



Факультет компьютерных наук

Департамент программной
инженерии

Москва 2026

Казуальная игра «Цветение»

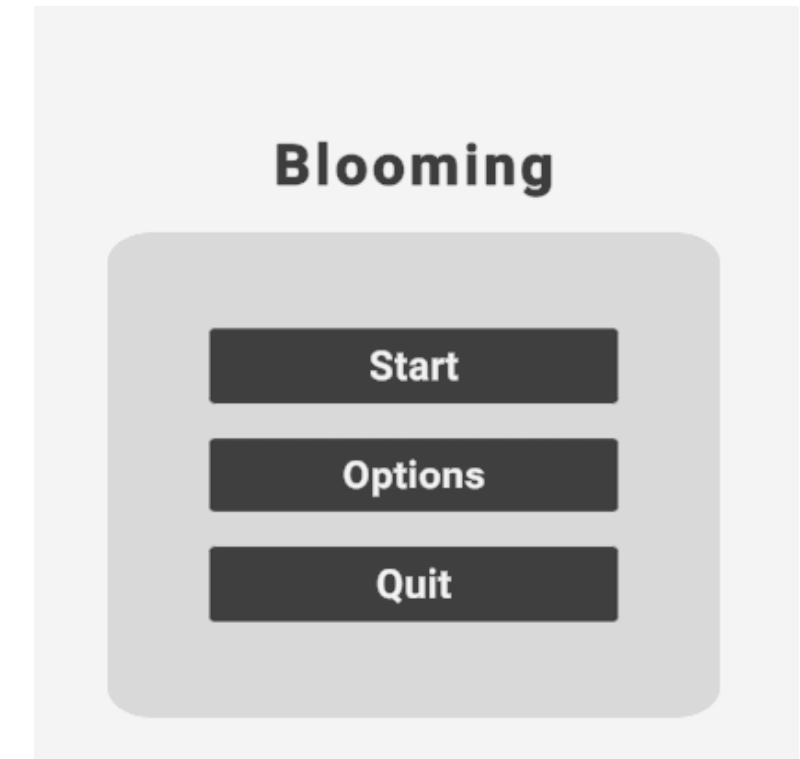
Исполнитель:
студент группы БПИ244
Широкова Ульяна Дмитриевна

Научный руководитель:
доцент, зам. рук. ДПИ,
кандидат технических наук
Максименкова Ольга Вениаминовна



Предметная область

- Мобильная казуальная игра-головоломка на базе теории графов
- Ориентирована на широкую аудиторию, предпочитающую медитативный и неторопливый игровой процесс
- Тренирует логическое и пространственное мышление – игрок анализирует структуру графа и планирует последовательность ходов





Цель:

Создать казуальную игру, совмещающую в себе лаконичный интерфейс и увлекательные головоломки

Задачи:

- Провести сравнительный анализ
- Изучить алгоритмы на графах и выбрать наиболее оптимальные по асимптотике
- Создать функциональный и визуально приятный дизайн, который игрок запомнит надолго
- Спроектировать архитектуру в соответствии с принципами ООП и паттернами проектирования
- Задokumentировать результаты работы согласно государственному стандарту (ГОСТ)



Термины и сокращения

1. Триангуляция Делоне - способ разбиения плоскости на треугольники, при котором ни одна из заданных точек не попадает внутрь окружности, описанной вокруг любого из полученных треугольников
2. Визуализация - преобразование сгенерированной модели графа в доступный игроку уровень при помощи инстанцирования префабов
3. Префаб - шаблон игрового объекта с заранее настроенными компонентами, которую можно многократно использовать в сцене
4. Инстанцирование - создание объекта в сцене



Сравнительный анализ для уровня типа 1

Критерий	Цветение	Sprouts	Hashiwokakero	Flow Free	Energy
Стартовый граф несвязный	+	—	—	+	+
Прохождение уровня только после восстановления связности графа	+	—	+	—	+
Запрет на пересечения рёбер	+	+	+	+	+
Процедурная генерация уровней	+	+	+	—	—
Восстановление связности на основе вращения ребер	+	—	—	—	+

p.s. более детальное описание каждого критерия представлено в тз



Сравнительный анализ для уровня типа 2

Критерий	Цветение	Flow Free	Plumber	Mini Metro	Liquid Conect
Наличие вершин-истоков и вершин-стоков	+	+	+	+	+
Рёбра имеют числовую пропускную способность	+	—	—	+	—
Прохождение уровня при достижении максимального потока	+	—	—	—	—
Несколько истоков и стоков одновременно	+	+	—	+	—
Процедурная генерация уровней	+	+	+	+	—

