УДК 004.942

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ

Пивень О.И.

Сибирский государственный университет науки и технологий

E-mail: 9piveneg@gmail.com

В статье рассматривается метод анализа ТПУ с помощью применения имитационной модели и выбор оптимальных параметров для стабильного функционирования ТПУ, приведен пример с разработанной имитационной моделью.

Ключевые слова: транспортно-пересадочный узел, имитационная модель, моделирование.

IMITATING MODEL FOR THE CHOICE OF OPTIMUM PARAMETERS OF FUNCTIONING OF TRANSPORT HUBS

Piven O.I.

In article the method of the analysis of TPU by means of application of imitating model and the choice of optimum parameters for stable functioning of TPU is considered, the example with the developed imitating model is given.

Keywords: transport hubs, imitating model, modeling.

Методы имитационного моделирования имеют широкий спектр применения и активно внедряются в различные сферы деятельности. Имитационное моделирование с успехом может применятся, в том числе, и для решения задач по движению пассажиропотоков в транспортно-пересадочных узлах (далее ТПУ)

Основной задачей пассажирского транспорта является полное удовлетворение потребностей населения в перевозках. Транспортная проблема одна из важнейших проблем крупных городов, мегаполисов, которая с их ростом и развитием приобретает все более острый социальный, градостроительный и экономический характер [2].

Применяемые в настоящий момент традиционные методы расчета пропускной способности и вместимости ТПУ не учитывается пространство, необходимое для одного пассажира, направления пассажиров при разведении встречных потоков, скорость движения пассажира, а также время, необходимое для приобретения билета. Это приводит к снижению эффективности функционирования, действующего ТПУ и большее отклонение работы реальной системы от задуманного проекта ТПУ. Поэтому разработка и применение имитационных моделей для

проектирования или выявления слабых мест ТПУ дает возможность протестировать на модели поведение системы с получением более достоверных показателей [3].

Целью данной работы является анализ эффективности применения методов имитационного моделирования для оптимизации работы ТПУ.

Основой работы послужило исследование реальной системы – железнодорожный вокзал в г. Красноярске.

Разработка имитационной модели проводилась в среде AnyLogic, которая использует пешеходную библиотеку для моделирования движения пешеходов в физическом пространстве, в основе которой заложены многолетние теоретические исследования и работа которой неоднократно проверена на практике. Библиотека позволяет моделировать здания, в которых движутся пешеходы, а также улицы и другие места большого скопления людей, гибко задавать пешеходные потоки и анимировать их, чтобы сделать модель понятной любому человеку. Библиотека позволяет собирать статистику плотности пешеходов в различных областях модели, вычислять время пребывания пешеходов в определенных пространствах и т. д., что позволяет определять и устранять проблемные места [4].

При моделировании пешеходных потоков решают следующие задачи:

1. расчет пропускной способности помещений. Допустим, необходимо построить гипермаркет, станцию метро, железнодорожный или аэровокзал. В таком случае появляется задача: как сконфигурировать помещение таким образом, чтобы пешеходные потоки не мешали друг другу, сервисы справлялись с нагрузкой, а люди чувствовали себя комфортно;

2. организация пешеходного движения. При строительстве парков развлечений, музеев, стадионов возникают вопросы организации движения людей, например: «Где поставить киоск или рекламный щит?», «Как организовать процесс, чтобы люди, стоящие в очередях за билетами, не мешали проходящей толпе?». Чем больше размер помещения и количество посетителей, тем актуальнее данные вопросы;

3. анализ вариантов эвакуации людей. При эвакуации люди ведут себя агрессивно, стараясь как можно быстрее покинуть зону опасности. Встает вопрос организации пешеходных потоков в нештатных ситуациях. Для этого применяются соответствующие знаки, указывающие на аварийные выходы, кроме того, часто за эвакуацию отвечаю специальные люди. Моделирование чрезвычайных происшествий позволяет заранее предвидеть проблемы, возникающие при эвакуации людей, и в конечном счете спасти человеческие жизни [5].

