

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра системного анализа и  
автоматического управления

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ДЕТСКОГО ДОШКОЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 481 группы  
направления 27.03.03 — Системный анализ и управление  
факультета КНиИТ  
Мосенза Богдана Ильича

Научный руководитель  
доцент, к. т. н.

\_\_\_\_\_

Д. Ю. Петров

Заведующий кафедрой  
к. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_

И. Е. Тананко

Саратов 2022

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** С развитием информационных технологий компьютеры, с их расширенными функциональными возможностями, активно применяются в различных сферах человеческой деятельности, связанных с обработкой информации, представлением данных.

Имитационное моделирование [1] позволяет описывать модели систем через процессы или события, которые в них происходят. При таком подходе модель системы реализуется в виде компьютерной программы. Отличие имитационного моделирования от аналитического заключается в том, что намного легче описывать сложные системы и находить для них численные характеристики.

За последнее время имитационное моделирование стало одним из основных и наиболее распространённых инструментов исследования сложных систем. Роль имитационного моделирования в промышленном и информационном мире велика [2]. Благодаря возможности построения имитационной модели реальной системы исследователи могут проводить большое количество экспериментов, анализировать поведение системы, собирать статистические данные и делать соответствующие выводы. Эксперименты над имитационной моделью, в отличие от экспериментов над реальной системой, позволяют сэкономить временные и денежные ресурсы. Таким образом, имитационное моделирование является важным инструментом исследования и анализа поведения реальных систем, который в последнее время активно развивается.

**Цель бакалаврской работы** — исследование и построение бизнес-процессов и имитационных моделей детского дошкольного учреждения.

Поставленная цель определила **следующие задачи**:

1. Изучение устройства функционирования и бизнес-процессов объекта исследования.
2. Построение имитационных моделей объекта исследования.
3. Анализ полученных результатов и проверка адекватности моделей.

**Методологические основы** имитационного моделирования и, в частности, агентного подхода имитационного моделирования представлены в работах В.П. Строгалева, Ю.Г. Древиса, С.В. Черемых, В.Д. Боева, Д.В. Александрова.

**Практическая значимость бакалаврской работы.** В ходе выпускной квалификационной работы спроектированы имитационные модели некоторых проблем организации, с которыми были проведены эксперименты с целью повышения эффективности исследуемых областей [3].

**Структура и объем работы.** Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и 1 приложения. Общий объем работы — 45 страниц, из них 42 страниц — основное содержание, включая 23 рисунка и 2 таблицы, список использованных источников информации — 20 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Первый раздел «Анализ объекта исследования»** посвящен описанию объекта исследования, основных понятий системного анализа и имитационного моделирования, рассмотрению методов и средств имитационного моделирования.

В подразделе 1.1 описывается дошкольное образовательное учреждение детский сад и направления деятельности организации. Приводятся основные понятия имитационного моделирования и системного анализа.

