

doi: 10.51639/2713-0576_2024_4_2_80

УДК 004.424.23

ГРНТИ 20.00.00

ВАК 1.2.2

Программная система симуляции естественного отбора

* Исабекова О.А., Бульцев А.А., Бокоев Г.Р., Константинов А.П.

*РТУ МИРЭА - Российский технологический университет,
119454, ЦФО, г. Москва, проспект Вернадского, д. 78*

email: * isabekova@mirea.ru, bulzevalexandr@yandex.ru,
goshik04@gmail.com, mralexey1@mail.ru

Аннотация

В статье представлена разработка программной системы симуляции естественного отбора. Реализованное консольное приложение включает в себя функциональность по репродукции, мутации особей, их перемещению, питанию, межвидовому взаимодействию и гибели. Исследование включает анализ предметной области, обоснование средств проектирования, модель процессов системы и общее описание программы. Полученные результаты значимы для изучения эволюции живых организмов.

Ключевые слова: симуляция, естественный отбор, программная система, эволюция, анализ данных.

Введение

Развитие программной системы симуляции естественного отбора представляет собой актуальную задачу, обусловленную несколькими факторами. Во-первых, такая система способствует исследованию различных гипотез об эволюции живых организмов [1]. Во-вторых, её применение может оказать существенное влияние на разработку новых методов лечения и лекарств [4]. В-третьих, симуляция естественного отбора имеет потенциал для улучшения алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта [4].

Анализ предметной области

Программная система симуляции (ПСС) включает две предметные области — симуляцию естественного отбора и разработку программных систем. Анализ начинался с изучения трактовок и определений используемых понятий.

Естественный отбор — это процесс, при котором наиболее приспособленные к окружающей среде особи имеют больше шансов выжить и передать свои гены потомкам, чем менее

приспособленные. Этот процесс является одним из основных механизмов эволюции и приводит к изменению генетического состава популяции в течение поколений [2].

Особь — самостоятельно существующий организм [3].

Популяция — это группа одного вида животных, растений или микроорганизмов, которые обитают в определенной области и могут размножаться между собой [2].

Ген — элементарная единица наследственности, которая определяет признаки, свойства и функции организма [3].

Симуляция естественного отбора используется для изучения влияния различных факторов на процессы эволюции и адаптации. К таким факторам могут относиться изменение климата, наличие конкурентов и хищников, а также изменение условий жизни.

Для программной симуляции естественного отбора используются различные математические модели и алгоритмы машинного обучения, которые позволяют смоделировать изменения в генетическом коде популяции и выживание наиболее приспособленных особей [1].

Симуляция естественного отбора может использоваться в различных областях, поэтому при разработке стоит предусмотреть возможность внедрения реализованной системы в различные проекты как на уровне программного кода, так и на уровне программного приложения.

При разработке модульного программного приложения, поддерживающего внедрение модификаций используется объектно-ориентированный подход программирования.

Объектно-ориентированное программирование — это методология программирования, основанная на представлении программы в виде совокупности взаимодействующих объектов, каждый из которых является экземпляром определённого класса, а классы образуют иерархию наследования.

Объект — это экземпляр класса, конкретный представитель класса.

Класс — это модель для создания объектов определённого типа, описывающая их набор полей и их начальное состояние и определяющая алгоритмы для работы с этими объектами.

Обзор и анализ аналогов

Сейчас на рынке представлено не мало симуляторов эволюции, это связано как с развитием биологии, так и с развитием информационных технологий — появляются новые задачи, которые необходимо анализировать и новые алгоритмы, с помощью которых данные задачи можно решить.

Различные симуляторы эволюции используют разные алгоритмы выбора жизнеспособных особей, но в рамках данной работы рассмотрим аналоги, использующие только алгоритм естественного отбора [1, 4].

Сравнительный анализ аналогичных решений представлен в таблице 1. Критерии, на основании которых проводилось сравнение:

1. Наличие исходного кода программы.
2. Наличие исполняемого файла приложения;
3. Наличие взаимодействий между особями одного вида.
4. Наличие взаимодействий между видами.

Таблица 1.

Сравнительный анализ решений

Решение	Критерии				Примечания
	1	2	3	4	
Tierra	Да	Да	Да	Нет	Одна из самых первых симуляций искусственной жизни. В симуляции полностью отсутствует визуализация.
foo52ru bots	Да	Нет	Да	Нет	Наиболее близкий по реализации аналог разрабатываемого решения. Алгоритм эволюции возникает за счет среды.
Амёбы	Нет	Да	Нет	Нет	В симуляции у существ нет никаких сенсоров. Нельзя задать параметры симуляции.

