

## Совершенствование качества обслуживания пассажиров и посетителей вокзального комплекса станции Иркутск-Пассажирский с применением методов имитационного моделирования

А.В. Димов, В.А. Оленцевич✉

*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

✉olencevich\_va@mail.ru

### Резюме

Компания ОАО «РЖД» держит курс на увеличение пассажирооборота, привлечение большего числа клиентов за счет внедрения новых видов услуг и сервисов, расширения функциональных зон постоянно развивающейся инфраструктуры. В настоящее время клиентоориентированный подход в части развития вокзальных комплексов является приоритетным. Организация работы железнодорожного вокзала с пассажирами и посетителями, зависит от слаженного взаимодействия всех его подразделений, следовательно, необходимость обладания четким представлением об эффективности функционирования является актуальным вопросом. В современных условиях цифровизации производственных процессов большинства структурных подразделений железнодорожного транспорта, повышению качества обслуживания пассажиров уделяется особое внимание, поскольку данный процесс является наиболее трудоемким для отрасли, требует высокого качества и безопасности обслуживания. Применение методов имитационного моделирования, которые позволяют формировать дискретно-событийную модель обработки пассажиропотока на железнодорожном вокзальном комплексе, используя программную среду AnyLogic возможно достичь оптимальных управленческих решений в сфере организации работы. Результатом представленного научного исследования явилась разработка модели пассажиропотока нового объединенного пассажирского здания вокзального комплекса железнодорожной станции Иркутск-Пассажирский Восточно-Сибирской железной дороги в среде AnyLogic, на основе анализа которой предложен ряд мероприятий, направленных на повышение эффективности работы. При моделировании пассажиропотока на железнодорожном вокзале могут быть использованы различные математические модели, но учитывая специфику объекта моделирования, для обеспечения высокой адекватности целесообразно использовать именно имитационное моделирование, в большинстве случаев выступающее единственным инструментом, который позволяет получить данные о поведении пассажиропотока и провести его анализ.

### Ключевые слова

железнодорожный транспортный комплекс, методы имитационного моделирования, вокзальный комплекс, совершенствование качества обслуживания, пассажир, 3D-модель работы, модель пассажиропотока

### Для цитирования

Димов А.В. Совершенствование качества обслуживания пассажиров и посетителей вокзального комплекса станции Иркутск-Пассажирский с применением методов имитационного моделирования / А.В. Димов, В.А. Оленцевич // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 2(78). С. 72–81. DOI 10.26731/1813-9108.2023.2(78).72-81.

### Информация о статье

поступила в редакцию: 20.06.2023 г.; поступила после рецензирования: 27.06.2023 г.; принята к публикации: 28.06.2023 г.

## Improving the quality of passenger and visitor service at the Irkutsk-Passenger station complex using simulation methods

A.V. Dimov, V.A. Olentsevich✉

*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation*

✉olencevich\_va@mail.ru

### Abstract

The JSC «Russian Railways» is committed to increasing passenger turnover, attracting more customers through the introduction of new types of services, expanding the functional areas of the constantly developing infrastructure. Currently, a customer-oriented approach to the development of railway station complexes is a priority. The organization railway station's work with passengers and visitors depends on the well-coordinated interaction of all its departments, therefore, the need for a clear idea of the effectiveness of functioning is an urgent issue. In modern conditions of digitalization of production processes at most railway structural divisions, special attention is paid to improving the quality of passenger service, the process being the most labor-intensive for the industry, requiring high quality and safety of service. The use of simulation modeling methods that allowing to form a discrete-event model of passenger traffic processing at a railway station complex using the AnyLogic software environment, makes it possible to achieve optimal management decisions in the field of work organization. The result of the presented scientific research was the development of a passenger traffic model for the new combined railway station passenger building

complex of the Irkutsk-Passenger railway station of the East Siberian Railway in the AnyLogic environment, based on the analysis of which a number of measures aimed at improving the efficiency of work are proposed. When modeling passenger traffic at a railway station, various mathematical models can be used, but taking into account the specifics of the modeled object, it is advisable to use simulation modeling to ensure high adequacy, in most cases acting as the only tool that allows us to obtain data on the behavior of passenger traffic and analyze it.

### Keywords

railway transport complex, simulation methods, railway station complex, improving the quality of service, passenger, 3D-model of work, passenger traffic model

### For citation

Dimov A.V., Olentsevich V.A. Sovershenstvovanie kachestva obsluzhivaniya passazhirov i posetitelei vokzal'nogo kompleksa stantsii Irkutsk-Passazhirskii s primeneniem metodov imitatsionnogo modelirovaniya [Improving the quality of passenger and visitor service at the Irkutsk-Passenger station complex using simulation methods]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2023, no. 2 (78). pp. 72–81. DOI: 10.26731/1813-9108.2023.2(78).72-81.

### Article Info

Received: June 20, 2023; Revised: June 27, 2023; Accepted: June 28, 2023.

### Введение

Компания ОАО «РЖД» входит в тройку лидеров железнодорожных компаний мира и имеет особое значение для всей транспортной отрасли Российской Федерации. Особое место занимает сектор работы с пассажирами. Сокращение объема перевозок пассажиров и пассажирооборота в дальнем следовании связано с развитием конкуренции с другими видами транспорта. Пассажирооборот на воздушном транспорте, включая международное сообщение, в этот же период увеличился практически в 2 раза: с 147,1 млрд пасс.-км до 286,3. Также активно развивается автомобильный транспорт: расширяется сеть автобусного сообщения, вводятся в эксплуатацию новые автодороги. Так, в сравнении с 2018 г. к сегодняшнему дню протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием увеличилась более чем на 380 тыс. км [1–3].