Имитационная модель разрабатывается с учетом всех основных элементов, которые могут иметь ТПУ: план-схема здания и прилегающей местности (если необходимо), транспортные

остановки, тротуары, железнодорожные пути, залы ожидания, билетные кассы, входы и выходы, и т.д. В том числе, необходимо учитывать расположение элементов на план-схеме ТПУ и их масштабность. Данная имитационная модель включает в себя следующие элементы: уличный вход и выход, переход на другой транспортный узел, проход к торговым точкам (магазин), два выхода к станциям. Основные элементы модели, на которых будет собираться необходимая статистика – 6 автоматов продажи билетов и по 6 турникетов на каждый выход станции.

Для создания корректной модели учитывались такие особенности моделируемой системы как:

1. неравномерность распределения нагрузки на автоматы самообслуживания и билетные кассы;
2. залповое распределение пассажиров во времени (прибытие поездов);
3. процентное соотношение пассажиров, имеющих и не имеющих проездные документы, билеты;
4. процентное соотношение пассажиров, желающих воспользоваться разными станциями и выходами/входами вокзала;
5. процентное соотношение пассажиров и провожающих;
6. время на обслуживание одного пассажира в автомате самообслуживания и билетных кассах, а также задержка пассажиров при проходе через раму-металлоискатель;
7. скорость движения пассажиров пешком

Пример рабочего пространства имитационной модели представлен на рисунке 1.

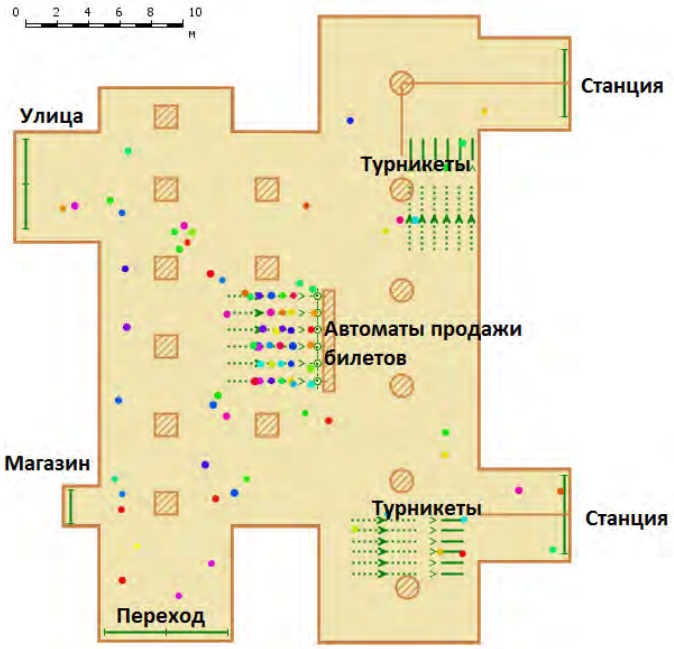

Рисунок 1 - Пример рабочего пространства имитационной модели

Задача, которую выполняет имитационная модель, это, прежде всего, симуляция пассажиропотока, далее, посредством графического представления результата симуляции, выявляются «слабые» места такие как: быстрое увеличение размера очередей в кассах, переполненное помещение зала ожидания, встречные потоки людей снижают скорость перемещения. Пример графического представления можно увидеть на рисунке 2.