Все проанализированные системы рассматривают естественный отбор в рамках одного вида, не учитывая взаимодействие с другими видами существ. Потребность в разрабатываемой мною системе обусловлена возможностью добавления различных видов существ и подробного описания их взаимодействий, что позволяет рассмотреть естественный отбор как в рамках одного вида, так и в рамках системы из различных видов существ.

Постановка задачи на разработку программной системы

По результатам анализа предметной области и существующих решений видно, что на данный момент не существует продукта, удовлетворяющего требованиям объекта исследования настоящей работы, поэтому такой продукт необходимо разработать. Таким разрабатываемым решением является программная система симуляции естественного отбора.

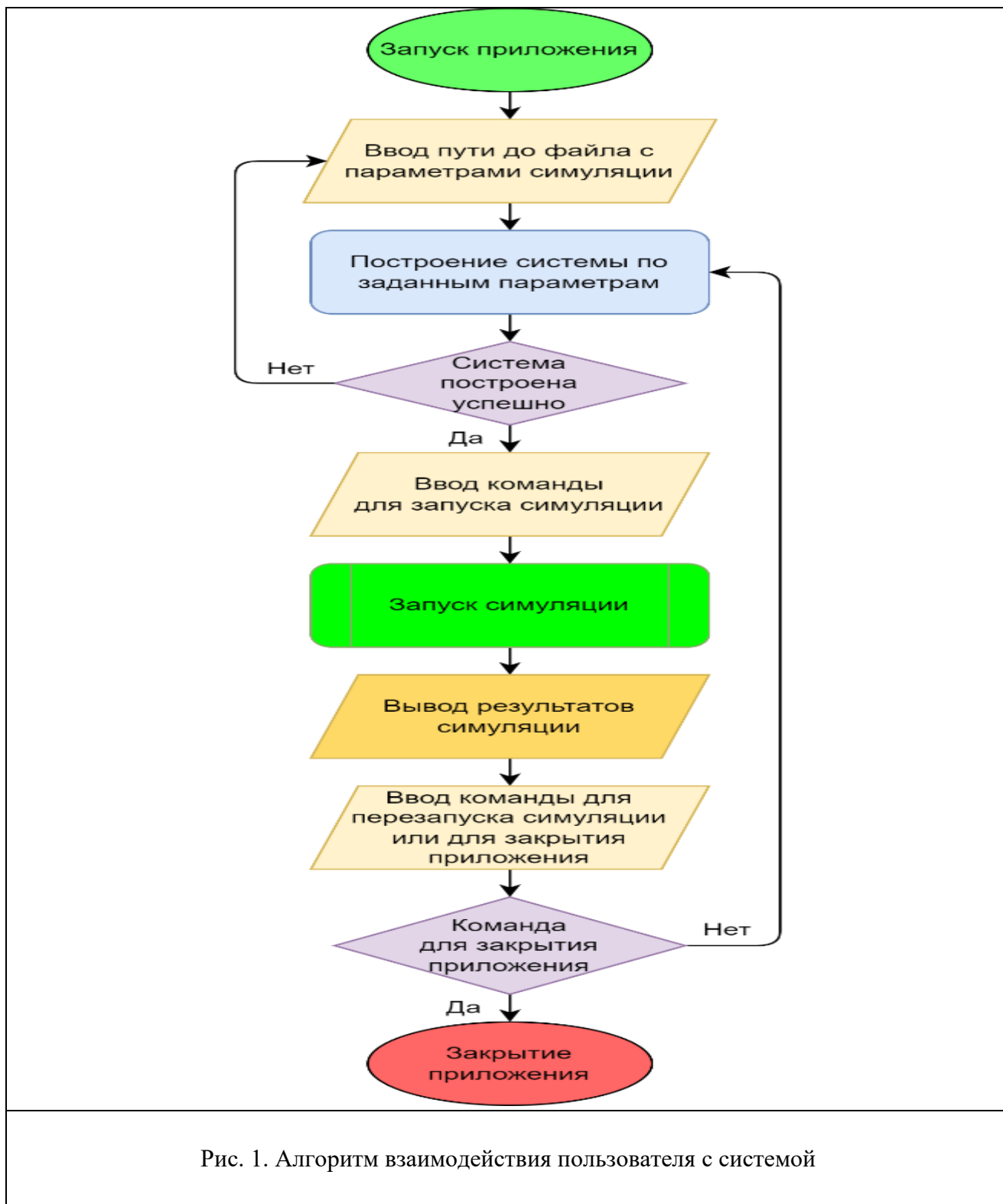
Задачи программной системы симуляции:

- построение симуляции в соответствии с входными данными;
- обработка тактов симуляции, включающих в себя размножение, питание, мутации и естественный отбор в рамках популяции;
- вывод промежуточных и конечного итогов симуляции.