Все это способствует оттоку пассажиров с железнодорожного транспорта. В то же время активное развитие пригородной железнодорожной инфраструктуры способствует росту перевозок пассажиров и пассажирооборота в пригородном сообщении. ОАО «РЖД» держит курс на увеличение пассажирооборота, привлечение большего числа клиентов за счет внедрения новых видов услуг, расширения функциональных зон постоянно развивающейся инфраструктуры. В настоящее время именно клиентоориентированный подход в части развития вокзальных комплексов является наиболее приоритетным направлением. Эффективное, доходобразующее функционирование железнодорожного вокзального комплекса зависит от

слаженного взаимодействия всех его структурных подразделений, следовательно, необходимость обладания четким представлением об их оптимальной работе, долгосрочное прогнозирование пассажиропотоков и колебаний уровня подвижности населения в регионах и развитых экономических зонах Российской Федерации являются актуальными вопросами [4, 5].

В представленном научном исследовании в качестве объекта выступает вокзальный комплекс ст. Иркутск-Пассажирский Восточно-Сибирской железной дороги. Именно на примере данного комплекса авторы предлагают и обосновывают ряд мероприятий, направленных на совершенствование качества обслуживания пассажиров и посетителей вокзала с применением методов имитационного моделирования [6].

Проведенный авторами анализ инфраструктуры и видов деятельности иностранных вокзальных комплексов показал, что все они оказывают достаточно большой спектр различного вида услуг, что позволяет пассажирам чувствовать себя комфортно в течение всей поездки, при этом данная сфера деятельности железных дорог является весьма прибыльной [6–9].

### Анализ работы и перспективы развития вокзального комплекса

Вокзальный внеклассный комплекс станции Иркутск-Пассажирский является крупным пересадочным узлом, объединяющим городские транспортные коммуникации с железнодорожным сообщением. Один из старейших вокзалов Сибирского региона, закладка которого состоялась в 1896 г. Здание вокзала построено

но за год с небольшим: в августе 1897 г. вокзал принял первых пассажиров и сегодня является памятником архитектуры регионального значения, находится под надзором Центра сохранения исторического наследия [2, 10]. Общая площадь железнодорожного вокзального комплекса до 2023 г. составляла 4 160,0 м<sup>2</sup>. Расчетная вместимость пассажирского здания, согласно расчету проектно-технической документации, 800 чел.

Согласно установленной технологии работы и географическому расположению анализируемый вокзальный комплекс производит качественное обслуживание пассажиров дальнего

и пригородного сообщения. Параметры пассажирских поездов, пользователи которых обслуживаются вокзалом Иркутск-Пассажирский, представлены в табл. 1.

На рис 1 представлены основные технологические линии обслуживания пассажиропотоков вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский, построенные на основе [2, 11].

На рис. 2 представлена динамика отправленных пассажиров [2, 10].

Объем отправленных пассажиров резко снизился в апреле 2020 г. почти на 70 % по сравнению с 2019 г., тенденция к снижению наблюдалась до марта 2021 г., в апреле 2021 г.

Таблица 1. Размеры движения поездов

Table 1. Train traffic dimensions

Категория поездов Train category	Летний период, пар поездов Summer period, train pairs	Зимний период, пар поездов Winter period, train pairs
Пассажирские и скорые поезда дальнего следования (в том числе конечные транзитные) Passenger and long distance fast trains (including final transit ones)	53	42
Пригородные поезда (в том числе конечные транзитные) Commuter trains (including final transit ones)	32	36
Итого Total	85	78

