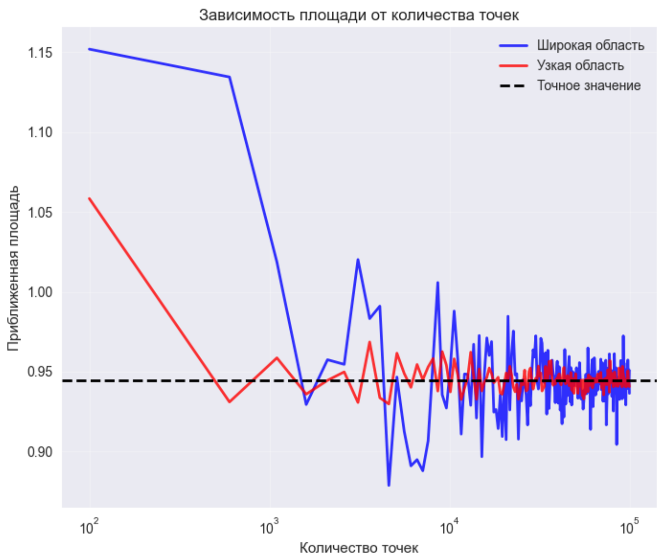
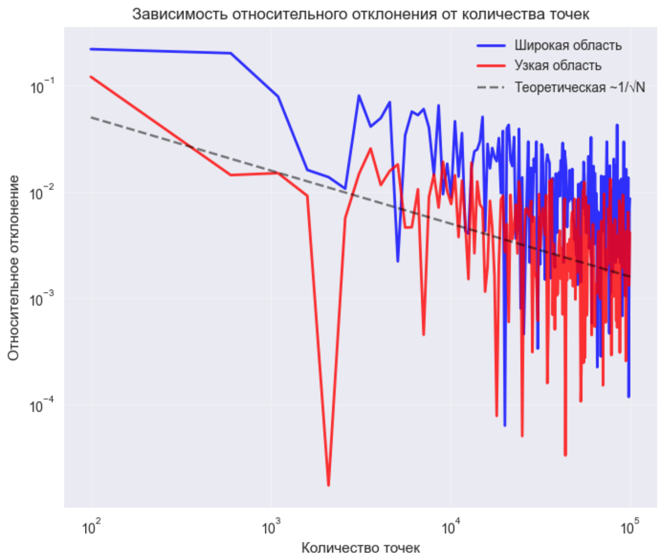
Отчет А1

Графики





Результаты

Точное значение площади: 0.944517
Количество экспериментов: 200

Параметр	Средняя ошибка	Минимальная ошибка
Широкая область	0.0067	-
Узкая область	0.0028	0.0000

На графиках видно, что:

- При увеличении количества точек N приближённое значение площади стремится к точному.
- Колебания результатов постепенно уменьшаются, что подтверждает сходимость метода Монте-Карло.
- Ошибка уменьшается приблизительно по закону $\sim 1/\sqrt{N}$, что соответствует теоретическим ожиданиям.

Сравнение областей показывает, что:

- Для широкой области наблюдается большее разброс значений и более медленная сходимость, поскольку значительная часть точек не попадает в зону пересечения.
- Для узкой области оценка более устойчива, а ошибки заметно меньше при тех же N.

Анализ графиков

1. График зависимости площади от числа точек

- При малом числе точек (до N ≈ 10^3) наблюдаются значительные колебания оценок площади, что связано со стохастической природой метода Монте-Карло.

- По мере увеличения числа точек (N > 10^ 4) обе кривые (для широкой и узкой областей) постепенно сходятся к точному значению 0.9445, отмеченному горизонтальной пунктирной линией.
- Для широкой области (синяя линия) характерна менее гладкая сходимость — значения то завышают, то занижают истинную площадь.
- Для узкой области (красная линия) колебания значительно меньше, и уже при N ≈ 10^4 оценка стабилизируется вблизи точного значения.
- Таким образом, можно сделать вывод, что уменьшение размера области моделирования повышает стабильность и точность оценки при тех же вычислительных затратах.

2. График зависимости относительного отклонения

- Оба графика представлены в логарифмических координатах, что позволяет визуализировать скорость сходимости.
- Видно, что относительная ошибка δ убывает с ростом числа точек, причём наклон кривых близок к −1/2, что согласуется с теоретической зависимостью ошибки метода Монте-Карло δ∼1/√N.
- Красная кривая (узкая область) лежит ниже синей практически на всём диапазоне значений N, что означает меньшую среднюю ошибку**.**
- При N > 10^4 относительная ошибка для узкой области достигает значений порядка 10^(−3), в то время как для широкой области она остаётся выше (∼10^(−2)).
- Теоретическая линия (серый пунктир) подтверждает, что эмпирические данные хорошо совпадают с предсказанным поведением метода.

Итоги

- На левом графике зависимости площади от числа точек хорошо видно, что при N >10^4 приближённые значения стабилизируются вокруг точного значения 0.9445.
- На правом графике зависимость относительного отклонения имеет наклон, близкий к −1/2 на логарифмической шкале, что подтверждает теоретическую скорость сходимости метода Монте-Карло.
- Узкая область быстрее выходит на устойчивое значение ошибки менее 1%.

Выводы

- Метод Монте-Карло позволяет эффективно приближать площадь пересечения трёх окружностей, подтверждая свою применимость к задачам геометрической вероятности.
- Средняя относительная ошибка при использовании широкой области составила около 0.67 %**,** а при использовании узкой - около 0.28 %**,** что свидетельствует о повышении точности в 2–3 раза при оптимизации области генерации.
- Увеличение числа случайных точек приводит к ожидаемому уменьшению ошибки в соответствии с законом O(1/√N).
- Наиболее точные результаты достигаются при использовании узкой области и N > 10^4.
- Экспериментальные данные подтверждают теоретические предсказания и демонстрируют эффективность метода Монте-Карло для приближённого вычисления площадей сложных фигур.

Посылка на CodeForces: 348115479