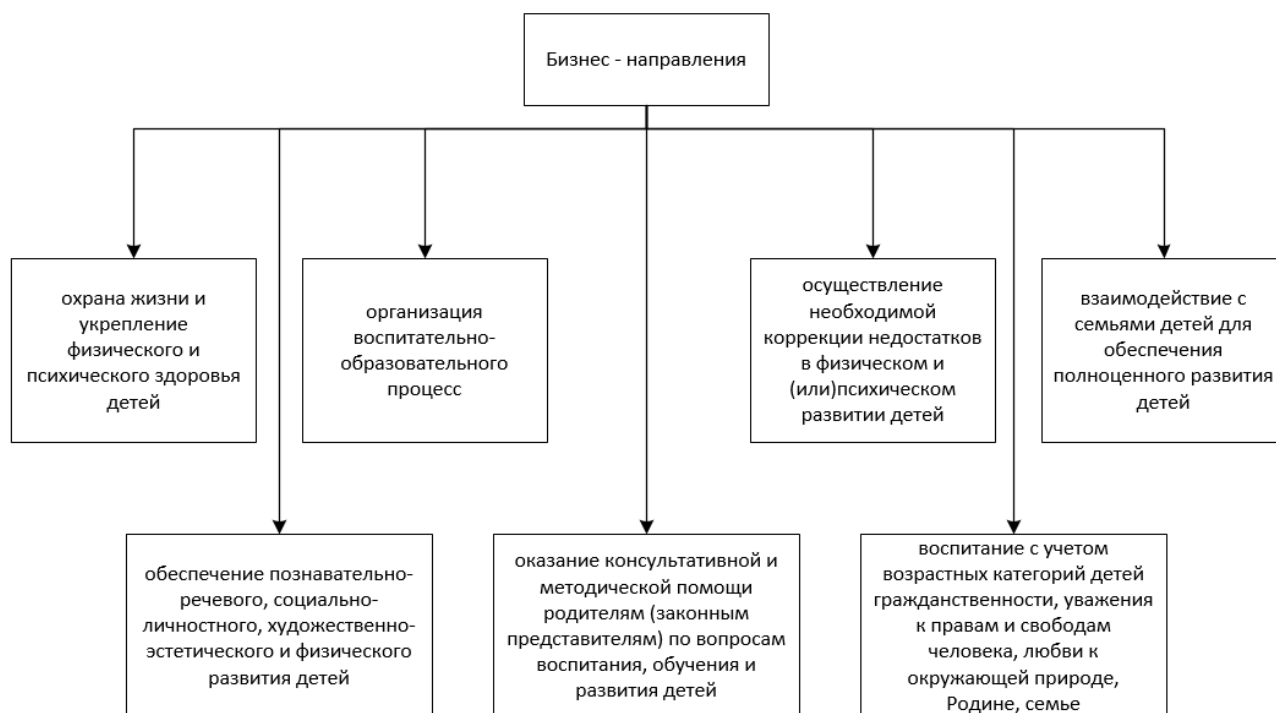


Рисунок 1 – Направления деятельности МАДОУ детского сада № 21.

Подраздел 1.2 посвящен методам и средствам имитационного моделирования и повышения эффективности функционирования моделируемой системы.

В подразделе 1.3 проводится постановка задач исследования, определяются цель и область моделирования. Целью моделирования является модельное решение проблемы низкой квалификации персонала занимающегося воспитательно-образовательным процессом.

**Второй раздел «Моделирование деятельности объекта управления»** посвящен описанию процессов функционирования дошкольного образовательного учреждения.

В подразделе 2.1 описываются состав и функции автоматизированных рабочих мест.

Подраздел 2.2 посвящен созданию имитационной модели в системе имитационного моделирования Business Studio.

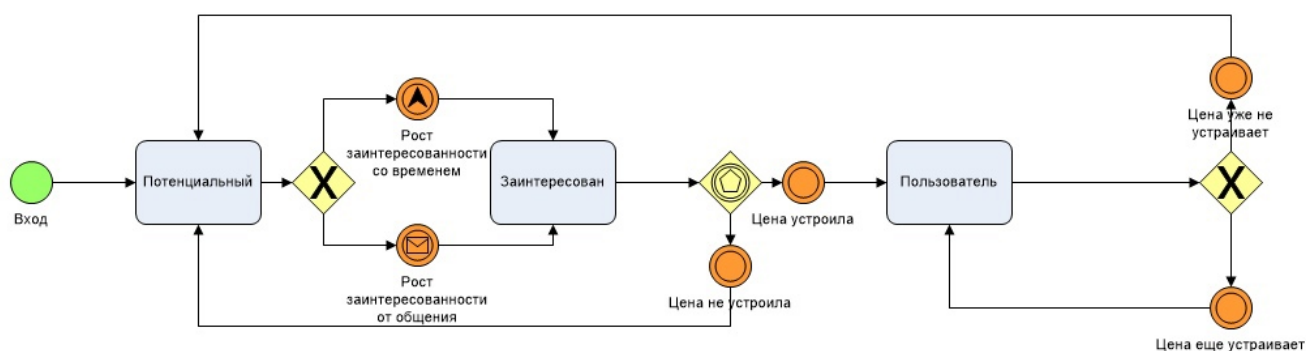


Рисунок 2 – Пример модели в Business Studio

**Третий раздел «Модели в имитационной системе AnyLogic»** посвящен построению имитационных моделей в системе имитационного моделирования AnyLogic.

В подразделе 3.1 описываются процесс построения модели поиска сотрудников и результаты моделирования.

Для модели [4] была создана популяция агентов в 1000 человек, в которой случайным образом были распределены люди с различной квалификацией и требуемой заработной платой.

При запуске модели появляется интерфейс управления параметрами модели и график отображающий статистику в реальном времени. Для удобства управления были добавлены бегунки, позволяющие регулировать параметры.

