способы проверки условия Делоне.

Форма контроля – опрос.

Тема 2.2. Использование кватернионов для описания геометрических преобразований (1 час)

Описать с помощью кватернионов поворот на заданный угол вокруг оси OZ.

Форма контроля – опрос.

Примерная тематика лабораторных занятий

Занятие № 1. Взаимное расположение отрезков.

Занятие № 2. Лучевой тест.

- Занятие № 3. Угловой тест в реализации через октаны.
Занятие № 4. Алгоритм Грехэма.
Занятие № 5. Алгоритм Джарвиса.
Занятие № 6. Quick Hull.
Занятие № 7. Динамическая выпуклая оболочка.
Занятие № 8. Алгоритм Цируса-Бека.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы: – поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса; – выполнение домашнего задания; – работы, предусматривающие решение задач и выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях; – изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Методы определения взаимного расположения точек и прямых.
2. Методы определения взаимного расположения отрезков.
3. Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник и др.). Алгоритмы локализации точки относительно выпуклого многоугольника. Анализ сложности алгоритмов.
4. Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник и др.). «Лучевой тест» локализации точки относительно произвольного многоугольника. Анализ сложности алгоритмов.
5. Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник и др.). «Угловой тест» локализации точки относительно произвольного многоугольника. Анализ сложности алгоритмов.

6. Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник, выпуклая оболочка и др.). Метод прохода Грехэма. Анализ сложности алгоритма.
7. Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник, выпуклая оболочка и др.). Метод обхода Джарвиса. Анализ сложности алгоритма.
8. Основные определения (многоугольник, простой многоугольник, выпуклый многоугольник, выпуклая оболочка и др.). Метод Quick Hull. Анализ сложности алгоритма.
9. Алгоритм динамического построения выпуклой оболочки.
10. Алгоритм нахождения диаметра конечного множества точек. Анализ сложности алгоритма.
11. Алгоритм определения взаимного расположения отрезка и многоугольника. Внутренние и внешние отсечения сторон. Анализ сложности алгоритмов.
12. Алгоритм о отсечения отрезка по границам выпуклого многоугольника (алгоритм Цируса-Бека). Анализ сложности алгоритмов.
13. Пересечение выпуклого и простого многоугольников. Алгоритм Сазерленда-Ходжмана.
14. Алгоритм пересечения выпуклых многоугольников. Анализ сложности алгоритмов.
15. Алгоритм нахождения пары ближайших точек. Описание и анализ сложности алгоритма.
16. Определение наличия пересекающихся отрезков. Постановка задачи. Алгоритм Sweep-line (выметающая прямая). Особенности алгоритма. Анализ сложности алгоритма.
17. Диаграмма Вороного. Определения. Алгоритмы построения.
18. Триангуляция. Основные определения (триангуляция, оптимальная триангуляция, триангуляция Делоне и др.). Методы проверки условия Делоне.
19. Итеративные алгоритмы построения триангуляции. Основные определения (триангуляция, оптимальная триангуляция, триангуляция Делоне и др.).
20. Алгоритмы построения триангуляции типа «разделяй и властвуй». Основные определения (триангуляция, оптимальная триангуляция, триангуляция Делоне и др.).
21. Двухпроходные алгоритмы и алгоритмы прямого построения триангуляции Делоне. Основные определения (триангуляция, оптимальная триангуляция, триангуляция Делоне и др.)
22. Сплайн Эрмита
23. Кубический сплайн.
24. Кривые Безье. Функции Бернштейна. Свойства кривой Безье.
25. Алгоритм Де Кастелье. Геометрический смысл алгоритма Де Кастелье.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Алгоритмы и структуры данных	Кафедра веб-технологий и компьютерного моделирования	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 11 от 14.05.2020)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
