

**Владимиров Даниил Витальевич,
Нурисламов Павел Дмитриевич,**
обучающиеся ГБПОУ ЯНАО
«Ноябрьский колледж профессиональных
и информационных технологий»,
г. Ноябрьск

Кулыева Алсу Бахтегараевна,
преподаватель ГБПОУ ЯНАО
«Ноябрьский колледж профессиональных
и информационных технологий»,
г. Ноябрьск

«ЖИЗНЬ» – ИГРА, ПОМОГАЮЩАЯ НАУКЕ

**ИНФОРМАТИЗАЦИЯ
И ЖИЗНЬ**

УДК: 37.01

Игра «Жизнь» – клеточный автомат, придуманный Джоном Конвеем в 1970 году как упрощение гипотетической машины Джона фон Неймана, которая может воспроизводить сама себя. В данной статье исследуется вопрос: как игра «Жизнь» имитирует процессы, происходящие в живой природе. Приводится утверждение, что некоторые ее принципы актуальны при изучении различных дисциплин естественно-научного цикла. Разрабатывая игру «Жизнь», авторы хотели показать, что программирование не настолько сложная наука и с этим справится даже начинающий программист.

The game «Life» is a cellular automaton invented by John Conway in 1970 as a simplification of a hypothetical John von Neumann machine that can reproduce itself. This article examines the question of how the game «Life» imitates the processes occurring in living nature. It is stated that some of its principles are relevant when studying various disciplines of the natural science cycle. By developing the game «Life», the authors wanted to show that programming is not such a complicated science and even a novice programmer can handle it.

Ключевые слова

игра, программирование, алгоритм.

Keyword

game, programming, algorithm.

На кажущийся с первого взгляда игровой контекст, вопрос, который поднимают авторы, актуален. Все дело в том, что игра «Жизнь» имитирует процессы, происходящие в живой природе. Некоторые её принципы находят применение в различных дисциплинах:

– в математике – в теории чисел;

– в информатике используется, например, в теории алгоритмов;

– в физике данная игра полезна при изучении явлений диффузии, теплопроводности. Столкновение элементарных частиц порождает возникновение процессов, во многом похожих на явления при взаимодействии клеток в игре;

– в химии – некоторые конфигурации данной игры напоминают движущиеся соединения молекул;

– в астрономии – эволюции ряда сложных колоний схематично повторяют этапы развития галактик;

– в биологии – данная игра имеет сходство с развитием популяций примитивных организмов. Некоторые конфигурации игры напоминают эволюцию бактерий. Ситуации, возникающие в процессе игры, очень похожи на реальные процессы, происходящие при зарождении, развитии и гибели колонии живых организмов;

– в социологии: многие процессы, происходящие в игре, напоминают процессы возникновения, слияния, поглощения, происходящие в социальных группах.

Хоть игра «Жизнь» не является новым изобретением, а сам Конвей, разрабатывая её, использовал большую шахматную доску и фишки двух цветов, то в современное время, с развитием вычислительных мощностей техники, можно воссоздать правила игры «Жизнь» на компьютере и видеть результаты собственных конфигураций, без проведения часов над доской, проверяя каждый шаг.

Игра «Жизнь» является малоизвестным детищем Джона Конвея, хоть и его самая популярная работа. Также данная игра является интересной темой для начинающего программиста и может послужить проверкой собственных навыков. Для уточнения осведомлённости студентов специальности 09.02.07 «Информационные системы и программирование» необходимо провести опрос и сделать соответствующие выводы.

Разрабатывая игру «Жизнь», мы хотели показать, что программирование не настолько сложное, как думает общество, и что с этим справится каждый. В данном случае одна только игра «Жизнь» моделирует множество процессов, происходящий в природе.

