



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Институт математики и информационных технологий



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.О.05 Алгоритмы компьютерной математики

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки: Семантические технологии и многоагентные системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2023 г.

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ»

Рассматриваются основные задачи, модели, методы и алгоритмы в области вычислительной геометрии (Computational Geometry). Основными объектами при формулировке комбинаторных задач здесь являются такие базовые геометрические объекты (в основном на плоскости), как точки, линии, отрезки, многоугольники, планарные прямолинейные графы. Используются специфические для этой области структуры данных, а также методы и приёмы разработки алгоритмов. Излагаются методы и алгоритмы решения основных групп задач: построение выпуклой оболочки, геометрический поиск (методы локализации точки; методы регионального поиска, использующие квадродеревья и 2-D-деревья, деревья регионального поиска), построение диаграммы Вороного, триангуляция Делоне и др. Рассматриваются приложения и перспективы развития вычислительной геометрии.

SUBJECT SUMMARY

«COMPUTATIONAL MATHEMATICS ALGORITHMS»

Introduction to algorithms and data structures for combinatorial problems in computational geometry (for points, lines, polygons, and planar straight-line graphs). Analyzing algorithms. Data structures: concatenable queue (balanced trees, randomized search trees – “Treaps”), interval and segment trees, range tree, quad-tree, k-D-tree, double-connected-edge-list. . Basic problems: convex hulls, geometric searching (point location: slab method, chain method, triangulation refinement method, trapezoid method; range search: quad-tree method, k-D-tree method, range trees), , Delaunay , randomized algorithms. Applications. Architectural features of object-oriented software. Architectural domain design. Container class libraries. Types classes. Dynamic type identification. Management of visibility and scope of names.