p.s. более детальное описание каждого критерия представлено в тз



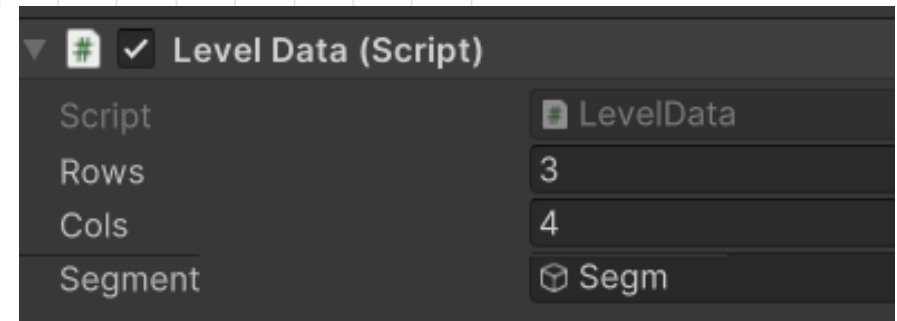
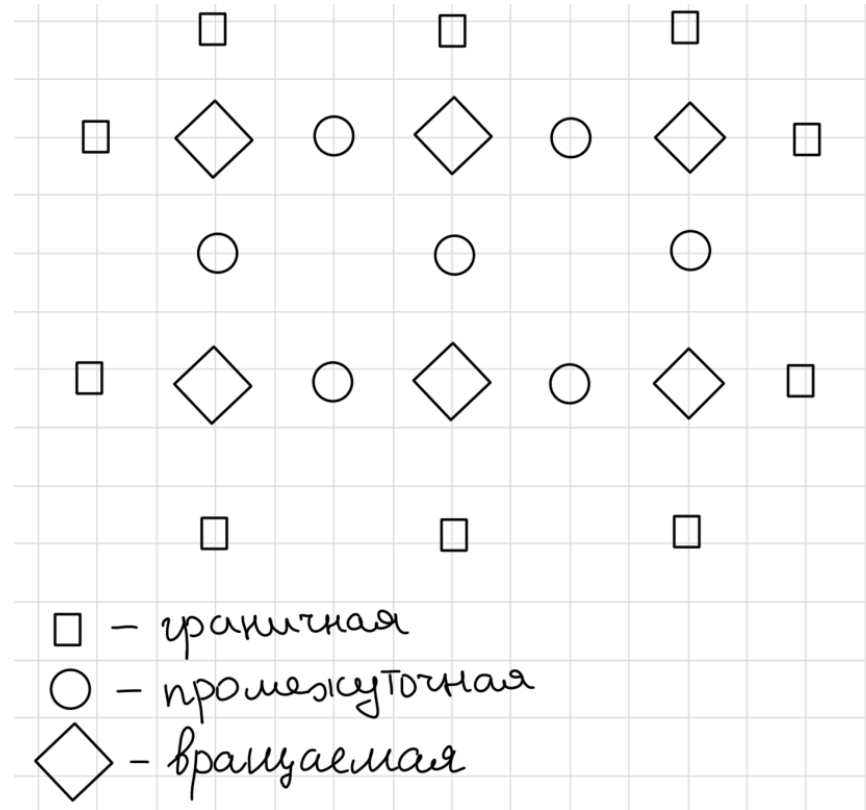
Генерация уровня типа 1

Этап 1: создается сетка вершин трех типов: вращаемые, промежуточные и граничные

Этап 2: от случайно выбранной вращаемой вершины запускается DFS обход для построения остоного дерева

Этап 3: выбираются вершины, которые поворачиваются на некоторое количество раз, благодаря чему нарушается связность