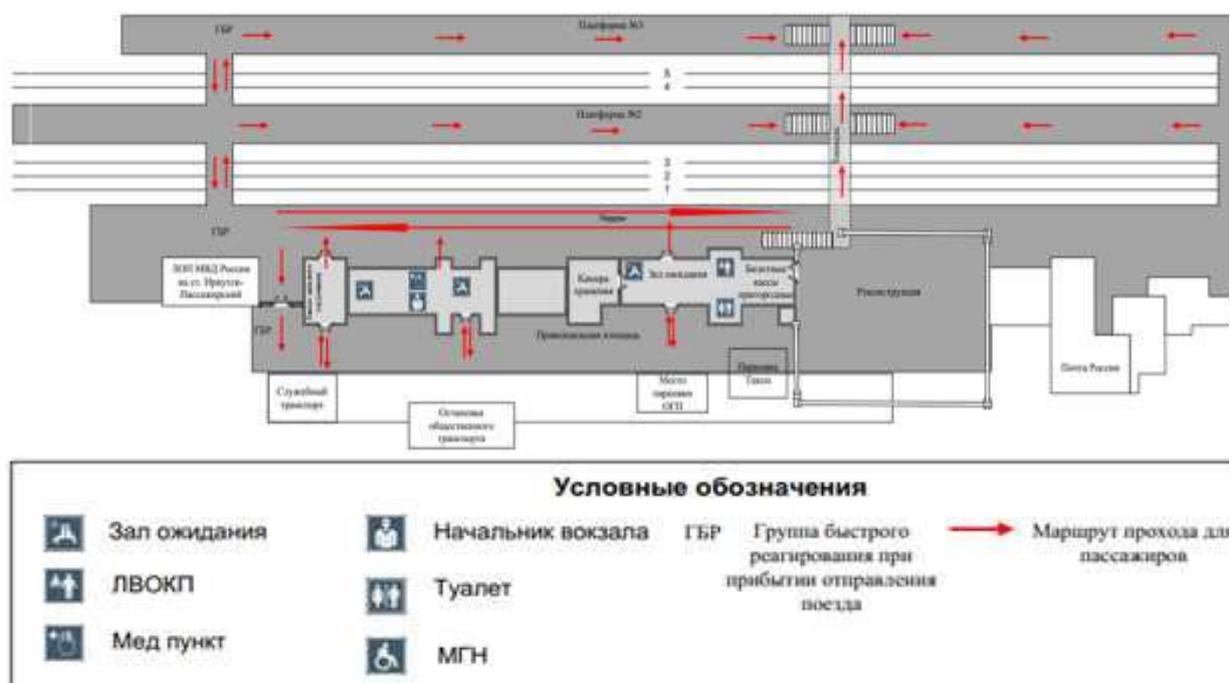


Рис. 1. Технологические линии обслуживания пассажиропотоков вокзального комплекса

Fig. 1. Technological lines for servicing passenger traffic of the station complex



Рис. 2. Динамика отправленных пассажиров по видам следования в 2019–2021 гг.

Fig. 2. Dynamics of departed passengers by type of route in 2019–2021

объем к предыдущему году вырос практически в 2,5 раза, что связано с частичным снятием карантинных мер и выравниванием эпидемиологической обстановки. Далее наблюдается постепенное увеличение среднесуточного значения отправленных пассажиров.

В 2019–2022 гг. вокзальный комплекс в дальнем сообщении в среднем отправляет свыше 2,85 тыс. пассажиров в сутки, в пригородном сообщении – свыше 5,75 тыс. Проведенный анализ показал, что суммарная площадь вокзального комплекса более чем в 2,5 раза ниже нормативного допустимого значения при фактическом суточном пассажиропотоке.

Согласно [1] в 2021 г. был утвержден план эффективного использования и развития железнодорожной вокзальной ст. Иркутск-Пассажирский, который обусловил его поэтапную реконструкцию:

- первый этап – реконструкция подземного перехода и платформ № 1 и 2;
- второй этап – строительство объединенного пассажирского зала, вместо существующего здания пригородных касс и туалета;
- третий этап – реконструкция существующего здания вокзала с реставрационными работами и реконструкция перрона;
- четвертый этап – строительство пригородного пассажирского зала-конкорса, третьей островной платформы вместо одиннадцатого пути для пригородного сообщения, реконструкция береговой платформы на пятнадцатом пути.

Анализ новой производственно-технической базы вокзального комплекса, а также показателей его работы после реконструкции позволил наметить мероприятия по

совершенствованию качества обслуживания пассажиров и посетителей вокзального комплекса с применением методов имитационного моделирования [6, 12–14].

### Вопросы совершенствования качества обслуживания пассажиров с использованием методов имитационного моделирования

Моделирование будет проводиться с учетом наличия работающего нового пассажирского здания, а также переноса касс дальнего следования в новое здание, а пригородных – в здание подъезда № 1 вокзального комплекса.

Задачи моделирования заключаются в следующем:

- пропустить через здание вокзала за сутки максимальный пассажиропоток при существующей планировке инфраструктуры;
- задействовать услуги касс дальнего следования по продаже билетов, зала ожидания, буфета, административно-хозяйственного комплекса, туалетных комнат;
- проанализировать работу вокзала за сутки, выявить наличие «узких мест»;
- внести предложения по внедрению новых видов услуг с целью повышения качества обслуживания пассажиров и посетителей;
- разрешить проблемы, выявленные в процессе моделирования;
- построить 3D-модель работы вокзального комплекса.

В качестве исходных данные для построения имитационной модели вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский используются:

- расписание движения поездов за сутки

с максимальной загрузкой;

- число проходов пассажиров через арочные металлодетекторы;
- количество пассажиров дальнего следования по отправлению;
- вместимость помещений вокзала;
- часы работы с максимальным пассажиропотоком;
- схема помещений вокзала;
- схема организации маршрутов потоков пассажиров;
- количество билетных касс.

В качестве условия для построения модели примем следующие нормы времени нахождения различных категорий пассажиров на вокзале:

#### 1. В дальнем следовании:

- по отправлению – накопление пассажиров начинается за 30–60 мин., за 5–10 мин. до отправления поезда пассажиры проходят на посадку;
- по прибытию – 60 % прибывающих пассажиров задерживаются на вокзале более 30–40 мин.

#### 2. В пригородном сообщении:

- по отправлению – накопление пассажиров начинается за 20 мин.;
- по прибытию – пассажиры задерживаются на вокзале на 10–15 мин.

Максимальное количество проходов посетителей вокзального комплекса, следующих через арочные металлодетекторы, согласно статистике 2022 г., приходится на август и составляет 11 676 чел. в сутки. Из суточных проходов по рамкам необходимо вычесть количество проходов персонала в размере 7 %. Из всех прошедших за сутки пассажиров 20 % приходится на покупателей билетов в дальнем сообщении, из них 5 % просто покупают билеты, 15 % покупают билеты и проходят в зону ожидания и на посадку. При высадке количество пассажиров нельзя отследить, так как в настоящее время они обходят здание вокзала и сразу попадают в город. Через вокзал после высадки следует 20 % от общего количества пассажиров дальнего сообщения и 10 % пригородного сообщения.