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИГРЫ «ЖИЗНЬ»

Впервые мы услышали об игре «Жизнь» в журнале Scientific American в октябре 1970 г. в рубрике Math games, которую вел Мартин Гарднер. Он и рассказал народу о том, что же из себя представляет эта игра. Вот как звучит начало статьи:

«Большая часть работ Джона Хортон Конвея, математика из колледжа Гонвилл и Кайус Кембриджского университета, посвящена чистой математике. Например, в 1967 году он обнаружил новую группу – некоторые называют ее «созвездие Конвея» – которая включает в себя все известные тогда спорадические группы, кроме двух (их называют «спорадическими», потому что они не подходят ни под одну классификационную схему). Это прорыв, который имел захватывающие последствия как в теории групп, так и в теории чисел. Это тесно связано с более ранним открытием Джоном Конвеем чрезвычайно плотной упаковки единичных сфер в пространстве из 24 измерений, где каждая сфера соприкасается с 196 560 другими. Как заметил Конвей: «Там, наверху, много места». В дополнение к такой серьезной работе Конвей также увлекается развлекательной математикой. Хотя он очень продуктивен в этой области, он редко публикует свои открытия. Одним исключением была его статья об «Одеяле миссис Перкин», проблеме вскрытия, обсуждавшийся в «Математических играх» за сентябрь 1966 г. Моей темой для июля 1967 г. была sprouts, топологическая игра с карандашом и бумагой,

изобретенная Конвеем и М.С. Патерсоном. Конвей упоминался здесь несколько раз. В этом месяце мы рассмотрим последнее детище Конвея – фантастический паянс, который он называет «жизнь». Из-за своих аналогий с подъемом, падением и сменой общества живых организмов, она принадлежит к растущему классу так называемых «симуляционных игр» – игр, которые напоминают реальные процессы. Чтобы играть в «Жизнь», у вас должна быть довольно большая шахматная доска и обильный запас плоских фишек двух цветов (маленькие шашки или фишки для покера отлично подойдут). Восточную доску го можно использовать, если вы можете найти плоские фишки, достаточно маленькие, чтобы поместиться в ее ячейках (камни для го непригодны, потому что они не плоские). Можно работать с карандашом и миллиметровой бумагой, но гораздо проще, особенно для начинающих, использовать фишки и доску...» [2].

Отсюда мы можем увидеть, что Конвей – именитый математик, но любящий время от времени, если это так можно сказать, «пошутить», придумывая малополезные на первый взгляд вещи, как «Одеяло миссис Перкин». Да, он их редко публикует, но статьи же есть. И одной из таких «шуточных» вещей стала игра «Жизнь». Откуда появилась идея? Конвей еще в детстве заинтересовался проблемой Джона фон Неймана, который в 40-х годах пытался создать машину, которая воспроизводила себя. Нейману это удалось, но с очень сложными правилами. Конвей, будучи уже преподавателем в Кембриджском университете, со своими коллегами и студентами-единицами пытались как можно сильнее их упростить, и сам Конвей надеялся, что такой клеточный автомат с нетривиальными правилами будет Тьюринг-полным. И да, у них получилось. Конвей отправил письмо Гарднеру, в котором описал правила и основные сведения о системе, которые удалось быстро выяснить. Через некоторое время Конвей доказал полноту по Тьюрингу своего творения.

На самом деле Конвей был недоволен своей игрой. Он потерял к ней интерес, не любил о ней рассказывать. Разочаровывало его то, что игра «Жизнь» была самой известной его работой и Конвея ассоциировали с ней, а не с другими его работами.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ

Правила для игры «Жизнь» просты. Если у определённо взятой клетки есть три соседа, а сама клетка не закрашена (мертва), то она закрашивается (рождается). Если у клетки два или три соседа, а сама клетка закрашена, то клетка остается закрашенной на следующий ход. В любых других случаях клетка «умирает». Вкратце такое правило записывают как B3/S23 (born to 3, survive to 2 or 3). Это простое на первый взгляд правило порождает очень сложное, но в то же время и интересное поведение. Игра не имеет начала и конца, вариаций расположения клеток бесконечное количество, а заранее просчитать, исчезнут ли клетки полностью или будут осциллировать, невозможно, можно только запустить и посмотреть.