Этап 4: граф визуализируется в игре





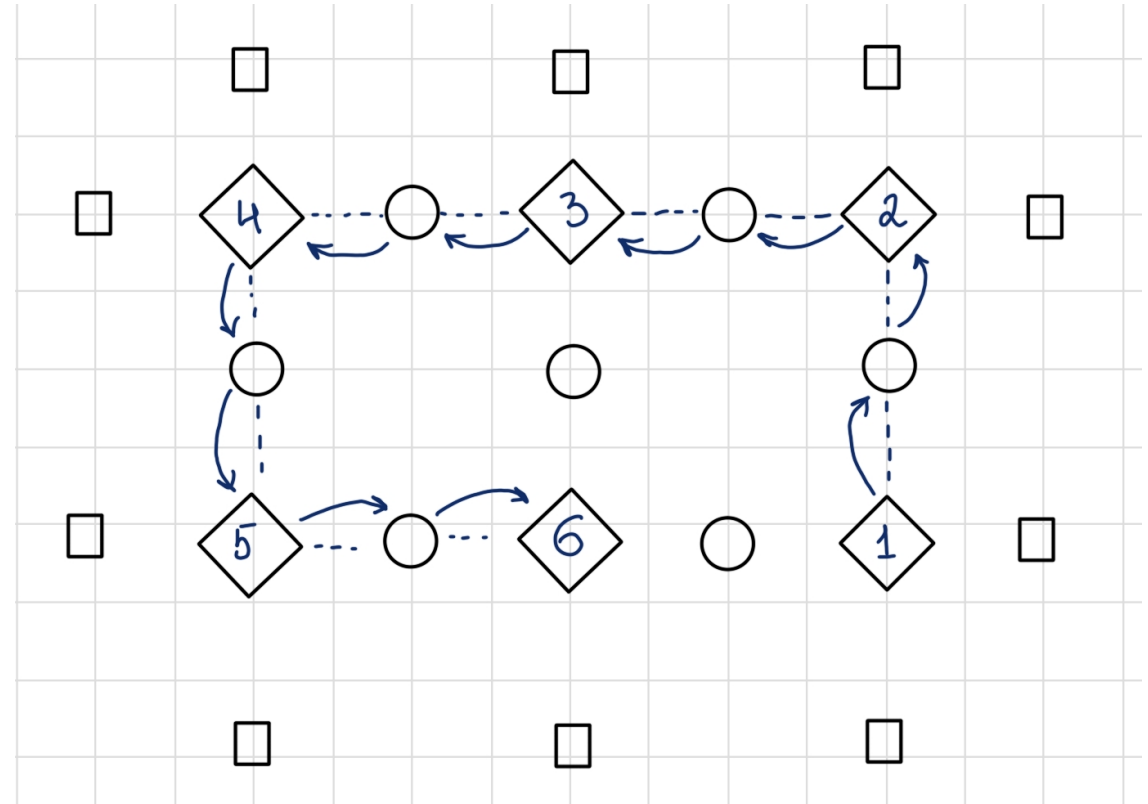
Генерация уровня типа 1

Этап 1: создается сетка вершин трех типов:
вращаемые, промежуточные и граничные

Этап 2: от случайно выбранной вращаемой
вершины запускается DFS обход для
построения остоного дерева

Этап 3: выбираются вершины, которые
поворачиваются на некоторое количество
раз, благодаря чему нарушается связность

Этап 4: граф визуализируется в игре





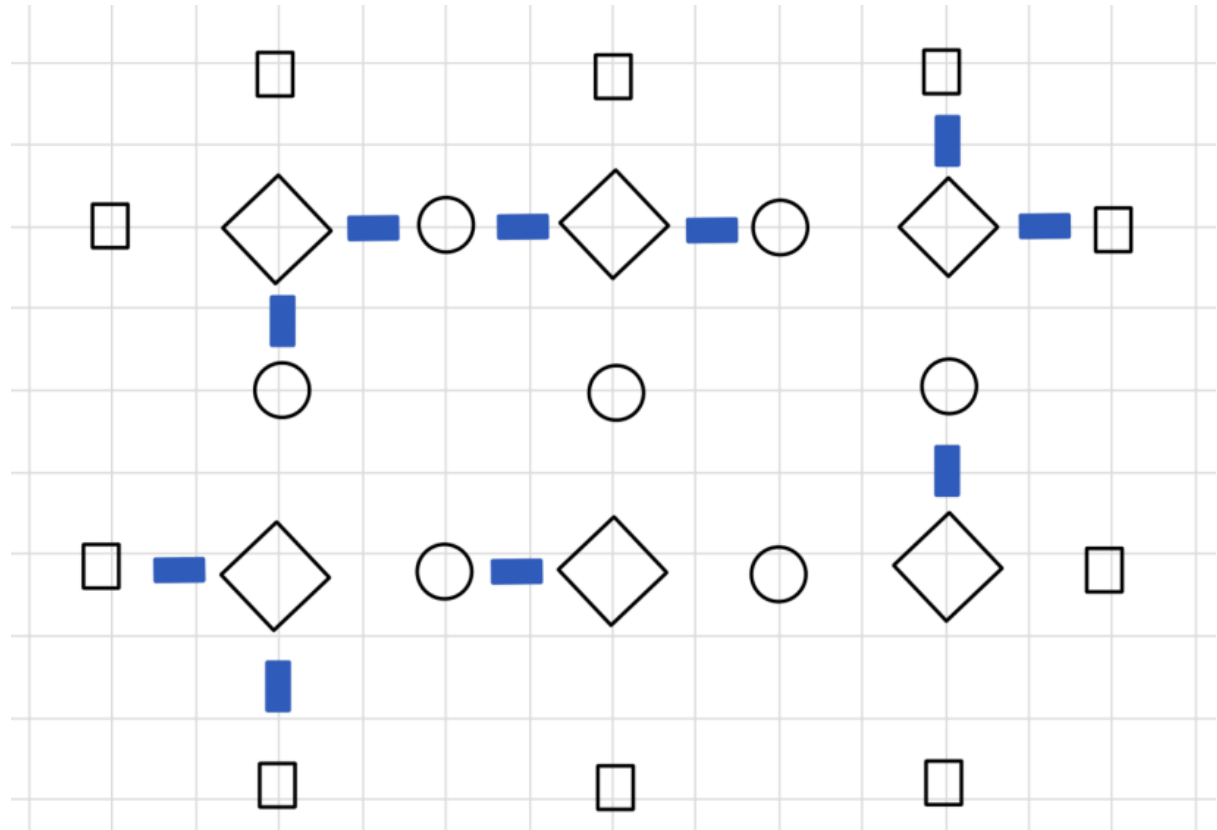
Генерация уровня типа 1

Этап 1: создается сетка вершин трех типов:
вращаемые, промежуточные и граничные

Этап 2: от случайно выбранной вращаемой
вершины запускается DFS обход для
построения остоного дерева