Техническим процессом работы вокзального комплекса с целью обеспечения безопасности передвижения и качества оказываемых услуг должно предусматриваться:

- разделение пассажиропотоков дальних и местных пассажиров от пригородных;

- отделение багажного и почтового транспорта от пассажиропотока;
- разделение потока пассажиров и багажа по отправлению и прибытию.

Движение пассажиров от привокзальной площади до здания вокзала, а также на пассажирские платформы и обратно должно быть взаимосвязано для учета максимальной загрузки инфраструктуры.

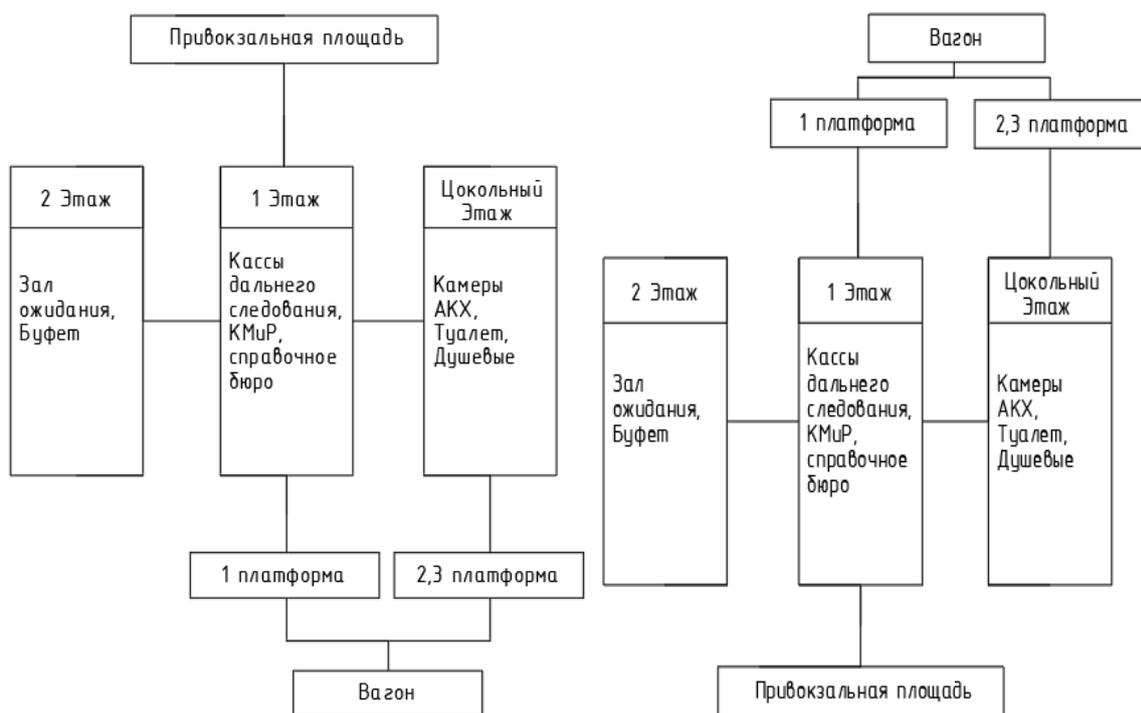
Разработка имитационной модели вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский осуществляется с использованием планировочных решений, технологических алгоритмов и параметров нагрузок, обеспечивающих демонстрацию изменений количества пассажиров и их перемещение в зависимости от графика прибытия и отправления поездов. Очевидно утверждение, что пассажиропоток на железнодорожном вокзале увеличивается, это приводит к росту нагрузок на кассы, досмотровое оборудование, в связи с чем запланированная инфраструктура для обслуживания пассажиров может оказаться недостаточной в определенные промежутки времени [15–18].

На рис. 3 представлена схема технологической линии обслуживания посетителей и пассажиров железнодорожного вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский. В табл. 2 представлены данные о максимальном единовременном количестве пассажиров в помещениях здания объединенного пассажирского зала.

### Реализация имитационной модели вокзального комплекса

Модель железнодорожного вокзального комплекса ст. Иркутск-Пассажирский содержит следующие основные элементы:

- 1, 2 точки входа;
- 1, 2 точки выхода в зависимости от выбранного маршрута следования пассажира и направления движения пассажиропотока;
- пункты входного контроля безопасности пассажиров и посетителей, оснащенные высокоточными арочными металлодетекторами и рентгеноскопическими аппаратами;
- кассовые помещения для приобретения проездных документов на поезда дальнего следования;
- терминалы по реализации проездных документов на поезда дальнего следования;
- зона ожидания отправления, представляющая собой помещение, в котором пассажи-



**Рис. 3.** Перспективные технологические линии пассажиропотока вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский

**Fig. 3.** Perspective technological lines of passenger traffic at the station complex Irkutsk-Passenger

**Таблица 2.** Максимальное количество пассажиров, одновременно находящихся в помещениях здания объединенного пассажирского зала

**Table 2.** The maximum number of passengers at the simultaneously present in the building of the joint passenger hall premises

Помещение Premise	Количество пассажиров, чел. Number of passengers, pers.
Камеры хранения ручной клади Hand luggage storage	36
Вестибюль Hall	306
Операционный зал Operating room	62
Зал ожидания Waiting hall	381
Буфет Buffet	24
Прочие пассажирские помещения Other passenger spaces	91
Итого Total	900

ры и посетители ожидают прибытия пассажирского или пригородного поезда.