Справа от элементов управления и статистики находится популяция агентов состоящая из агентов двух цветов: серый и зеленый. Серые агенты – потенциальные работники, а зеленые – потенциальные работники согласные на наши условия.

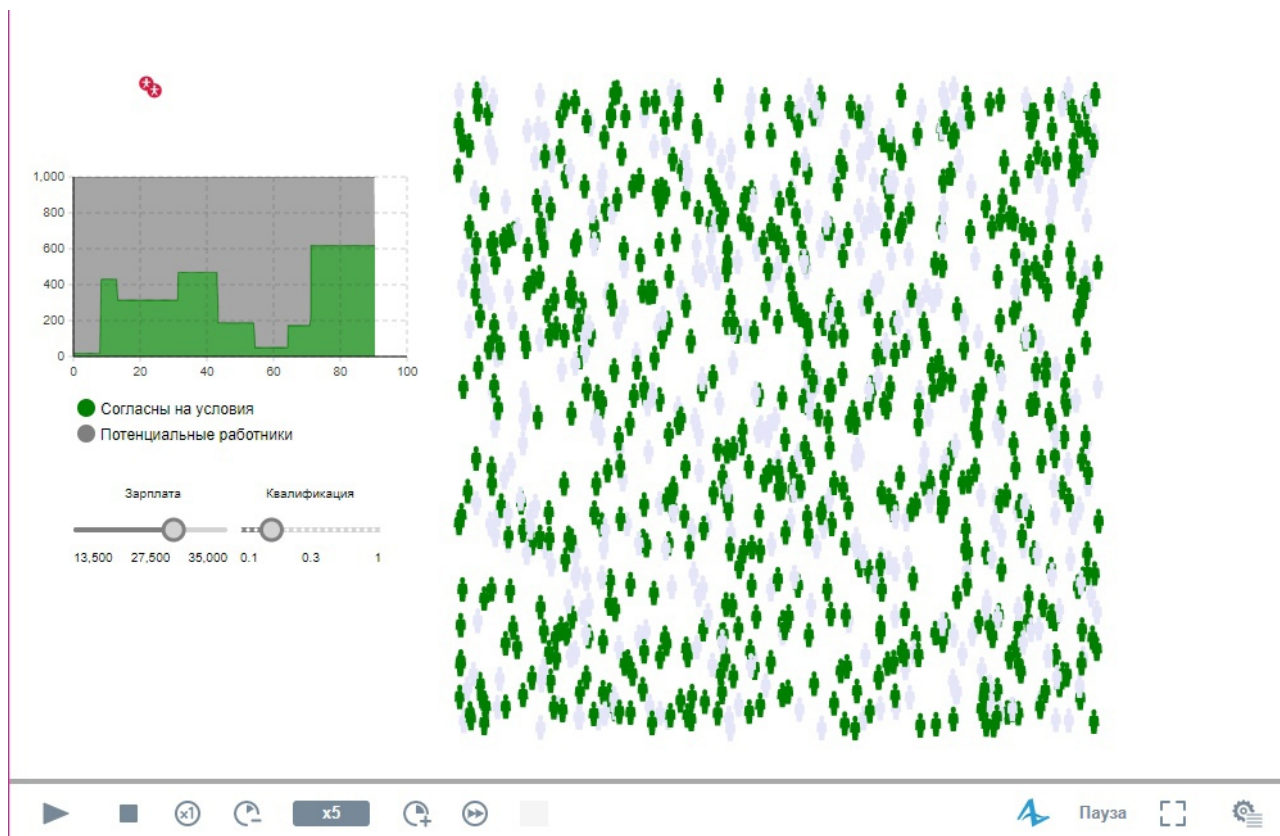


Рисунок 3 – Процесс работы симуляции модели

Изменяя различные параметры в ходе работы симуляции наблюдается изменение количества согласных на условия сотрудников.

Для решения проблемы низкой квалификации персонала, используется встроенная функция среды AnyLogic "Эксперимент: оптимизация". С помощью данной функции, программа определяет оптимальные параметры с учетом заданных требований.

Требования для оптимизации:

$$root.DSemployee.getY(root.DSemployee.size() - 1) \geq 50$$

$$Qualification > 0.6$$

Данные ограничения выставляются для нахождения хотя бы 50 потенциальных работников с высшим образованием.