Модель работы программной системы

Модель процессов системы позволяет понять, как друг с другом взаимодействуют её конкретные элементы и как с ней взаимодействует человек, однако, для того чтобы понять, в какой последовательности работают эти элементы и что нужно делать пользователю для правильной работы программы, необходимо знать алгоритм работы системы и алгоритм работы с системой.

Пользователь взаимодействует с системой, предоставляя ей исходные характеристики симуляции и получая от системы результаты симуляции. Подробнее данный алгоритм представлен на рисунке 1.



Теперь рассмотрим алгоритм работы симуляции в ПСС. После обработки входных данных происходит построение модели симуляции естественного отбора — создается поле, на

котором создаются заданные особи. Затем запускается процесс симуляции — для каждой особи обрабатываются ее перемещение по полю, питание, размножение, мутации и взаимодействие с другими особями. Подробнее данный алгоритм представлен на рисунке 2.

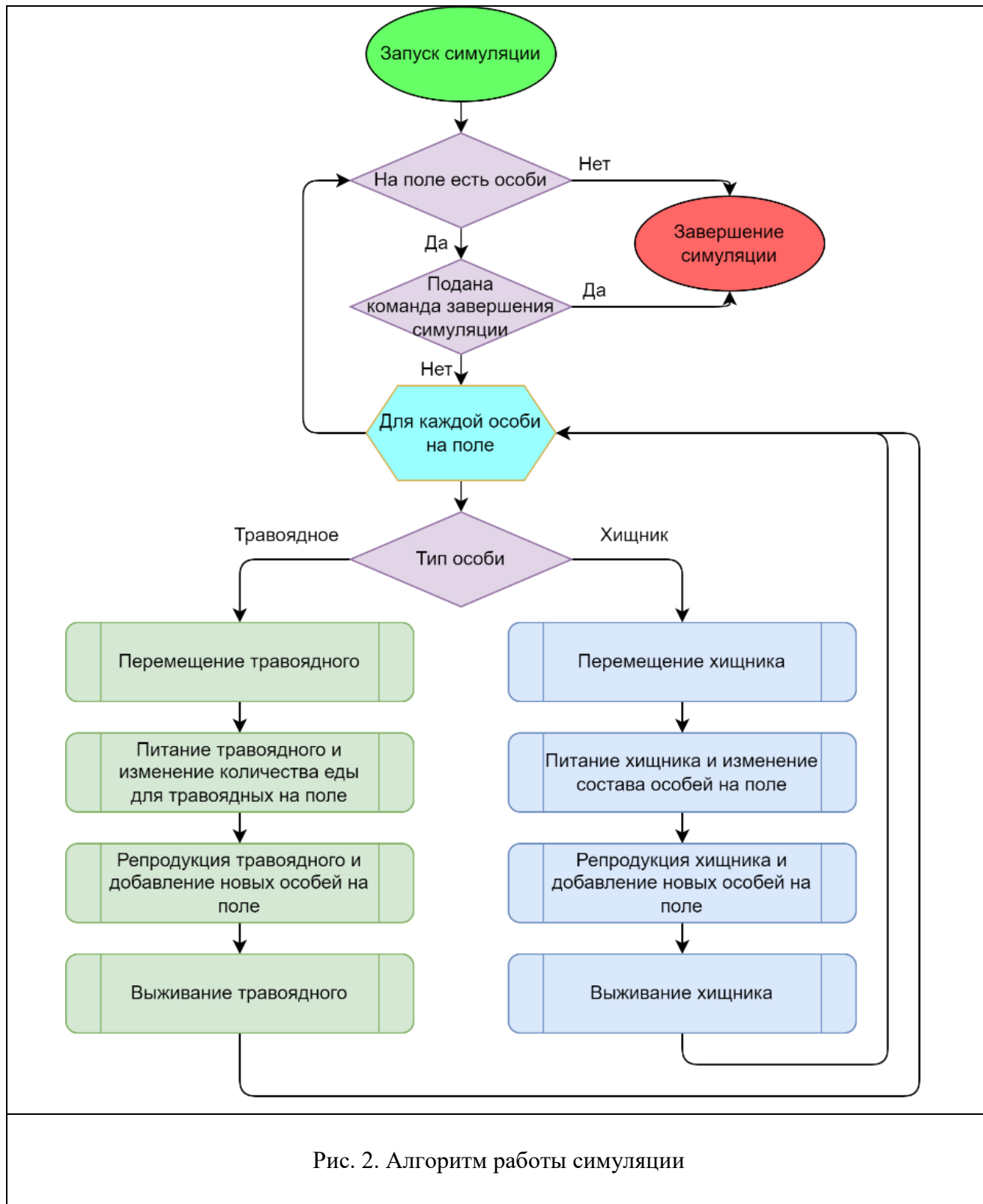


Рис. 2. Алгоритм работы симуляции

Описание функций, реализуемых программной системой

В системе реализованы следующие функциональные возможности для пользователя:

- ввод параметров симуляции: позволяет задавать различные параметры симуляции для различных случаев, при этом файл с параметрами изначально должен соответствовать требованиям к файлу с параметрами для исключения ошибок при построении системы;
- вывод результатов работы симуляции: позволяет проанализировать полученные результаты симуляции как во время работы программы, так и по ее завершении. Результаты работы симуляции выводятся в консоль и записываются в специализированный файл.

В системе реализованы следующие внутренние функциональные возможности:

- функция перемещения особи: особь перемещается по полю изменяя свои координаты по алгоритму случайного блуждания;
- функция питания особи: травоядные особи потребляют пищевые запасы среды симуляции, а хищники потребляют особей других видов;
- функция мутации: изменяет особые параметры у особи;
- функция репродукции: в зависимости от плодовитости добавляет в систему особей своего вида, при этом они подвергаются мутациям.
- функция выживания: обрабатывается случай смерти особи от внутренних факторов.

Вышеописанные функциональные возможности в программной системе реализуются в классе приложения, что позволяет интегрировать данную систему в другие проекты, разрабатываемые на языке C++.

Заключение