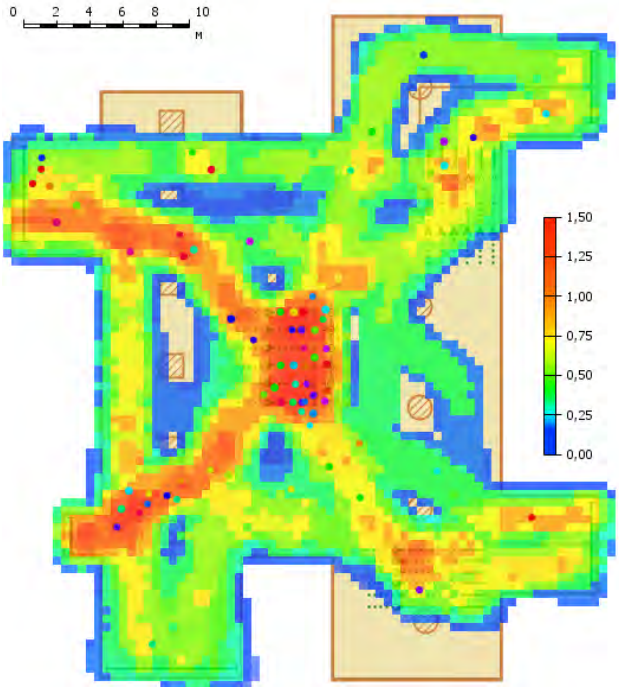

Рисунок 2 - Пример графического представления работы имитационной модели

Перед началом работы имитационной модели задаются необходимые входные параметры применимые для данной системы, как правило, это интенсивность пассажиропотоков, количество рабочих точек предоставления услуг и иные аттракторы. После симуляции моделью пассажиропотоков, исходя из графического представления, имеется возможность сделать вывод о загруженности на разных участках помещения. На рисунке 2, исходя из карты плотности пассажиропотоков, где синий цвет карты плотности используется для отображения участков низкой плотности, минимальное значение соответствует 0,00 пешехода/$м^2$, а значение критической плотности по равно 1,5 пешехода/$м^2$ и отображается красным цветом, при отсутствии плотности на определенном участке этажа этот участок не закрашивается [1], можно увидеть, что создаются трудности на этапе покупки билетов в автоматах, и заданное количество автоматов не справляются с имеющейся интенсивностью пассажиропотоков.

Варьируя входные данные, изменяя параметры работы сервисов в модели можно прогнозировать различные ситуации с движением пассажиропотоков, выявлять лимитирующие элементы в ТПУ, а также максимальную нагрузку по количеству пассажиров, которое может

обслужить ТПУ, и при которой не наступало бы затруднений при передвижении пассажиров в помещении и обслуживании в сервисах.

За счет своевременной корректировки режима работы ТПУ имеется возможность снизить время ожидания в очереди к билетным кассам, а также уменьшить количество скапливающихся пассажиров на различных участках ТПУ. Таким образом, имитационная модель позволяет оптимизировать процесс функционирования ТПУ.

Анализ эффективности применения методов имитационного моделирования для оптимизации работы ТПУ показал возможность адаптации модели к реальному процессу функционирования системы. Таким образом, в результате проведения работы было установлено, что имеется возможность оптимизировать процесс функционирования системы движения пассажиропотоков в ТПУ за счет разработки имитационной модели под конкретную систему.

Модель может использоваться для определения оптимальных параметров помещения, количества билетных касс, автоматов самообслуживания, входов и выходов здания и иных показателей.

Список литературы

1 Григорьев, И. Anylogic. Практическое пособие по имитационному моделированию [Текст]: учебное пособие/ И. Григорьев, 2016. -202 с. [1]

2 Евреенова Н. Ю. Выбор параметров транспортно-пересадочных узлов, формируемых с участием железнодорожного транспорта: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук МГУПС (МИИТ), Москва 2014.

3 Евреенова, Н.Ю. Моделирование пассажиропотоков в транспортнопересадочных узлах [Текст] / Н.Ю. Евреенова // Труды Международной научнопрактической конференции «Проблемы и перспективы развития транспорта». В 2т. Т. 2. М.: МИИТ, 2013. С. 95-102.

4 Создание агентных имитационных моделей (process mining), Е.А. Ланцев, М.Г. Доррер, ИММОД-2013, Казань

5 Helbing, D. Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations, Pedestrian and Evacuation Dynamics Springer-Verlag [Text] / D. Helbing // New York, 2002. pp. 21-58.