Рассмотрим процесс имитационного моделирования пассажиропотока на железнодорожном вокзале. Моделирование реализуется при помощи пешеходной библиотеки и библио-

теки моделирования процессов, которая представляет собой совокупность этапов обработки пассажиропотока.

В рамках модели пассажиры дальнего следования проходят входной контроль, приобретают проездные документы, что реализовано

с помощью блока «Ped Service», для зоны досмотра используется сервис с очередями, для касс – сервис с такой областью, чтобы можно было повторить работу касс в режиме электронной очереди.

Интенсивность прибытия пассажиров за определенные промежутки времени реализована через блок «Расписание». Далее пассажиры проходят в зону ожидания, которая представляет собой целевую линию, после попадания в которую пассажиры исчезают из поля видимости модели «Ped Exit», но все еще находятся в ней до прибытия поезда. Время нахождения пассажиров в зоне ожидания определяется в соответствии с распределением Гаусса или нормальным законом распределения (среднее время нахождения принято равным 20 мин.).

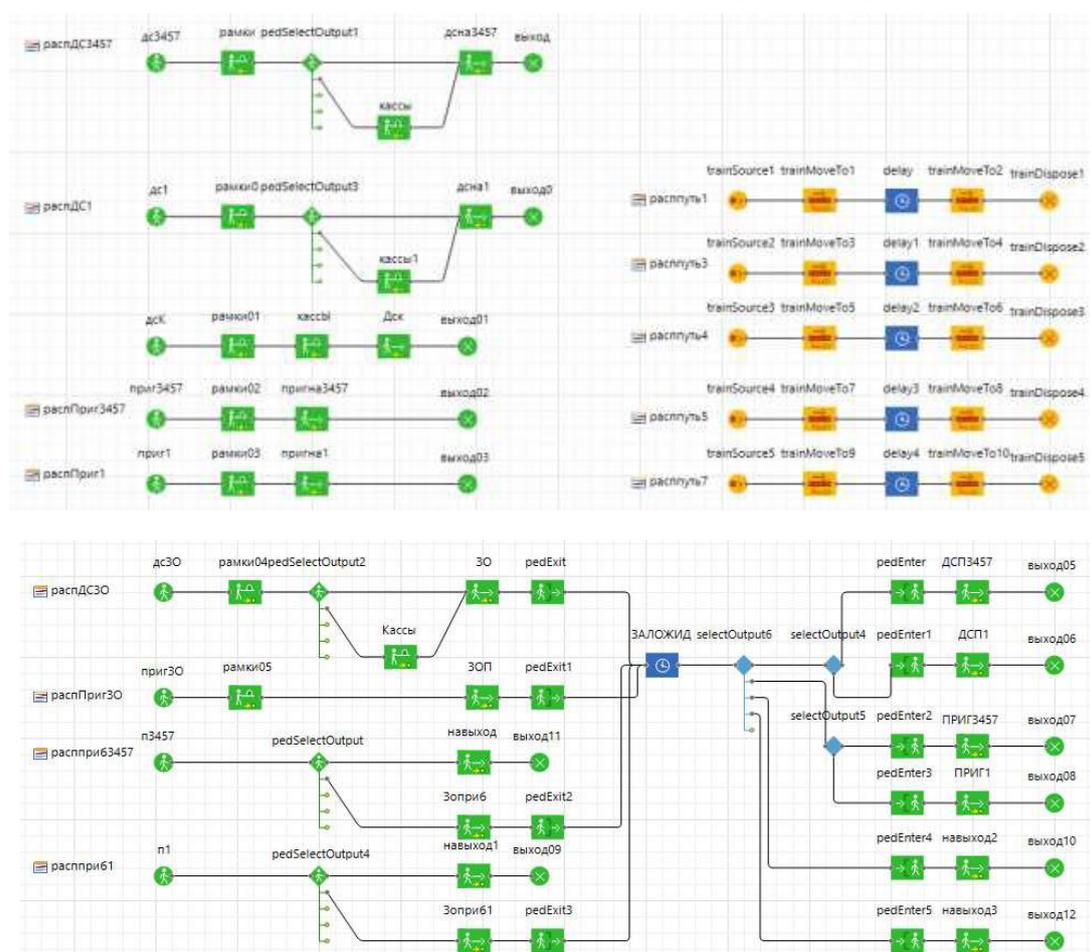
Для посадки была смоделирована зависимость зала ожидания и прибытия поездов посредством блока «delay». По прибытии поезда

происходит информирование пассажиров о необходимости проследовать на соответствующую платформу, далее они покидают зал ожидания «Ped Enter».

После каждый пассажир следует к своей платформе в зависимости от номера пути прибытия поезда. Часть пассажиров приобретают проездные документы и следуют на выход. В пригородном сообщении пассажиры либо следуют непосредственно на пути с помощью блока «Ped Go To» для посадки, либо следуют через зал ожидания и буфет, расположенные на одном этаже, и далее уже на необходимую платформу.