В ходе выполнения проектной работы проведены анализ предметной области, обзор существующих решений и определены требования к программной системе. Разработана пользовательская модель и спроектирована структура системы. Разработан алгоритм работы и сама программная система симуляции естественного отбора. Результатом работы является возможность симуляции естественного отбора, прогнозирование развития популяций и исследование эволюции.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Эмёрджеволюция. Сборник информации о симуляции эволюции и смежным темам: сайт. — URL: <https://optozorax.github.io/e/emergevolution> (дата обращения: 18.02.2024)
2. Естественный отбор. Интернет-энциклопедия Википедия: сайт. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Естественный_отбор (дата обращения: 02.03.2024)

3. Эволюция. Интернет-энциклопедия Википедия: сайт. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эволюция> (дата обращения: 02.03.2024)
4. Neuroevolution in squids. Статья Job Talle: сайт. — URL: https://jobtalle.com/neuroevolution_in_squids.html (дата обращения: 12.03.2024)

A software system for simulating natural selection

* Isabekova O.A., Bultsev A.A., Bokoyev G.R., Konstantinov A.P.

RTU MIREA - Russian University of Technology,
78 Vernadsky Avenue, Moscow, Central Federal District, 119454

email: *isabekova@mirea.ru, bulzevalexandr@yandex.ru,
goshik04@gmail.com, mralexey1@mail.ru

The article presents the development of a software system for simulating natural selection. The implemented console application includes functionality for reproduction, mutation of individuals, their movement, nutrition, interspecific interaction and death. The study includes an analysis of the subject area, justification of design tools, a model of the system processes and a general description of the program. The results obtained are significant for studying the evolution of living organisms.

Keywords: simulation, natural selection, software system, evolution, data analysis.

References

1. Emergence. Collection of information about evolution simulation and related topics: website. — URL: <https://optozorax.github.io/e/emergevolution> (date of application: 02/18/2024)
2. Natural selection. Internet encyclopedia Wikipedia: website. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Natural selection](https://ru.wikipedia.org/wiki/Natural%20selection) (accessed: 03/02/2024)
3. Evolution. Internet encyclopedia Wikipedia: website. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Evolution> (accessed 02.03.2024)
4. Neuroevolution in squids. Job Talle article: website. — URL: https://jobtalle.com/neuroevolution_in_squids.html (date of address: 03/12/2024)