

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2023, Том 10, № 4 / 2023, Vol. 10, Iss. 4 <https://resources.today/issue-4-2023.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/04INOR423.pdf>

DOI: 10.15862/04INOR423 (<https://doi.org/10.15862/04INOR423>)

2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Горожанина, Е. И. Построение модели системной динамики стратегии развития российского туризма /
Е. И. Горожанина, И. А. Болотов // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10. — № 4. — URL:
<https://resources.today/PDF/04INOR423.pdf> DOI: 10.15862/04INOR423

For citation:

Gorozhanina E.I., Bolotov I.A. Building a model of system dynamics of the development strategy of Russian tourism.
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling. 2023; 10(4): 04INOR423. Available at:
<https://resources.today/PDF/04INOR423.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/04INOR423

УДК 004.94

Горожанина Евгения Ивановна

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, Россия
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: zhdanova63@gmail.com

Болотов Иван Андреевич

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, Россия
E-mail: bolotoff.ivan.edu@yandex.ru

Построение модели системной динамики стратегии развития российского туризма

Аннотация. Статья посвящена построению имитационной модели, а именно модели системной динамики стратегии развития российского туризма. Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены цель и задачи исследования, выделены основные критерии, которым должна отвечать построенная модель. Актуальность темы исследования обусловлена современными реалиями в сфере туризма, как внешнего, так и внутреннего. Также был выделен объект имитационного моделирования, обозначены накопители (контейнеры для агентов (туристов), которые, путешествуют по России (Russia) или за Рубежом (Foreign)), потоки, параметры (например, параметр, отвечающий за количество прямых рейсов из Москвы в другие страны; параметр, отвечающий за процент людей, у которых заканчивается срок действия визы, и др.), переменные (в том числе динамическая переменная) и допущения модели системной динамики. Также предусмотрен параметр, отвечающий за период проведения симуляции. Для графического обозначения связей между параметрами построена когнитивная модель, описание связей между параметрами модели сведено в таблицу. Модель системной динамики построена в среде имитационного моделирования AnyLogic. Для удобства пользователя представлена панель изменения значений параметров модели. Также предусмотрены кнопки старта и останова моделирования, сброса результатов. Представлен код для каждой из кнопок, написанный на языке программирования Java, поскольку среда моделирования AnyLogic позволяет использовать именно данный язык для разработки имитационных моделей. На модели проведен ряд экспериментов, результаты которых для удобства сведены в таблицу. Были проанализированы значения накопителей при различных

комбинациях значений параметров. Результаты моделирования позволили сделать вывод о стабильности модели и логически корректной взаимосвязи параметров.

Ключевые слова: имитационная модель; системная динамика; имитационное моделирование; сфера туризма; когнитивная модель; модель системной динамики; среда моделирования AnyLogic

Введение

В нынешних реалиях всем туристическим компаниям достаточно сложно предугадать развитие туризма. К сожалению, очень сложно предугадать как будет развиваться туризм в будущем — глобальные события, по типу пандемии, локдауна и т. д. не оставляют шанса быть готовым к наплыву посетителей. Для того, чтобы предугадать каким образом будет развиваться туризм, предлагается использование имитационной модели, которая поможет отобразить развитие туризма и построить лучшую стратегию и сформировать план действий в краткосрочный период [1–3].

Имитационные модели позволяют заменить изучаемую предметную область моделью, описывающей поведение системы и ее ключевые показатели. Такой подход позволяет прогнозировать развитие системы с учетом изменений различных показателей.

Цель исследования: построение модели системной динамики стратегии развития российского туризма.

Системная динамика рассматривает взаимодействие следующих объектов: запасов (накопленные значения показателей), потоков (числовые эквиваленты значений показателей заданного периода), преобразователей (вспомогательные величины для расчета потоков и аналогичных преобразователей) [4].