В качестве вспомогательных исходных данных для построения имитационной модели будут выступать:

- потребное число каналов обслуживания заданного пассажиропотока на каждом этапе;
- выбор пассажиром или посетителем то-



**Рис. 4.** Схема модели железнодорожного вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский в среде AnyLogic  
**Fig. 4.** Model scheme of the Irkutsk-Passenger railway station complex in the AnyLogic environment

го или иного маршрута следования в зависимости от номера железнодорожного пути прибытия пассажирского или пригородного поезда;

– время, затраченное пассажиром или посетителем вокзального комплекса на получение качественной услуги.

Построение модели учитывает ограничения во времени на оказание прочих дополнительных услуг, предоставляемых железнодорожным вокзалом, с ее помощью также задается интервал времени продолжительности моделирования – 24 ч. Модель строится на основании характеристик сервиса и нормативов времени, которое пассажиры могут проводить в ожидании освобождения какого-либо канала обслуживания.

С учетом описанных характеристик произведено построение модели пассажиропотока на рассматриваемом железнодорожном вокзале в среде AnyLogic (рис. 4).

В созданной модели содержится три точки входа: с фронтальной стороны одна точка, с противоположной – две точки. Тем самым определено различие в поведении пассажиропотоков, входящих с разных сторон. Количество арочных металлодетекторов для входного контроля – три единицы. Установлено, что пассажиры, прибывающие с поездов «чистые», досмотру не подвергаются.

Билетные кассы рассматриваются в совокупности с терминалами по продаже проездных документов. Таким образом, система имеет девять касс и два терминала для приобретения проездных документов в дальнем сообщении.

В модели используется одна абстрактная зона ожидания. Также смоделированы процессы

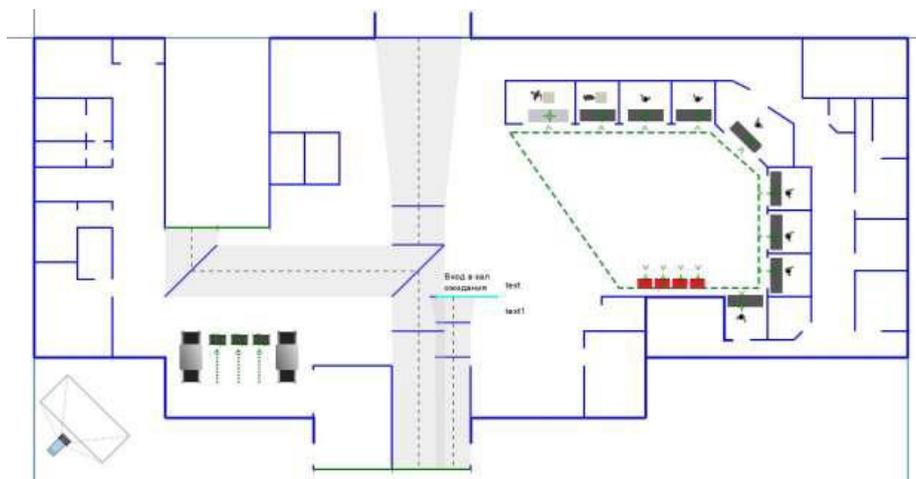
прибытия и отправления поездов с учетом номера пути нахождения составов. После запуска модели мы сможем наблюдать реалистичное движение пешеходов в заданном пространстве с учетом физических размеров, скорости движения, стремления двигаться по кратчайшему маршруту, огибая препятствия и большие скопления посетителей. На рис. 5 представлена 2D-модель пассажиропотока железнодорожного вокзала в среде AnyLogic [19, 20].

### Заключение

Для оценки загруженности различных зон архитектурного объекта применен элемент «Карта плотности», который позволяет сделать выводы о потенциальной реорганизации пространства с целью увеличения пропускной способности заданного пассажиропотока. Также существует возможность собирать и отображать статистику любого уровня сложности в виде гистограмм, диаграмм, графиков и т.д. 3D-модель пассажиропотока железнодорожного вокзала представлена в среде AnyLogic.

Проведенный анализ результатов моделирования позволил выявить следующие недостатки в качестве обслуживания пассажиров и посетителей на железнодорожном вокзале:

- наличие «враждебных» пассажиропотоков по прибытию и отправлению пассажирских и пригородных поездов;
- скопление посетителей в так называемые часы пик в зоне досмотра на входе в вокзальный комплекс по причине недостаточного количества арочных металлодетекторов;
- излишнее количество касс по реализации проездных документов.



**Рис. 5.** 2D-модель пассажиропотока железнодорожного вокзала в среде AnyLogic  
**Fig. 5.** 2D passenger flow model of a railway station in the AnyLogic environment