Этап 3: выбираются вершины, которые
поворачиваются на некоторое количество
раз, благодаря чему нарушается связность

Этап 4: граф визуализируется в игре





Генерация уровня типа 1

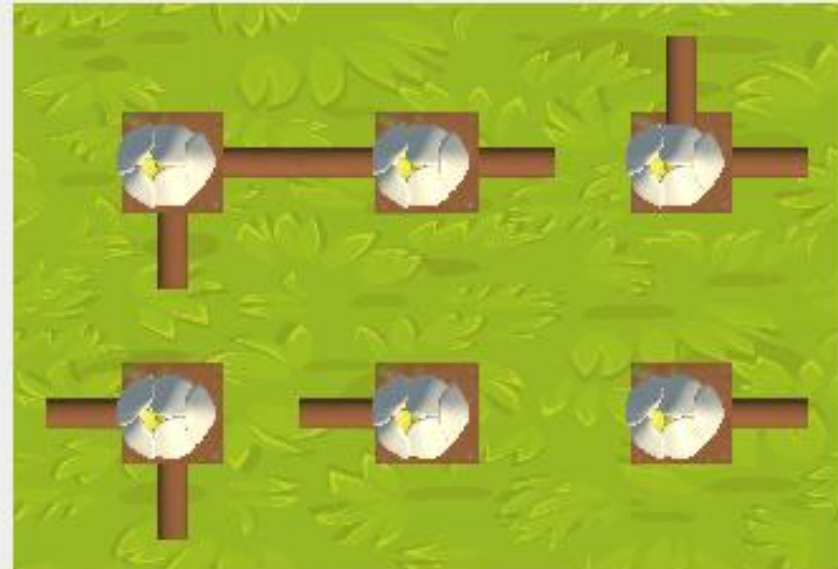
Этап 1: создается сетка вершин трех типов:
вращаемые, промежуточные и граничные

Этап 2: от случайно выбранной вращаемой
вершины запускается DFS обход для
построения остоного дерева

Этап 3: выбираются вершины, которые
поворачиваются на некоторое количество
раз, благодаря чему нарушается связность

Этап 4: граф визуализируется в игре

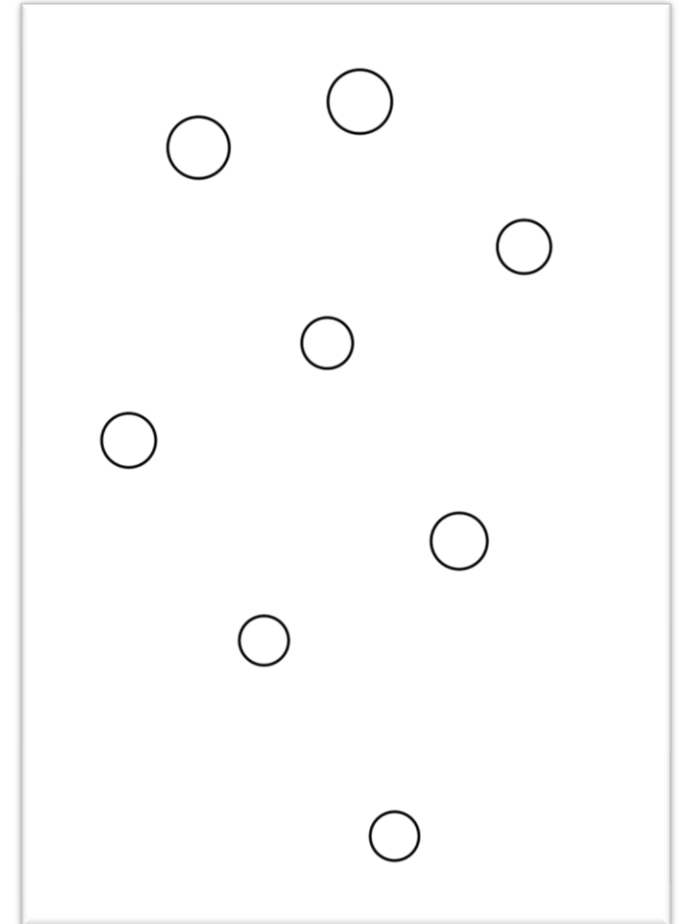
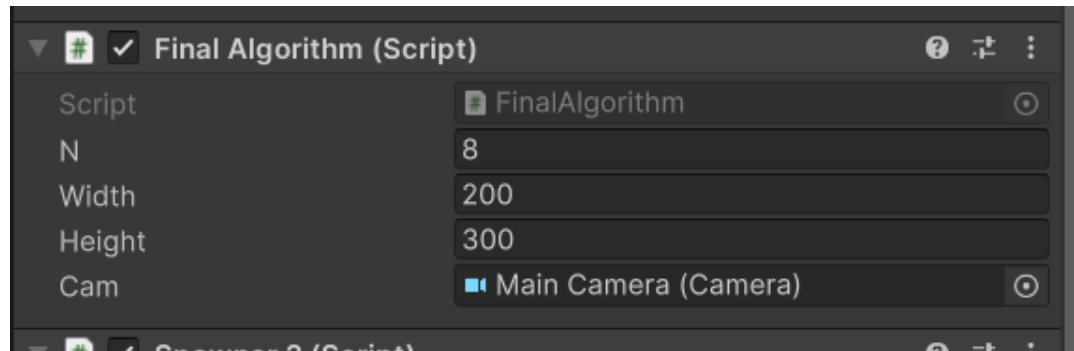
Асимптотика работы: $O(N)$