Templates. Polymorphic container classes, iterators, applicators, manipulators. Numeric arrays. Models of exception handling. Assertion-based encapsulation, signals. Process control.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение основных задач комбинаторной вычислительной геометрии; основных геометрических понятий и фактов, лежащих в основе комбинаторных алгоритмов вычислительной геометрии.
2. Формирование умения самостоятельно составлять машинные алгоритмы и программы решения комбинаторных задач вычислительной геометрии на основе известных методов и алгоритмов.
3. В результате освоения дисциплины у студента должно быть сформировано знание: моделей вычислений, нижних оценок сложности и фактических сложностей основных комбинаторных алгоритмов вычислительной геометрии; специальных методов и структуры данных, применяемых при разработке комбинаторных алгоритмов вычислительной геометрии.
4. В результате изучения дисциплины студенты должны овладеть умением модифицировать известные алгоритмы, реализовывать структуры данных, повышающие эффективность комбинаторных алгоритмов вычислительной геометрии и оценивать сложность комбинаторных алгоритмов на основе теоретических (нижних) оценок, а также используя машинные эксперименты.
5. В результате изучения дисциплины студенты должны освоить оптимальные по сложности алгоритмы вычислительной геометрии, математические методы анализа сложности геометрических задач и алгоритмов, получить навыки в области применения алгоритмов вычислительной геометрии в информатике, программировании и прикладной математике.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Математические методы распознавания образов»
2. «Статистика случайных процессов»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соответствующих с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
<i>ОПК-1.1</i>	<i>Знает математические, естественнонаучные и социальноэкономические методы для использования в профессиональной деятельности</i>
<i>ОПК-1.2</i>	<i>Умеет решать нестандартные профессиональные задачи с применением математических, естественнонаучных знаний</i>
<i>ОПК-1.3</i>	<i>Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</i>
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
<i>ОПК-2.1</i>	<i>Знает современные математические методы решения прикладных задач</i>
<i>ОПК-2.2</i>	<i>Умеет обосновывать выбор либо необходимость реализации новых математических методов решения прикладных задач</i>
<i>ОПК-2.3</i>	<i>Знает принципы и основные современные методы решения задач управления в технических системах</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	КО, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Тема 1. Модели вычислений и сложность алгоритмов	1	2		8
3	Тема 2. Специальные структуры данных в комбинаторных геометрических задачах	2	4		8
4	Тема 3. Основные алгоритмы	2	4		8
5	Тема 4. Расширения и приложения	1	4		8
6	Тема 5. Введение в геометрический поиск	1	4		8
7	Тема 6. Задачи локализации точки	1	4		8
8	Тема 7. Задачи регионального поиска	2	2		8
9	Тема 8. Набор и решение задач о близости	2	6		8
10	Заключение	1			8
	Итого, ач	14	30	8	72
	Из них ач на контроль	0	0	0	54
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Исторический обзор. Содержание и форма проведения занятий. Связь с другими дисциплинами учебного плана.
2	Тема 1. Модели вычислений и сложность алгоритмов	Модели вычислений и абстрактные машины. Метод преобразования задач. Нижние и верхние оценки сложности. Деревья решений и нижние оценки сложности.
3	Тема 2. Специальные структуры данных в комбинаторных геометрических задачах	Структуры данных для работы с множествами: словарь, приоритетная очередь, сливаемая пирамида, сцепляемая очередь. Реализация сцепляемых очередей на базе АВЛ-деревьев. Рандомизированные двоичные деревья поиска и реализация на их основе сцепляемых очередей. Деревья отрезков. Определение, назначение, свойства, построение, операции. Представление планарных графов реберным списком с двойными связями (РСДС). Обход ребер, инцидентных вершине. Обход ребер вокруг грани.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Основные алгоритмы	Рандомизированный алгоритм построения выпуклой оболочки. Построение выпуклой оболочки в реальное время. Построение выпуклой оболочки в трехмерном пространстве.
5	Тема 4. Расширения и приложения	Алгоритмы аппроксимации выпуклой оболочки. Охватывающая оболочка. Оценка приближения. Выпуклая оболочка простого многоугольника. Алгоритм Ли. Задача о глубине множества и ее решение. Задача о диаметре множества точек. Нижняя оценка (связь с задачей о делимости множеств). Противоположные пары. Оптимальный алгоритм нахождения диаметра множества.
6	Тема 5. Введение в геометрический поиск	Виды поиска. Массовый и уникальный поиск. Задача локализации. Задача регионального поиска. Меры оценки алгоритмов поиска: время запроса, память, время предобработки, время корректировки. Пример решения задачи регионального поиска (подсчета) – метод локусов.
7	Тема 6. Задачи локализации точки	Принадлежность многоугольнику. Метод луча. Выпуклый многоугольник. Звездный многоугольник. Локализация точки на планарном подразбиении. Метод полос. Предобработка: алгоритм плоского заметания. Локализация. Метод цепей. Монотонные цепи. Полное множество монотонных цепей графа. Регулярный граф и построение полного множества его монотонных цепей. Регуляризация графа. Локализация в множестве монотонных цепей. Метод детализации триангуляции. Предобработка. Локализация. Анализ сложности. Метод трапеций (рекурсивный алгоритм). Метод трапеций Сайделя (пошаговый алгоритм).
8	Тема 7. Задачи регионального поиска	Метод сетки. Метод квадрантного дерева. Построение адаптивного квадрантного дерева. Процедура поиска. Анализ в худшем случае и в среднем. Метод 2-D дерева. Построение дерева. Поиск. Анализ худшего случая. Региональный поиск. Метод прямого доступа. Двухэтапная схема. Дерево отрезков. Метод дерева регионов в задаче регионального поиска.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Тема 8. Набор и решение задач о близости	Набор задач о близости (Ближайшая пара, Все ближайшие соседи, Евклидово минимальное остовное дерево -ЕМОД, Триангуляция, Поиск ближайшего соседа). Задача единственности элементов как вычислительный прототип. Нижняя граница сложности. Нижние оценки сложности задач о близости. Задача о ближайшей паре. Метод сбалансированного разделения и слияния. Диаграмма Вороного. Определение, свойства. Триангуляция Делоне. Построение диаграммы Вороного. Алгоритм сбалансированного разделения и слияния Шеймоса и Хоуи (Shamos & Hoey). Разделяющая цепь. Построение разделяющей цепи. Построение диаграммы Вороного. Алгоритм с заметанием (Fortune). Нижняя оценка для построения диаграммы Вороного. Решение задач о близости с помощью диаграммы Вороного. Решение задачи о Евклидовом МОД.
10	Заключение	Другие задачи комбинаторной вычислительной геометрии. Приложения. Перспективы.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Специальные структуры данных в комбинаторных геометрических задачах (рандомизированные пирамиды поиска, дерево отрезков, реберный список с двойными связями)	2
2. Выпуклые оболочки. Основные алгоритмы: алгоритм Грэхема, алгоритм Джарвиса, быстрый алгоритм (QuickCH), быстрый алгоритм на основе сбалансированного разделения и слияния	4
3. Выпуклые оболочки. Основные алгоритмы: построение выпуклой оболочки в реальное время, алгоритм Киркпатрика-Сайделя, рандомизированный алгоритм. Расширения и приложения: аппроксимация выпуклой оболочки, диаметр множества точек, выпуклая оболочка простого многоугольника	4
4. Расширения и приложения: аппроксимация выпуклой оболочки, диаметр множества точек, выпуклая оболочка простого многоугольника	4
5. Геометрический поиск. Локализация точки на планарном подразбиении. Метод полос. Метод цепей. Метод детализации триангуляции	4
6. Геометрический поиск. Алгоритмы регионального поиска. Метод квадрантного дерева. Метод 2-D дерева. Метод дерева регионов в задаче регионального поиска	4