## Список литературы

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года // ОАО «РЖД» : сайт. URL : <https://volgograd-terkom34.ru/wp-content/uploads/2017/05/Стратегия-развития-ОАО-РЖД-до-2030-года.pdf> (Дата обращения 11.02.2023).
2. Российские железные дороги // ОАО «РЖД» : сайт. URL: <http://www.rzd.ru> (Дата обращения 17.04.2023).
3. Антонова Н.Л., Логинова Д.О. Цифровые технологии в управлении качеством транспортных услуг // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 74-3. С. 6–12.
4. Виховская Л.И., Доценко Ю.В. Формирование системы логистического сервиса на предприятиях железнодорожного транспорта // Вестн. Донец. акад. автомобилн. трансп. 2019. № 3. С. 20–25.
5. Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 г. № 2101-р (ред. 18.05.2023). Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс» в локал. сети
6. Елуферьева Ю.С., Пальмов С.В. Моделирование работы железнодорожного вокзала средствами Anylogic // Междунар. науч.-исслед. журн. 2018. № 12-1(78). С. 121–127.
7. Устинова Е.С. Умный вокзал. Концептуальные решения «smart-вокзал» ОАО РЖД // Синергия наук. 2021. № 55. С. 338–347.
8. Самуйлов В.М., Медовщиков И.А., Каргапольцева Т.А. Железнодорожный вокзал будущего // Инновационный транспорт. 2020. № 1(35). С. 3–10.
9. Черенцов Д.Ю., Холомеева Н.В. Модернизация инженерных сетей пассажирских железнодорожных комплексов в соответствии с их современными функциями // Политранспортные системы : материалы XI междунар. науч.-техн. конф. Новосибирск, 2020. С. 198–202.
10. Организационно-экономическая модель управления инновационным потенциалом Иркутской области / В.Н. Гордеев, В.Ю. Конюхов, К.И. Новикова и др. Иркутск : ИрННТУ, 2014. 91 с.
11. Жарков М.Л., Супруновский А.В. Моделирование работы вокзального комплекса Иркутск-Пассажирский на основе сетей массового обслуживания // Информац. и матем. технологии в науке и управлении. 2021. № 1 (21). С. 43–53.
12. Application of correlation analysis in the study of passenger service quality indicators / V.E. Gozbenko, V.A. Olentsevich, S.K. Kargapol'tsev et al. // The European proceedings of social and behavioural sciences EpSBS. 2021. Vol. 113. P. 898–906. DOI 10.15405/epsbs.2021.07.107
13. Файзрахманова Е.В., Оленцевич А.А., Микаилов Р.А. Совершенствование управления логистическими издержками предприятия // Актуальные вопросы современной экономики. 2021. № 1. С. 70–74.
14. Курганов В.М. Эффективность логистики и конкурентоспособность России // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 1 (44). С. 19–23.
15. Рябикин Р.В., Никонова Я.И. Исследование стратегических факторов внешней среды развития вокзальных комплексов // European Journal of Natural History. 2020. № 1. С. 121–125.
16. Вержевикин И.А. Технология обслуживания транспортных и пассажирских потоков на привокзальных площадях вокзального комплекса // Труды 78-й студенч. науч.-практ. конф. РГУПС. Воронеж, 2019. Ч. 1. С. 24–26.
17. Creation of a mobile application for digitizing technological processes of a railway station / V.A. Olentsevich, V.Yu. Konyukhov, A.A. Olentsevich et al. // Journal of Physics. 2020. Vol. 1661. P. 012186. DOI 10.1088/1742-6596/1661/1/012186.
18. Automation of the procedure for assessing the quality of transport service for the population in the conditions of digitalization of the railway transportation system / T.A. Bulokhova, V.A. Olentsevich, V.Yu. Konyukhov et al. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1064. P. 012006. DOI 10.1088/1757-899X/1064/1/012006.
19. Каимов Е.В., Оленцевич В.А., Власова Н.В. Проблемы формирования, развития и реконструкции элементов инфраструктурного комплекса железных дорог // Образование – Наука – Производство : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Чита, 2022. Т. 1. С. 288–296.
20. Каимов Е.В., Оленцевич А.А. Формирование альтернативных решений модернизации инфраструктуры вокзального комплекса с применением имитационного моделирования // Наука и образование: достижения и перспективы : материалы VI междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2022. С. 26–29.

## References

1. Strategiya razvitiya Kholdinga «RZHD» na period do 2030 goda (Elektronnyi resurs) [Development strategy of the Russian Railways Holding for the period up to 2030 (Electronic resource)]. Available at: <https://volgograd-terkom34.ru/wp-content/uploads/2017/05/Стратегия-развития-ОАО-РЖД-до-2030-года.pdf> (Accessed February 11, 2023).
2. Rossiiskie zheleznye dorogi (Elektronnyi resurs) [Russian Railways (Electronic Resource)]: Available at: <http://www.rzd.ru> (Accessed April 17, 2023).
3. Antonova N.L., Loginova D.O. Tsifrovye tekhnologii v upravlenii kachestvom transportnykh uslug [Digital technologies in quality management of transport services]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], 2021, no. 74-3, pp. 6–12.
4. Vikhovskaya L.I., Dotsenko Yu.V. Formirovanie sistemy logisticheskogo servisa na predpriyatiyakh zheleznodorozhnogo transporta [Formation of a logistics service system at railway transport enterprises]. *Vestnik Donetskoi akademii avtomobil'nogo transporta* [Bulletin of the Donetsk Academy of Automobile Transport], 2019, no. 3, pp. 20–25.
5. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 30.09.2018 g. № 2101-r «Ob utverzhdenii Kompleksnogo plana modernizatsii i rasshireniya magistral'noi infrastruktury na period do 2024 goda» (red. 18.05.2023) [Decree of the Government of the Russian Federation no 2101-r dated September 30, 2018 «On approval of the Comprehensive Plan for Modernization and Expansion of the trunk infrastructure for the period up to 2024» (ed. May 18, 2023)].

6. Elufer'eva Yu.S., Pal'mov S.V. Modelirovanie raboty zheleznodorozhnogo vokzala sredstvami Anylogic [Modeling of the railway station operation by means of Anylogic]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Scientific Research Journal], 2018, no. 12-1 (78), pp. 121–127.