## MAD0Y\_personnel : Optimization

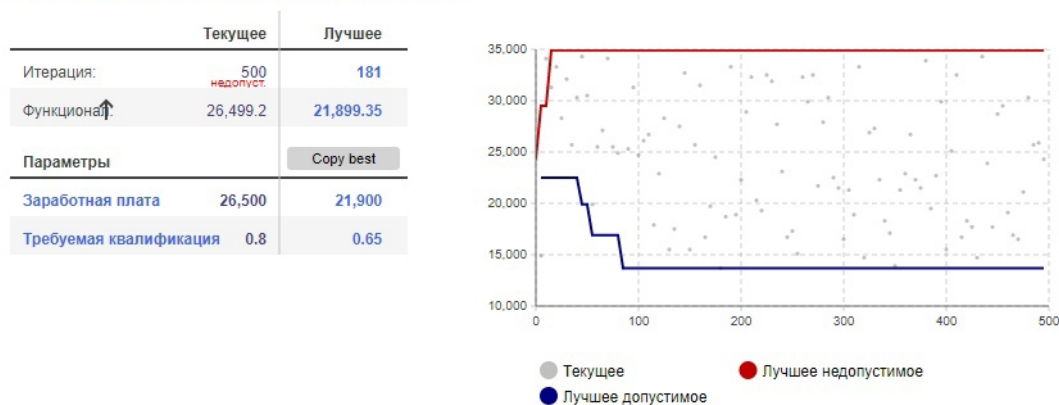


Рисунок 4 – Процесс работы оптимизации

В ходе эксперимента был получен результат, что при заработной плате 21 900р. будет найдено необходимое количество потенциальных работников с высшим образованием.

В подразделе 3.2 описываются процесс построения модели привлечения финансирования и результаты моделирования.

Источником дополнительного финансирования, в соответствии с законом, было выбрано предоставление платных дополнительных образовательных услуг. Под платными образовательными услугами подразумеваются кружки, секции и т.д.

В модель был добавлен агент [5] "Parents" – родители, потенциальные пользователи услуг, с параметрами: readyToPay, interest.

Популяция составляет 120 агентов, поскольку мест в детском саду 120, за 1 агента считаются родители 1 ребенка.

Параметр readyToPay - сумма которую готовы заплатить потенциальные потребители.

Параметр interest - коэффициент заинтересованности.