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
7. Решение задач о близости. Задача о ближайшей паре. Построение диаграммы Вороного. Метод Шеймоса и Хоуи (Shamos & Hoey)	2
8. Решение задач о близости. Построение диаграммы Вороного. Триангуляция Делоне. Алгоритм с заметанием (Fortune). Задача о Евклидовом МОД	6
Итого	30

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь

период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	30
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	14
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	8
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	72
ИТОГО СРС	128

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Крупский, Владимир Николаевич. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Крупский В. Н., 2020. -117 с	неогр
Дополнительная литература		
1	Препарата, Франко. Вычислительная геометрия. Введение [Текст] / Ф. Препарата, М. Шеймос ; пер. с англ. С. А. Вичеса, М. М. Комарова ; под ред. Ю.М. Баяковского, 1989. -478 с.	14
2	Кормен, Томас. Алгоритмы: построение и анализ [Текст] : Учеб. / Т. Кормен; Ч.Лейзерсон, Р.Ривест; Пер. с англ. под ред. А.Шен, 1999. -955 с.	8

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Lecture Notes. David Mount. CMSC 754: Computational Geometry, Spring 2010. Department of Computer Science. University of Maryland http://www.cs.umd.edu/class/spring2010/cmcs754/lectures.shtml
2	Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение. М.: Мир, 1989. 478 с. http://inis.jinr.ru/sl/vol1/CMC/Preparata,Sheimos,Vychislitel'naya,%201989

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Алгоритмы компьютерной математики» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины

Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

В соответствии с графиком текущего контроля успеваемости студенты проходят тестирование, по результатам которого выставляется оценка по пятибалльной системе. Студенты, получившие за оба теста оценку не менее "удовлетворительно", допускаются к экзамену.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Реализация сцепляемых очередей на базе AVL-деревьев
2	Обход ребер, инцидентных вершине. Обход ребер вокруг грани.
3	Меры оценки алгоритмов поиска: время запроса, память, время предобработки, время корректировки
4	Метод детализации триангуляции. Предобработка. Локализация. Анализ сложности. Метод трапеций (рекурсивный алгоритм)
5	Решение задач о близости с помощью диаграммы Вороного. Решение задачи о Евклидовом МОД

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Тесты текущего контроля успеваемости построены по принципу вопросов с вариантами выбора одного или нескольких правильных ответов. Пример вопроса теста приведен ниже.

1. Выберите правильную иерархию многоугольников в порядке уменьшения общности:

- многоугольник простой многоугольник звёздный многоугольник выпуклый многоугольник

- многоугольник звёздный многоугольник простой многоугольник выпуклый многоугольник
- многоугольник выпуклый многоугольник звёздный многоугольник простой многоугольник
- звёздный многоугольник многоугольник выпуклый многоугольник простой многоугольник

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 6. Задачи локализации точки	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		Тест
13	Тема 7. Задачи регионального поиска	
14		
15		
16		
17		Тест

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях. В соответствии с графиком текущего контроля успеваемости студенты проходят тестирование, по результатам которого выставляется

оценка по пятибалльной системе. Студенты, получившие за оба теста оценку не менее "удовлетворительно", допускаются к экзамену.

Критерии оценивания тестовых заданий:

«отлично» – 20 правильных ответов;

«хорошо» – 18 правильных ответов;

«удовлетворительно» – 14 правильных ответов;

«неудовлетворительно» – менее 14 правильных ответов.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, персональный компьютер IBM-совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше;
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест, оборудованных компьютерами IBM-совместимыми Pentium или выше, – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, персональный компьютер IBM совместимый Pentium или выше	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше;

Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
------------------------	--------------------------------------	--	--

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.