Для данной работы нами была придумана программа, которая повторяет правила клеточного автомата Кон-

вея. С помощью языка программирования C# была реализована основная логика, а визуальная составляющая была построена на инструменте Windows Forms. Вся программа заняла всего 250 строк программного кода: <https://github.com/shyoff/gameoflife>. Чтобы скачать проект и посмотреть исходный код, необходимо нажать на зеленую кнопку Code, в выпадающем меню Download ZIP, а чтобы просто скачать исполняемый файл, необходимо нажать на ссылку CLICK HERE, на новой странице – кнопку Download и запустить.

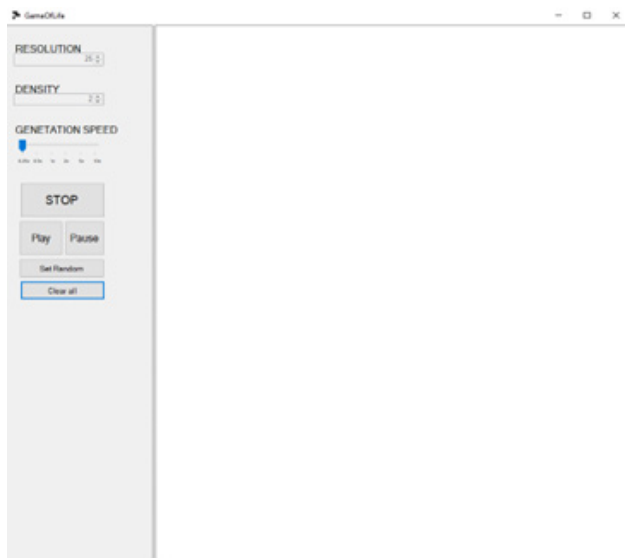


Рис. 1. Внешний вид разработанного приложения

Сама программа выглядит ненагруженно. Слева находится меню, предназначенное для управления. Когда программа только запущена, то можно настроить такие параметры, как Resolution, Density и Generation Speed. Resolution отвечает за то, какого размера будут клетки. Density – за то, насколько плотным в обратной пропорциональности будет первое поколение клеток при случайной конфигурации. Generation Speed – за то, с какой скоростью поколения будут меняться. Также ниже есть кнопка Start. При её нажатии инициализируется поле с тем размером клетки, который был указан в параметре Resolution. Дальше стоит выбор: нарисовать конфигурацию самому или воспользоваться кнопкой Set Random.

Если необходимо задать первое поколение самостоятельно, то следует двигать мышью по полю с зажатыми ЛКМ, чтобы нарисовать, или ПКМ, чтобы стереть написанное. Чтобы полностью очистить поле, можно воспользоваться кнопкой Clear All. Когда конфигурация задана, нужно нажать кнопку Play. При этом запускается таймер, с каждым тиком которого программа просчитывает, сколько у каждой клетки соседей и какие клетки на следующем ходу появятся, какие умрут, а какие останутся без изменений.

Если игрок решит посмотреть на хаотическое поле, то, нажимая кнопку Set Random, оно генерируется случайным образом с той плотностью, которая была задана в параметре Density. В любое время мы можем поставить программу на паузу, нажав Pause, чтобы рассмотреть подробнее происходящее на поле или, к примеру,

дорисовать что-либо. После нажатия кнопки Start на ее месте появляется кнопка Stop, которая приводит программу в изначальное состояние.

ФИГУРЫ

Правила игры «Жизнь» порождают удивительной красоты фигуры. Их можно разделить на следующие типы: устойчивые, периодические,двигающиеся, ружья, паровозы, пожиратели, отражатели [1]. Этих фигур очень много. Игра «Жизнь» является «Тьюринг-полной». Полнота по Тьюрингу означает, что в ней можно реализовать любую вычислительную машину. На основе игры «Жизнь» уже создавали бинарный калькулятор. Проще говоря, можно создать такую конфигурацию, в которой будет работать любой алгоритм, даже сама эта игра, ведь она тоже является алгоритмом. Но есть и еще одно интересное свойство игры «Жизнь». Оно является необратимым. И в нем есть такие конфигурации клеток, которые никак, кроме как задать самостоятельно, больше нельзя. Примером может послужить фигура, называемая Райский сад.