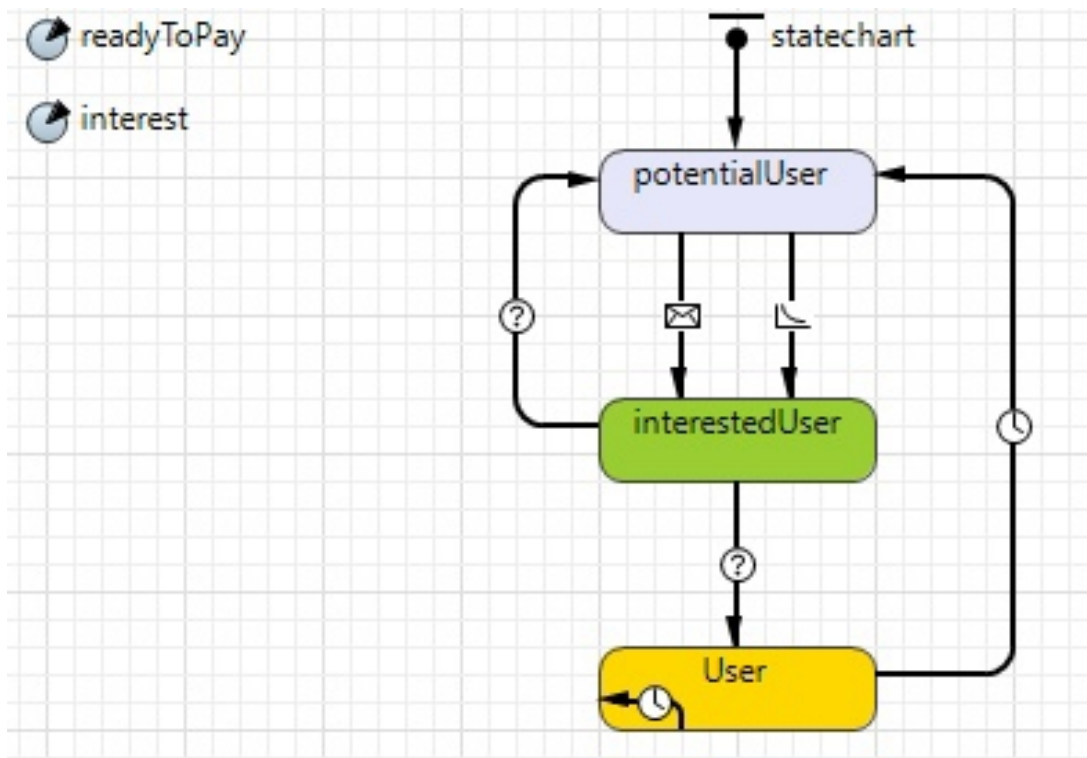


Рисунок 5 – Переходы состояний агентов

Агент имеет 3 возможных состояния: potentialUser, interestedUser, User.  
 potentialUser – потенциальные потребители услуг.  
 interestedUser – заинтересованные в приобретении услуг.  
 User – потребители услуг.

Переход [6] из состояния potentialUser в interestedUser происходит с интенсивностью interest. С помощью метода *sendToRandom()*; агенты в состоянии User посылают случайным агентам сообщение через определенные промежутки времени, тем самым симулируя "общение". При получении сообщения у агента повышается параметр interest, что способствует более быстрому переходу.

Переход из состояния interestedUser в User происходят при выполнении условия  $readyToPay \geq main.Price$

Агент может вернуться в состояние potentialUser из состояния interestedUser при выполнении условия  $readyToPay < main.Price$

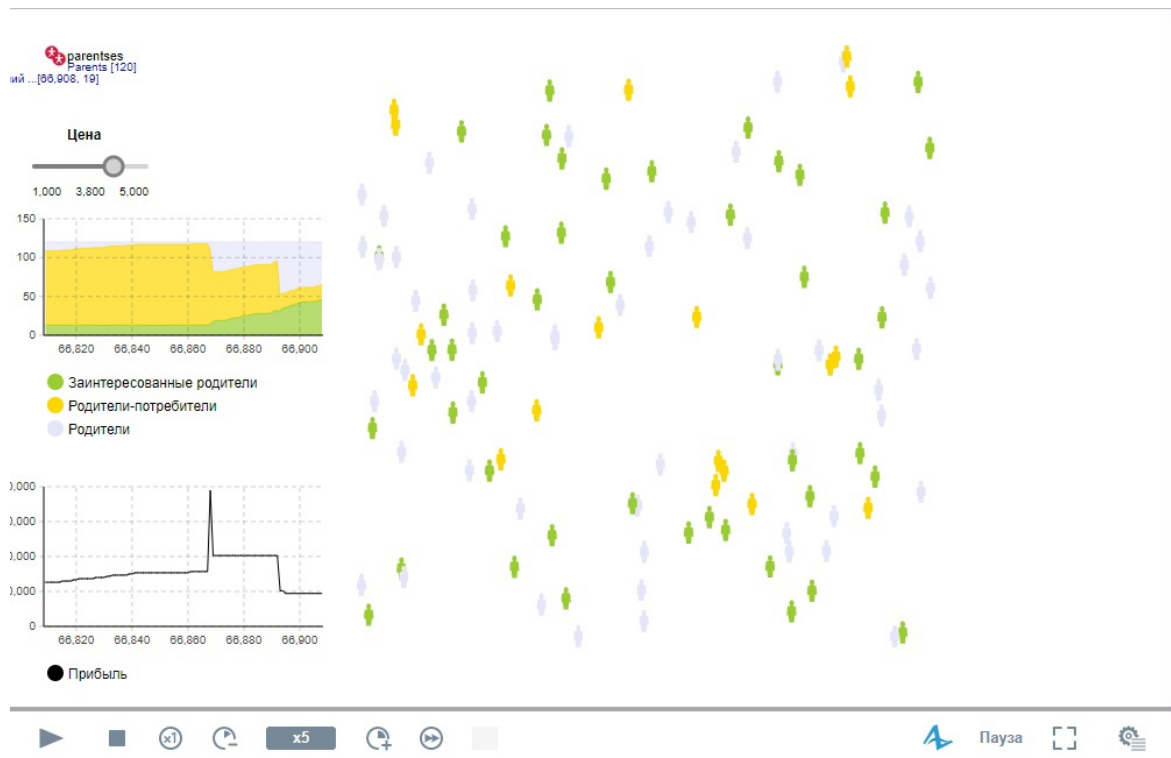


Рисунок 6 – Модель

При запуске модели появляется интерфейс управления параметрами модели и графики отображающие статистику в реальном времени. Для удобства управления был добавлен бегунок, позволяющие регулировать интересующий нас параметр.