Таким образом, в рамках поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Построить когнитивную модель системы.
2. Определить накопители, потоки, преобразователи (параметры и переменные модели).
3. Построить модель системной динамики в среде моделирования AnyLogic.
4. Провести эксперименты на модели.

Построенная модель системной динамики стратегии развития российского туризма отвечает двум критериям:

1. Моделирование потока туристов в целом — например, влияние количества факторов на поток туризма и поведение туристов при определенных ситуациях. Такой динамический бизнес-план позволяет спрогнозировать поток потенциальных клиентов не только для различных туристических компаний, но и для общей статистики в целом, что позволит в контексте определенных реалий предпринимать определенные действия.
2. Модель позволяет проводить изменения показателей по ходу имитационного эксперимента. Например, можно в ходе эксперимента изменить стоимость валют, на что отреагируют «агенты» и поток их изменится в ту или иную сторону. Можно смоделировать как различные глобальные кризисы повлияют на туристов (увеличение/уменьшение потока российского туризма), с помощью чего многие компании смогут поменять свои стратегии и заранее подготовиться к изменению макроэкономической ситуации.

Важное преимущество имитационного моделирования — это возможность подстроиться под любое поведение, под которое нельзя подстроиться аналитическими методами [5].

Когнитивная модель

Многие исследователи вводят понятие «интеллектуальные (когнитивные) карты» (mental maps) — карты восприятия менеджерами модели функционирования организации. Карты восприятия получили широкое распространение в современной управленческой практике, поскольку когнитивные карты помогают сформировать системную картину происходящего [6]. Модели системной динамики используются в процессе стратегического планирования, поэтому построение когнитивных карт (когнитивных моделей) представляется эффективным способом анализа предметной области.

Для построения стандартной модели системной динамики в первую очередь необходимо выделить основные взаимодействующие параметры и обозначить связи, которые описывают их влияние друг на друга. Для графического обозначения связи между параметрами построим когнитивную модель (рис. 1).

