

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 12.07.2023 16:46:23
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Автономные интеллектуальные
системы»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ»

для подготовки магистров

по направлению

09.04.04 «Программная инженерия»

по программе

«Автономные интеллектуальные системы»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Вяткина К.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ
15.02.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	2
Семестр	3
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	2

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. Целями дисциплины является изучение основных задач, моделей, методов и алгоритмов в области вычислительной геометрии (Computational Geometry), и приобретение практических навыков применения полученных знаний для решения профессиональных задач.
2. Задачами освоения дисциплины является приобретение знаний, умений и навыков решения следующих основных групп задач: построение выпуклой оболочки, геометрический поиск, построение диаграммы Вороного, триангуляция Делоне.
3. Получение знаний по специальным методам и структурам данных, применяемых при разработке комбинаторных алгоритмов вычислительной геометрии.
4. Формирование умения самостоятельно составлять машинные алгоритмы и программы решения комбинаторных задач вычислительной геометрии на основе известных методов и алгоритмов.
5. Получение навыков в области применения алгоритмов вычислительной геометрии в информатике, программировании и прикладной математике.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Анализ, моделирование и оптимизация систем»
2. «Машинное обучение»
3. «Основы разработки автономных систем»
4. «Представление знаний в системах искусственного интеллекта»

5. «Математические методы распознавания образов»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных 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
ПК-10	Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта
<i>ПК-10.1</i>	<i>Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области</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	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			1
2	Тема 1. Модели вычислений и сложность алгоритмов	1	2		6
3	Тема 2. Специальные структуры данных в комбинаторных геометрических задачах	2	4		6
4	Тема 3. Основные алгоритмы	2	4		6
5	Тема 4. Расширения и приложения	2	4		6
6	Тема 5. Введение в геометрический поиск	2	4		8
7	Тема 6. Задачи локализации точки	2	4		8
8	Тема 7. Задачи регионального поиска	2	6	0	8
9	Тема 8. Набор и решение задач о близости	2	6	0	8
10	Заключение	1		1	35
	Итого, ач	17	34	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

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 AVL-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 разделимости 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 Грэма, 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)	6
8. Решение задач о близости. Построение диаграммы Вороного. Триангуляция Делоне. Алгоритм с заметанием (Fortune). Задача о Евклидовом МОД	6
Итого	34

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	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	27
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	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	92

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	Метод Вороного-Делоне - https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_38408#1

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7321>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Алгоритмы компьютерной математики» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: 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 2 тестирования, по результатам каждого выставляется оценка по пятибалльной системе. Студенты, получившие за оба теста оценку не менее "удовлетворительно", допускаются к экзамену. Экзамен проводится по билетам.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Деревья решений и нижние оценки сложности
2	Рандомизированные двоичные деревья поиска и реализация на их основе сцепляемых очередей
3	Построение выпуклой оболочки в трехмерном пространстве
4	Оптимальный алгоритм нахождения диаметра множества
5	Задача о диаметре множества точек
6	Регулярный граф и построение полного множества его монотонных цепей
7	Метод дерева регионов в задаче регионального поиска
8	Триангуляция Делоне
9	Принадлежность многоугольнику.
10	Метод луча.
11	Выпуклый многоугольник. Звездный многоугольник.
12	Локализация точки на планарном подразбиении.
13	Метод полос.
14	Предобработка: алгоритм плоского заметания.
15	Полное множество монотонных цепей графа.
16	Регулярный граф и построение полного множества его монотонных цепей.
17	Регуляризация графа.
18	Локализация в множестве монотонных цепей.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Алгоритмы компьютерной математики**

1. Виды поиска. Массовый и уникальный поиск. Задача локализации. Задача регионального поиска

2. Задача о ближайшей паре. Метод сбалансированного разделения и слияния. Диаграмма Вороного. Определение, свойства. Триангуляция Делоне.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

К.В. Кринкин

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Тесты составлены в виде вопросов с выбором одного или нескольких вариантов ответов. Пример тестового вопроса приведен ниже.

1. Что из нижеперечисленного является методом построения выпуклой оболочки?

- а) метод локусов
- б) метод непрерывного покрытия
- в) метод Джарвиса
- г) метод наискорейшего спуска

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 1. Модели вычислений и сложность алгоритмов	
2	Тема 2. Специальные структуры данных в комбинаторных геометрических задачах Тема 3. Основные алгоритмы Тема 4. Расширения и приложения Тема 5. Введение в геометрический поиск Тема 6. Задачи локализации точки	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		Тест
13		Тема 7. Задачи регионального поиска Тема 8. Набор и решение задач о близости
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:

”Отлично” за не менее 9 правильных ответов из 10;

”Хорошо” - не менее 8;

”Удовлетворительно” - не менее 6;

”Неудовлетворительно” - менее 6 правильных ответов.

Студенты, получившие за оба теста оценку ”Удовлетворительно” и выше, допускаются к экзамену.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных 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) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 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) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 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) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1	14.02.2023	Программа актуальна, изменения не требуются.	14.02.2023 г., протокол заседания УМК № 2	доцент, к.ф.-м.н., К.В. Вяткина	