7. Ustinova E.S. Umnyi vokzal. Kontseptual'nye resheniya «smart-vokzal» OAO RZhd [Smart railway station. Conceptual solutions «smart-station» of JSC Russian Railways]. *Sinergiya nauk* [Synergy of Sciences], 2021, no. 55, pp. 338–347.

8. Samuilov V.M., Medovshchikov I.A., Kargapol'tseva T.A. Zheleznodorozhnyi vokzal budushchego [Railway station of the future]. *Innovatsionnyi transport* [Innovative transport], 2020, no. 1 (35), pp. 3–10.

9. Cherentsov D.Yu., Kholomeeva N.V. Modernizatsiya inzhenernykh setei passazhirskikh zheleznodorozhnykh kompleksov v sootvetstvi s ikh sovremennymi funktsiyami [Modernization of engineering networks of passenger railway complexes in accordance with their modern functions]. *Materialy XI Mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii «Politransportnye sistemy»* [Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference «Polytransport systems»]. Novosibirsk, 2020, pp. 198–202.

10. Gordeev V.N., Konyukhov V.Yu., Novikova K.I., Nagaeva A.V., Vasil'kova A.V., Shchadov I.M. Organizatsionno-ekonomicheskaya model' upravleniya innovatsionnym potentsialom Irkutskoi oblasti [Organizational and economic model of management of innovative potential of Irkutsk region]. Irkutsk: IRNITU Publ., 2014. 91 p.

11. Zharkov M.L., Suprunovskii A.V. Modelirovanie raboty vokzal'nogo kompleksa Irkutsk-Passazhirskii na osnove setei massovogo obsluzhivaniya [Modeling the operation of the Irkutsk-Passazhirskii railway station complex based on queuing networks]. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii* [Information and mathematical technologies in science and management], 2021, no. 1 (21), pp. 43–53.

12. Gozbenko V.E., Olentsevich V.A., Kargapol'tsev S.K., Bulokhova T.A., Karlina Yu.I., Shtaiyer M.G., Karlina A.I. Application of correlation analysis in the study of passenger service quality indicators. *The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS*, 2021, vol. 113, pp. 898–906.

13. Faizrahmanova E.V., Olentsevich A.A., Mikailov R.A. Sovershenstvovanie upravleniya logisticheskimi izderzhkami predpriyatiya [Improving the management of logistics costs of the enterprise]. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki* [Topical issues of the modern economy], 2021, no. 1, pp. 70–74.

14. Kurganov V.M. Effektivnost' logistiki i konkurentosposobnost' Rossii [Logistics efficiency and competitiveness of Russia]. *Transport Rossiiskoi Federatsii* [Transport of the Russian Federation], 2013, no. 1 (44), pp. 19–23.

15. Ryabikin R.V., Nikonova Ya.I. Issledovanie strategicheskikh faktorov vneshnei sredy razvitiya vokzal'nykh kompleksov [Research of strategic factors of the external environment of the development of railway complexes]. *European Journal of Natural History*, 2020, no. 1, pp. 121–125.

16. Verzhavkin I.A. Tekhnologiya obsluzhivaniya transportnykh i passazhirskikh potokov na privokzal'nykh ploshchadyakh vokzal'nogo kompleksa [Technology of service of transport and passenger flows on the forecourts of the station complex]. *Trudy 78-i studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii RGUPS* [Proceedings of the 78th Student Scientific and Practical Conference of the Rostov State Transport University]. Voronezh, 2019, part 1, pp. 24–26.

17. Olentsevich V.A., Konyukhov V.Yu., Olentsevich A.A., Lysenko D.A. Creation of a mobile application for digitizing technological processes of a railway station. *Journal of Physics*, 2020, vol. 1661, pp. 012186. DOI 10.1088/1742-6596/1661/1/012186.

18. Bulokhova T.A., Olentsevich V.A., Konyukhov V.Yu., Lysenko D.A. Automation of the procedure for assessing the quality of transport service for the population in the conditions of digitalization of the railway transportation system. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2021, vol. 1064, pp. 012006. DOI 10.1088/1757-899X/1064/1/012006.

19. Kaimov E.V., Olentsevich V.A., Vlasova N.V. Problemy formirovaniya, razvitiya i rekonstruktsii elementov infrastruktornogo kompleksa zheleznykh dorog [Problems of formation, development and reconstruction of elements of the infrastructural complex of railways]. *Materialy VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Obrazovanie – Nauka – Proizvodstvo»* [Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation «Education – Science – Production»]. Chita, 2022, vol. 1, pp. 288–296.

20. Kaimov E.V., Olentsevich A.A. Formirovanie al'ternativnykh reshenii modernizatsii infrastruktury vokzal'nogo kompleksa s primeneniem imitatsionnogo modelirovaniya [Formation of alternative solutions for modernization of the infrastructure of the railway station complex using simulation modeling]. *Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauka i obrazovanie: dostizheniya i perspektivy»* [Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference «Science and Education: achievements and prospects»]. Saratov, 2022, pp. 26–29.

### Информация об авторах

**Димов Алексей Владимирович**, кандидат технических наук, проректор по научной работе, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: dimov\_av@irgups.ru.

**Оленцевич Виктория Александровна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: olencevich\_va@mail.ru.

### Information about the authors

**Alexei V Dimov**, Ph.D. in Engineering Science, Vice-Rector for Scientific Work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: dimov\_av@irgups.ru.

**Victoriya A. Olentsevich**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: olencevich\_va@mail.ru.