Генерация уровня типа 2

Этап 1: для заданных размеров поля генерируются точки на основе последовательности Соболя

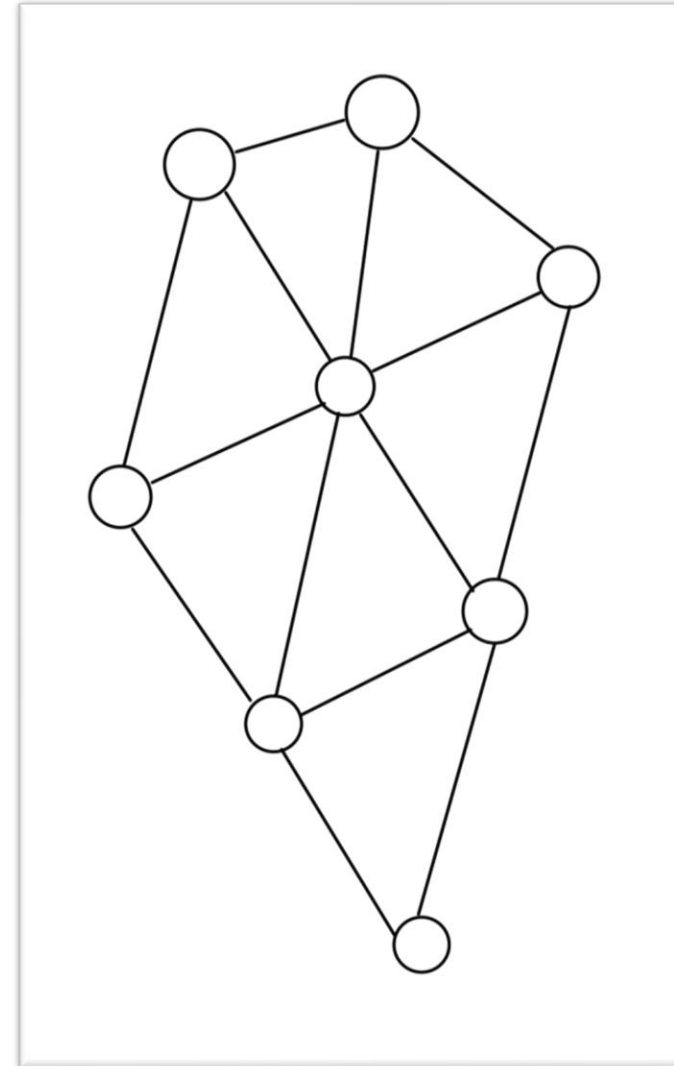




Генерация уровня типа 2

Этап 1: для заданных размеров поля генерируются точки на основе последовательности Соболя

Этап 2: строится триангуляция Делоне





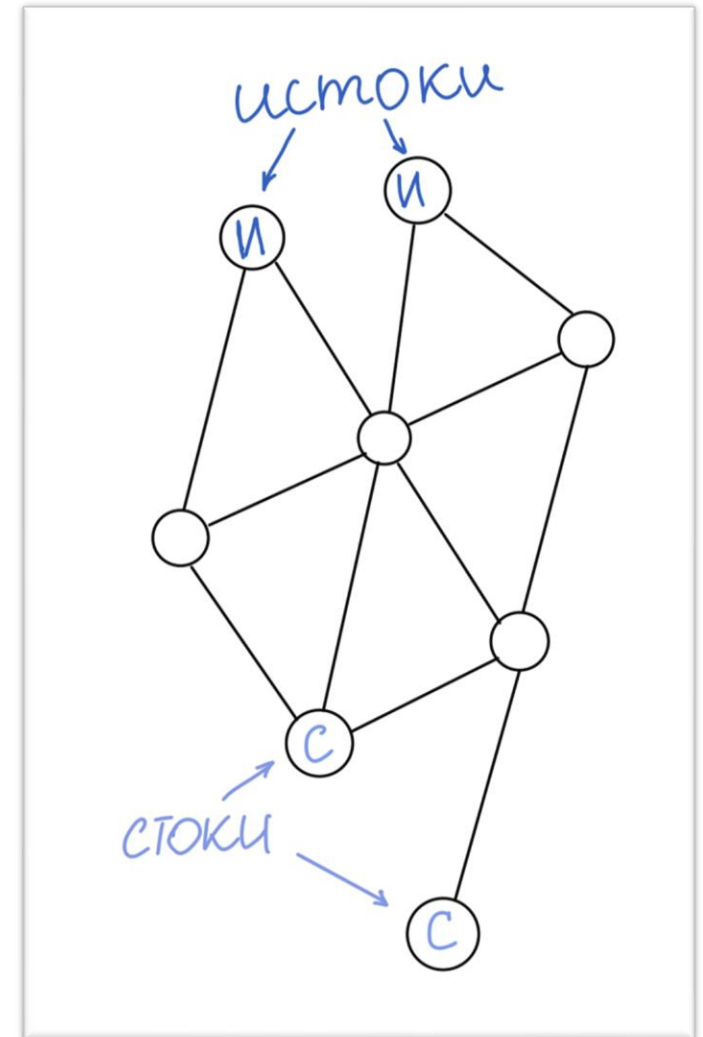
Генерация уровня типа 2

Этап 1: для заданных размеров поля генерируются точки на основе последовательности Соболя