Справа от элементов управления и статистики находится популяция агентов состоящая из агентов трех цветов: серый, зеленый и золотой. Серые агенты – потенциальные потребители услуг, зеленые – заинтересованные в приобретении услуг, а золотые – потребители услуг.

В подразделе 3.3 описываются процесс построения модели эпидемии и результаты моделирования.

Популяция [7] составляет 400 агентов, в популяцию входят все посетители, включая детей, родителей и персонал.



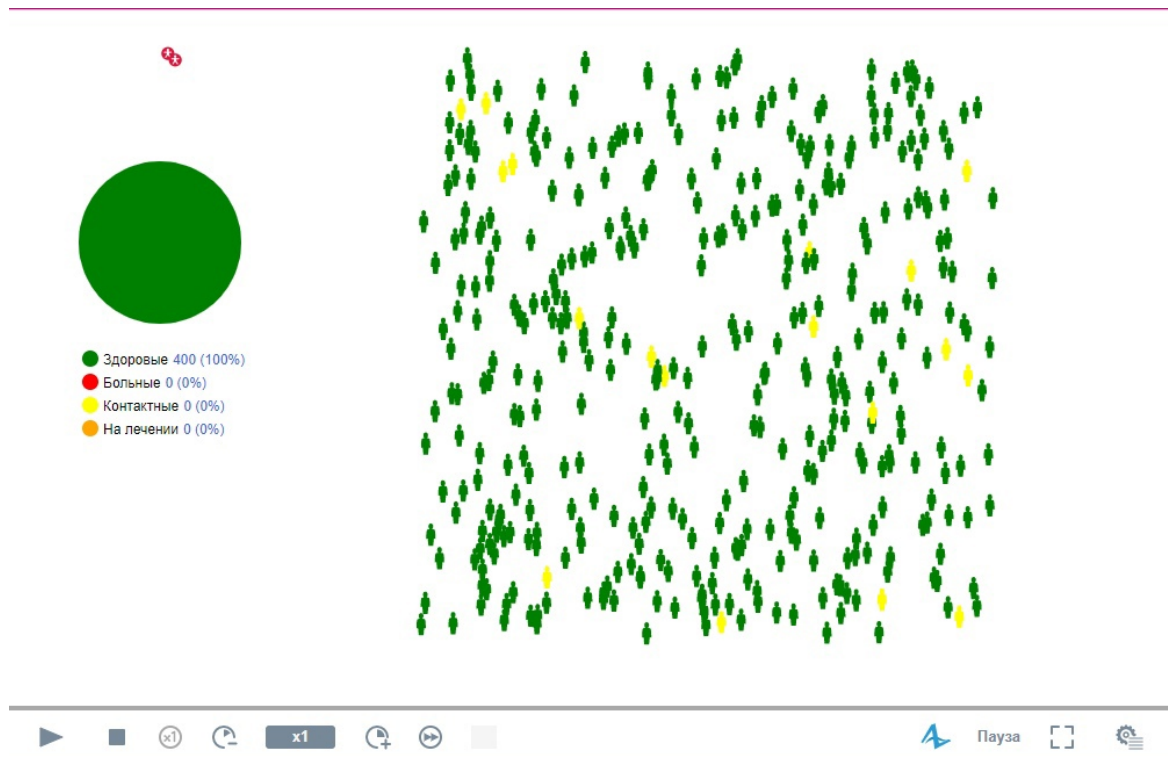


Рисунок 7 – Модель эпидемии

Агент имеет 4 состояния: `healthy`, `contact`, `treatment`, `sick`.

`healthy` – здоровый агент. Начальное состояние всех агентов.

`contact` – зараженный агент. Агент может заразиться спустя определенное время, зависящее от параметра `infectionEfficiency`, или при контакте с агентами в состоянии `contact` или `sick`.

`treatment` – агент находящийся на лечении. Агент переходит в состояние `treatment` из состояния `contact` с вероятностью 0.3 или из состояния `sick` спустя определенное время.

`sick` – больной агент. Агент переходит в состояние `sick` из состояния `contact`, если не попал в состояние `treatment`.