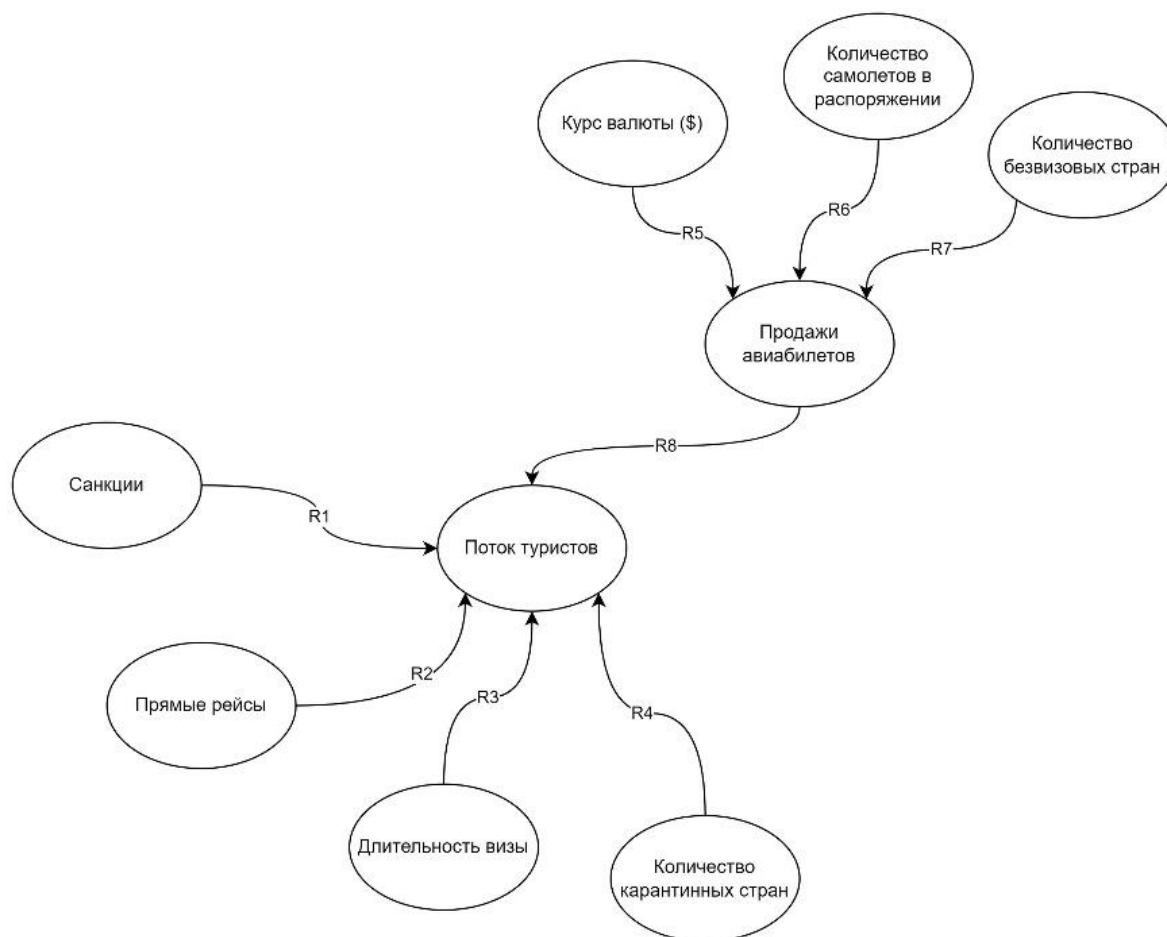


Рисунок 1. Когнитивная модель системы (составлено авторами)

В таблице 1 представлена расшифровка связей построенной когнитивной модели, которые описывают влияние одних параметров на другие.

Таблица 1

Описание связей когнитивной модели

Связь	Название	Описание
R1	Санкции — поток туристов	Увеличение санкций влечет уменьшение туристического потока
R2	Прямые рейсы — поток туристов	Увеличение количества прямых рейсов влечет увеличение туристического потока
R3	Длительность визы — поток туристов	Увеличение длительности визы влечет увеличение туристического потока
R4	Количество карантинных стран — поток туристов	Рост количества карантинных стран влечет уменьшение туристического потока
R5	Курс валюты — продажи авиабилетов	Увеличение курса валюты влечет уменьшение продаж авиабилетов
R6	Количество самолетов в распоряжении — продажи авиабилетов	Увеличение количества самолетов в распоряжении влечет увеличение продаж авиабилетов, если тому способствует спрос
R7	Количество безвизовых стран — продажи авиабилетов	Увеличение количества безвизовых стран влечет увеличение продаж авиабилетов
R8	Продажи авиабилетов — поток туристов	Рост продаж авиабилетов влечет увеличение туристического потока

Составлено авторами

Объект имитационного моделирования

Объектом имитационного моделирования является поток агентов, т. е. поток всех туристов, которые путешествуют как по России, так и за рубежом.

В модели два накопителя — Foreign и Russia. Эти накопители являются контейнерами для агентов (туристов), которые, как и описывалось выше, путешествуют по России (Russia) или за Рубежом (Foreign).

В модели есть поток ForeignToRussia. Данный поток и занимается «переброской» из одного накопителя в другой.