Этап 2: строится триангуляция Делоне

Этап 3: выбираются вершины-истоки и вершины-стоки

Count Sources	2
Count Targets	2
Min Gomers (Gomers)	





Генерация уровня типа 2

Этап 1: для заданных размеров поля генерируются точки на основе последовательности Соболя

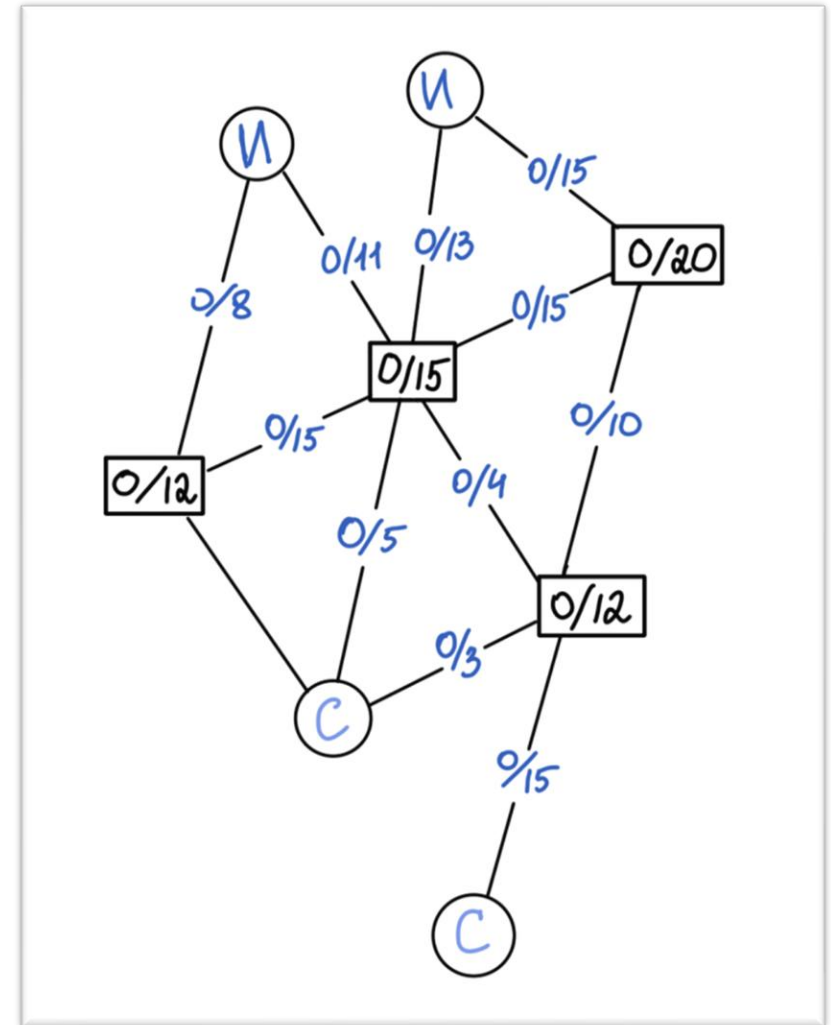
Этап 2: строится триангуляция Делоне

Этап 3: выбираются вершины-истоки и вершины-стоки

Этап 4: вершинам и ребрам назначается пропускная способность

Min Vertex Capacity	5
Max Vertex Capacity	20

Min Flow Amount	3
Max Flow Amount	15





Генерация уровня типа 2

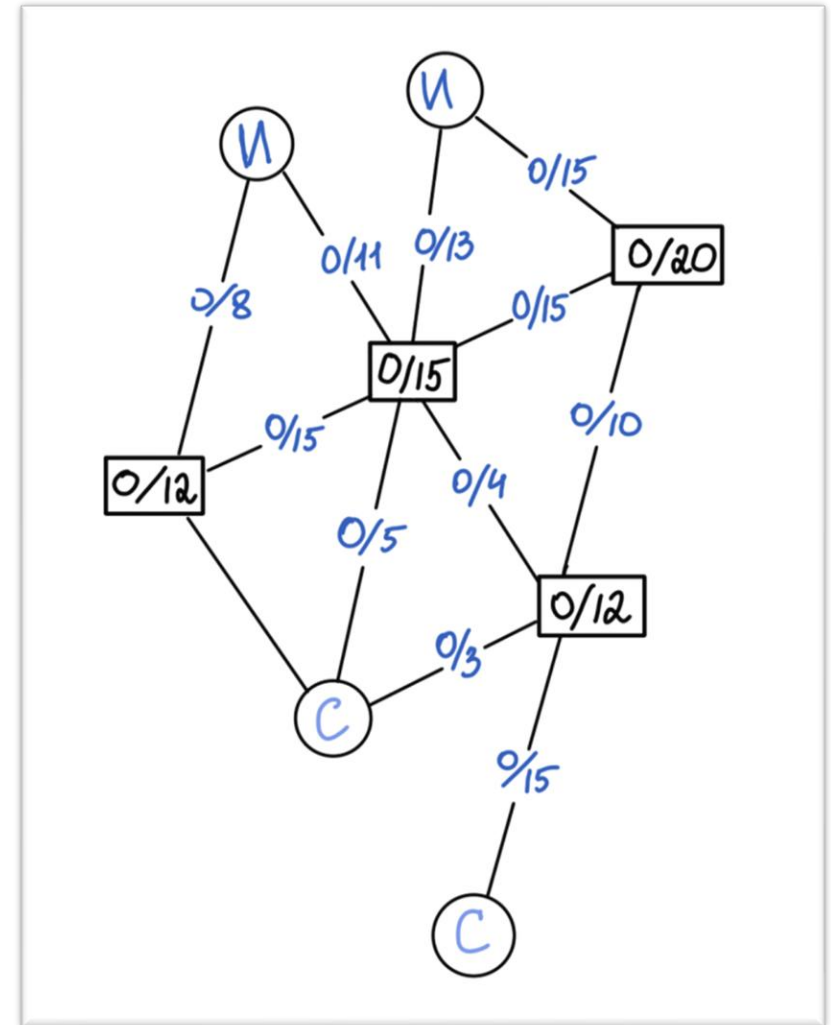
Этап 1: для заданных размеров поля генерируются точки на основе последовательности Соболя

Этап 2: строится триангуляция Делоне

Этап 3: выбираются вершины-истоки и вершины-стоки