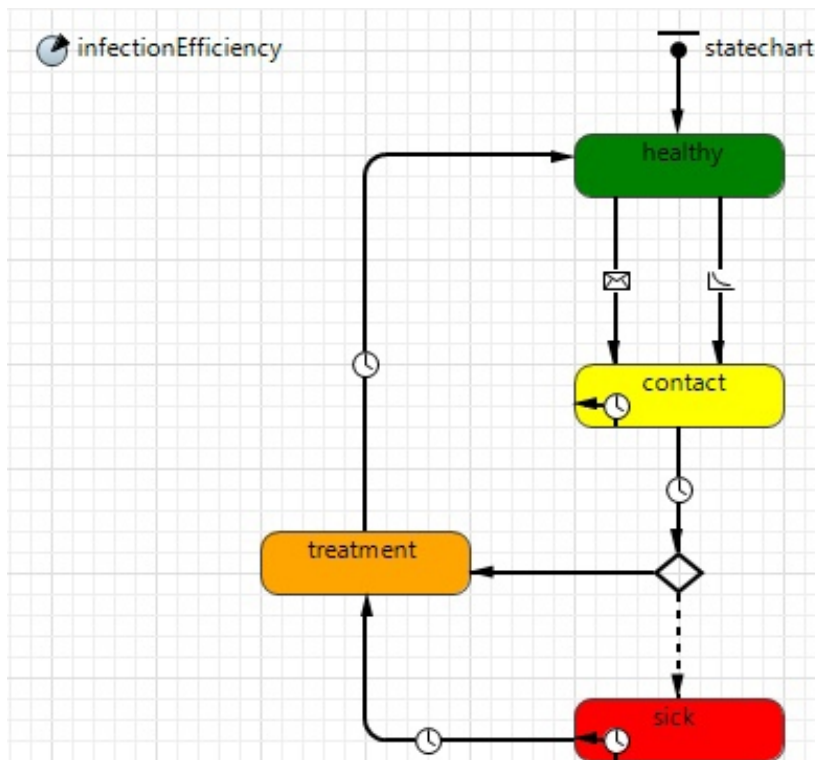


Рисунок 8 – Переходы состояний агентов

**Четвертый раздел «Проверка адекватности модели»** посвящен проведению оценки адекватности.

Подраздел 4.1 описывает алгоритм проверки модели на адекватность.

В подразделе 4.2 описывается программа для оценки адекватности результатов модели.

В подразделе 4.3 приводятся результаты проверки на адекватность.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирование является одним из способов решения практических задач. Решение проблем путем проведения экспериментов над объектами реального мира может оказаться слишком дорогим, а постройка новых объектов или изменение инфраструктуры не целесообразным, опасным или просто невозможным. В таких ситуациях проще прибегнуть к моделированию реально системы, описав ее на языке моделирования. Переход от реальной модели к имитационной всегда подразумевает переход на некий уровень абстракции, игнорируя факторы, которые считаем несущественными и учитывая только то, что считаем важным. Имитационная модель, это всегда упрощенная версия реальной модели, и это необходимо учитывать.

В данной выпускной квалификационной работе было исследовано устройство функционирования и бизнес-процессы объекта исследования, рассмотрены имитационные модели смоделированные в среде AnyLogic и описаны методы анализа имитационных моделей. Разработан алгоритм для оценки адекватности модели.

В ходе исследования процессов функционирования детского дошкольного учреждения была достигнута цель работы и решены поставленные задачи.

#### **Основные источники информации:**

1. Репин, В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / В. В. Репин — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. — 470с.
2. Древис Ю.Г. Введение в имитационное моделирование: Учебное пособие. — М.: МИФИ, 2002. — 148 с.
3. Александров, Д. В., Моделирование и анализ бизнес-процессов / Д.В. Александров, — Саратов: "Ай Пи Эр Медиа 2017. — 227с.
4. Боев, В. Д., Имитационное моделирование систем : учеб. пособие для прикладного бакалавриата / В. Д. Боев — Москва: Издательство Юрайт, 2017. — 253 с
5. Строгалев, В.П., Имитационное моделирование. Учебное пособие / Строгалев В.П., Толкачева И.О. — Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 296 стр.
6. Черемых С. В. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум / С. В. Черемых — М.: Финансы и статистика, 2006. — 192 с.
7. Палей А.Г., Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic. / А.Г. Палей, Г.А. Поллак — М: Издательство "Лань" , 2019. — 208 с.