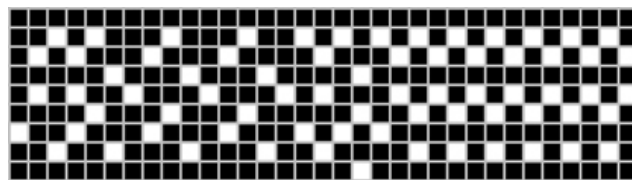


Рис. 2. Райский сад или же сад Эдема

Перечислим самые популярные фигуры

1. Планер. Первая открытая и самая часто встречающаяся двигающаяся фигура. Одна из итераций планера была предложена Эриком Реймондом как эмблема хакеров.



Рис.3. Одна из итераций планера

2. Ружье Госпера. Конвей сказал, что в игре нет такой комбинации, которая будет бесконечно размножаться, и обещал 50\$ тому, кто докажет или опровергнет эту гипотезу. Группа из Массачусетского института заинтересовалась этой гипотезой и придумала периодическую фигуру, которая бесконечно может создавать планеры, получив эти деньги [3].

3. Галактика Кока. Очень красивая фигура, которая напоминает, как развивается галактика в космосе.



Рис. 4. Галактика Кока

РАЗВИТИЕ КОЛОНИЙ

Игра «Жизнь» используется для схематической демонстрации развития колоний бактерий. Ведь клетки, как и в игре «Жизнь», умирают от слишком маленького или слишком большого количества бактерий-соседей. Используя эту особенность, мы можем посмотреть, как будет развиваться хаотически расположенная колония или что будет, если нарисовать линию, квадрат, круг и прочие геометрические фигуры.

Мы записали видео, где случайно расположены клетки. Здесь творится полный хаос: клетки где-то двигаются, врезаются в статические фигуры, из них получаются периодические фигуры, в которые врезаются еще один планер, который отражается и летит в другую сторону. Поведение невозможно предугадать на интуитивном уровне. Можно только увидеть. Бактерии очень маленькие и их невозможно наблюдать в мире под микроскопом вечно, чтобы посмотреть, как они развиваются. Поэтому, чтобы узнать, при каких условиях определенные типы бактерий размножаются, ученые берут пробы и помещают их в различные условия и в разных количествах. Конечно, игра «Жизнь» не может моделировать температуру, влажность воздуха, разное количество еды, но правила, придуманные Конвеем, настолько уникальны, что даже без этих мелочей развитие клеток напоминает развитие бактерий. Поэтому представим, что ученые взяли пробы бактерий, поместили их в чашки Петри в разных количествах, но при одинаковых внешних условиях.

1. Линейная колония.

Линия в одну клетку, или же просто точка, и в две клетки не выживет, потому что у них недостаточно соседей для размножения. Поэтому мы их пропустим. Линия в три клетки уже приобретает какое-то поведение. Оно начинает осциллировать, то есть теперь это периодическая фигура, которая называется мигалка. Линия в четыре клетки через два поколения не развивается дальше и становится статической фигурой под названием улей. Пять клеток развивается дольше, и только через 6 поколений становится периодической фигурой. Давайте посмотрим на что-то интереснее, например 10 клеток. Они на втором же поколении превращаются в очень сложный осциллятор с периодом 15. 15 клеток ведут себя скучно, на 40-м поколении колония просто умирает.

2. Квадратная колония.

Квадрат в одну клетку мы рассмотрели немногим ранее. Со стороной в 2 клетки является статической фигурой, ведь у каждой клетки по 3 соседа, а вокруг нет ни одной, где количество соседей удовлетворяет правилам. Перейдем также к квадрату со стороной в 3 клетки.