Этап 4: вершинам и ребрам назначается пропускная способность

Этап 5: при помощи алгоритма Диницы рассчитывается поток максимального объема



Генерация уровня типа 2

Этап 1: для заданных размеров поля генерируются точки на основе последовательности Соболя

Этап 2: строится триангуляция Делоне

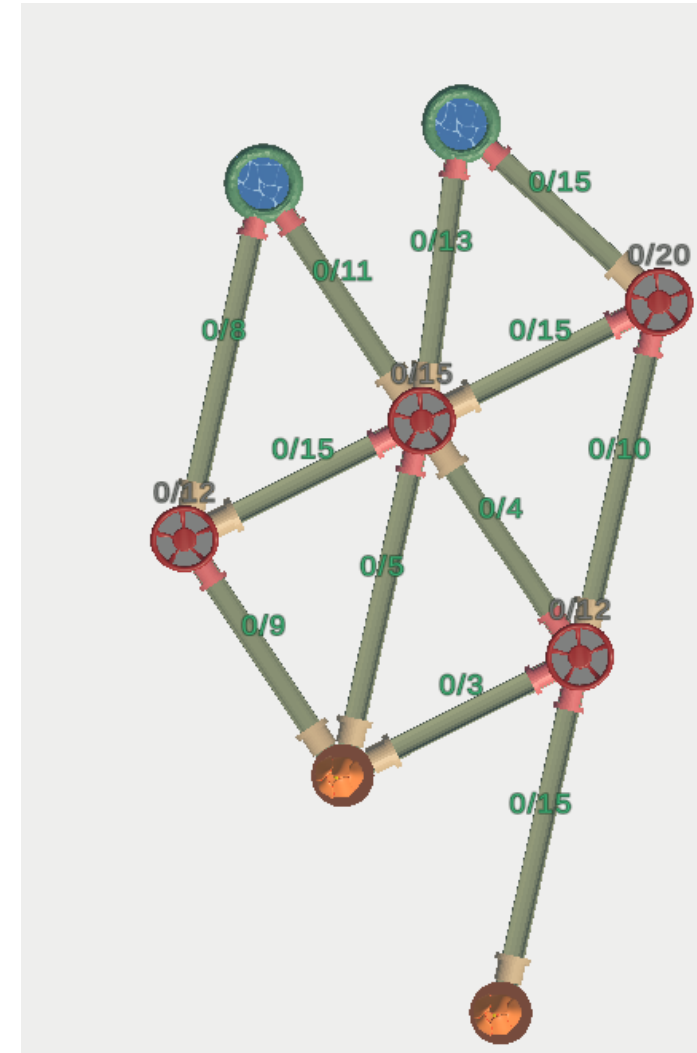
Этап 3: выбираются вершины-истоки и вершины-стоки

Этап 4: вершинам и ребрам назначается пропускная способность

Этап 5: при помощи алгоритма Диницы рассчитывается поток максимального объема

Этап 6: граф визуализируется в игре

Асимптотика работы: $O(N^2E)$





Авторизация

Игра доступна без регистрации, однако если игрок захочет сохранить результат, то ему нужно будет создать аккаунт. Все данные пользователей хранятся на сервере Firebase Authentication

Хранение результатов игроков

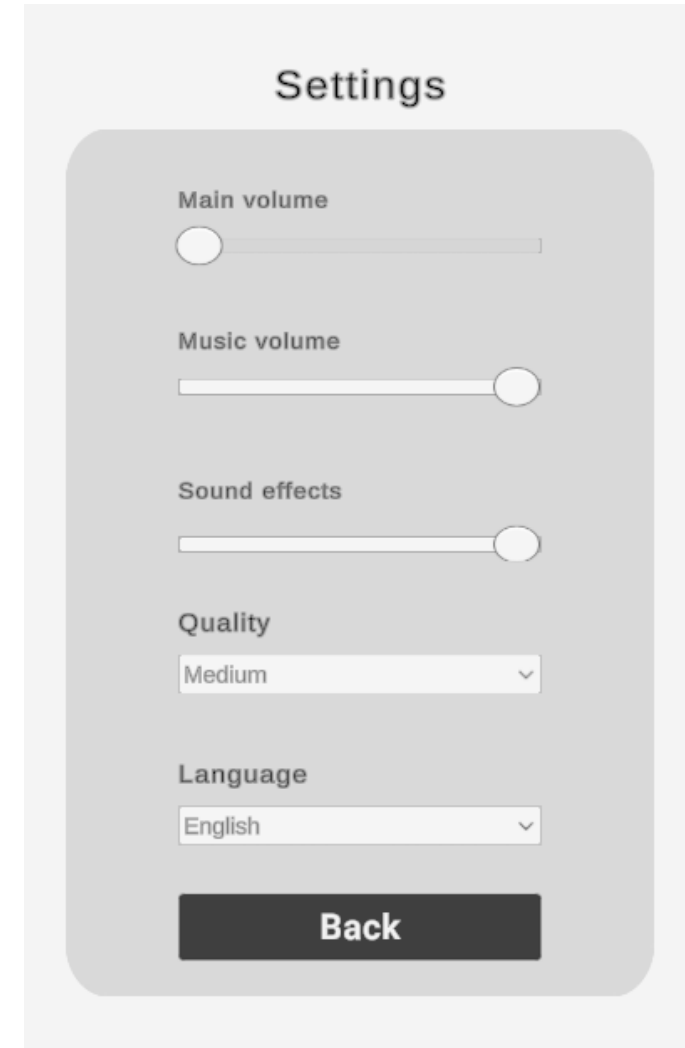
Игра сохраняет лучшее время прохождения и заработанные очки на каждом типе уровня для авторизованных игроков. Данные хранятся в Firebase Realtime Database



Настройки

Игра поддерживает:

- Управление громкостью фоновой музыки и интерфейсных элементов
- Изменение качества картинки
- Две локализации – русскую и английскую





Направление дальнейшей работы

- Добавить:
 - другие виды уровней для привлечения новых игроков
 - мультиплеер, чтобы дать возможность играть с друзьями
 - настройки профиля для создания уникального профиля
 - награды и достижения, чтобы улучшить игровой опыт пользователей
- Проработать дизайн и повысить прозрачность интерфейса
- Повысить качество сгенерированных уровней (снизить вероятность появления кластеров)



Источники

- Hashiwokakero : логические головоломки [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – [Б. м.], [б. г.]. – URL: <https://www.puzzle-bridges.com> (дата обращения: 19.05.2026)
- Flow Free [Электронный ресурс] : мобильное приложение // Google Play : [сайт] / Google LLC. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2026. – URL: <https://play.google.com> (дата обращения: 19.05.2026)
- Energy [Электронный ресурс] : онлайн-игра // Poki : [сайт]. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2024. – URL: <https://poki.com> (дата обращения: 19.05.2026)
- Plumber Pipe Out [Электронный ресурс] : онлайн-игра // CrazyGames : [сайт]. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2018. – URL: <https://www.crazygames.com> (дата обращения: 19.05.2026)
- Mini Metro [Электронный ресурс] : мобильное приложение // Google Play : [сайт] / Google LLC. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2025. – URL: <https://play.google.com> (дата обращения: 19.05.2026)
- Haines K. Sprouts [Электронный ресурс] // Games for Young Minds : [сайт] / Kent Haines. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2019. – URL: <https://www.gamesforyoungminds.com/blog/2019/9/26/sprouts> (дата обращения: 19.05.2026)
- Liquid Connect! [Электронный ресурс] : мобильное приложение // App Store : [сайт] / Apple Inc. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2026. – URL: <https://www.apple.com> (дата обращения: 19.05.2026)
- Триангуляция Делоне [Электронный ресурс] // Википедия : свободная энциклопедия. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2026. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Триангуляция_Делоне (дата обращения: 19.05.2026)
- Обход в глубину, цвета вершин [Электронный ресурс] // Викиконспекты : [сайт] / Национальный исследовательский университет ИТМО. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2022. – URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Обход_в_глубину,_цвета_вершин (дата обращения: 19.05.2026)



Спасибо за внимание!

udshirokova@edu.hse.ru