Он превращается в ту же фигуру, что и линия в 5 клеток, только не через 6, а через 5 поколений. Квадраты со стороной в 4 клетки живут недолго, и через 3 поколения колония умирает. Со стороной в 5 клеток разделяют ту же судьбу, а вот со стороной в 10 клеток спустя 9 поколений колония превращается в статическую фигуру «Крест». Квадрат в 15 клеток превращается в красивый осциллятор через 24 поколения. Линия и квадрат – это довольно скучно, поэтому давайте посмотрим что-то поинтереснее – круги.

3. Круглая колония.

Да, нарисовать из клеток круг, чтобы он его напоминал, довольно сложно, и нужен большой масштаб, но мы можем сделать это схематично, с помощью специального сервиса [4]. Точку сразу пропустим. Круг с радиусом 2 является квадратом, 3 и 4 – стабильные фигуры. С радиусом 5 на четвертом поколении умирает, поэтому перейдем сразу к 10. Круг с радиусом 10 – через 6 ходов фигура стабилизируется как 4 блока. С радиусом 15 умирает спустя 13 поколений.

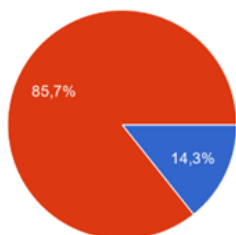
Изучая игру «Жизнь», мы удивились, насколько простые правила могут порождать сложное поведение. Это не простая игра, как «Крестики-нолики» или «Морской бой», а настоящее «математическое произведение искусства». Правила игры «Жизнь» лежат в основе многих математических и естественно-научных дисциплин. В данной работе описана модель из раздела биологии. Но это можно применять и во многих других дисциплинах. А если поменять или дополнить правила, то перечень наук, где можно применить данный клеточный автомат, становится еще больше.

Разработка алгоритма/приложения была непростой. Мы только начали изучать язык программирования C#, поэтому очень много пришлось пользоваться руководством от создателей языка Microsoft, но чувства, полученные, когда программа была сделана, полностью окупили потраченное время. Разработанный алгоритм, помимо самостоятельного изучения, может послужить хорошей наглядной демонстрацией размножения бактерий на школьных уроках биологии или, например, на уроках физики при изучении броуновского движения или диффузии. А некоторые, не рассмотренные в данной работе конфигурации, послужат для демонстрации красоты галактик, для начинающих астрономов.

Проведя опрос среди обучающихся колледжа по специальности «Информационные системы и программирование», можем сделать вывод, что даже среди этих студентов очень мало кто знает про клеточные автоматы и игру «Жизнь», но радует, что достаточному проценту людей интересно узнать, что они из себя представляют. Поэтому мы надеемся, что данная работа сможет поднять интерес к самостоятельному изучению данной темы.

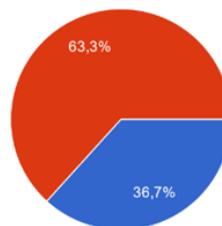
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА

Знаете ли вы про клеточные автоматы?
49 ответов



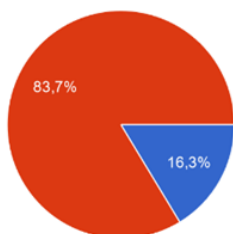
● Да
● Нет

Интересно ли вам узнать про вышеуказанные пункты?
49 ответов



● Да
● Нет

Знаете ли вы про игру "Жизнь"?
49 ответов



● Да
● Нет

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игра «Жизнь». Википедия [электронный ресурс] – режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Mathematical Games. The fantastic combinations of John Conway’s new solitaire game “life” by Martin Gardner – Scientific American Vol 223 №4 (October 1970) [электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.ibiblio.org/lifepatterns/october1970.html>
3. Игра «Жизнь» И.Н. Клумова. Научно-популярный физико-математический журнал «Квант» [электронный ресурс] – режим доступа: http://kvant.mccme.ru/1974/09/igra_zhizn.htm
4. Pixel Circles/Oval Generator – DonatStudios [электронный ресурс] – режим доступа: <https://donatstudios.com/PixelCircleGenerator>