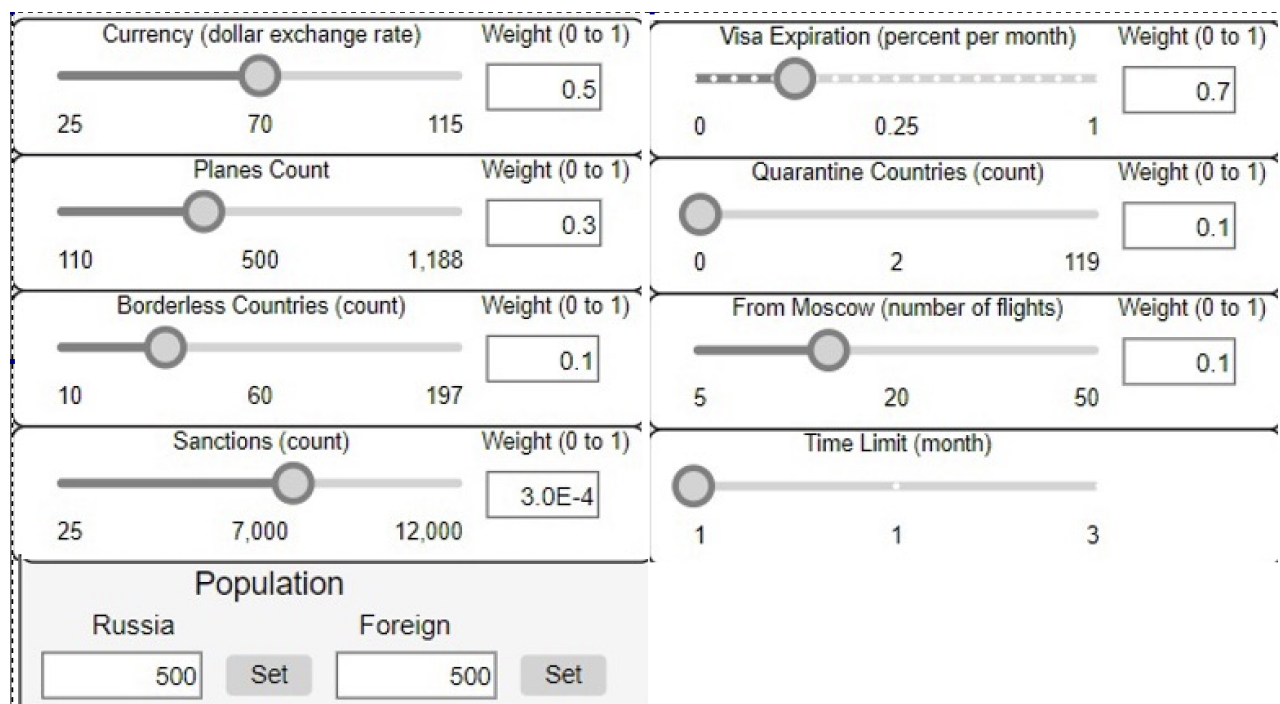


Рисунок 2. Панель управления параметрами (составлено авторами)

На данной модели можно увидеть большое количество параметров, каждый из которых влияет на поток (рис. 2). Значение параметров и их веса определяются экспертом перед началом эксперимента. На рисунке также указаны два поля в разделе Population, в которые нужно ввести изначальное количество туристов в каждом из накопителей. Применить это значение можно с помощью кнопки Set (иначе изменения не будут приняты).

Рассмотрим параметры модели:

1. BorderlessCountries — параметр, который отвечает за количество стран с открытыми для РФ границами.
2. PlanesCount — параметр, который отвечает за количество пассажирских самолетов на территории РФ.
3. Currency — параметр, отвечающий за стоимость валюты (\$).
4. ForeignStartNumber — параметр, отвечающий за количество агентов (туристов), которые изначально путешествуют за рубежом.
5. RussiaStartNumber — параметр, отвечающий за количество агентов (туристов), которые изначально путешествуют по территории РФ.
6. Sanctions — параметр, отвечающий за количество санкций, введенных против РФ.
7. FromMoscow — параметр, отвечающий за количество прямых рейсов из Москвы в другие страны.
8. VisaLifetime — параметр, отвечающий за процент людей, у которых заканчивается срок действия визы.
9. QuarantineCountries — параметр, отвечающий за количество стран с закрытыми границами из-за карантинных условий.
10. TimeLimit — параметр, отвечающий за период проведения симуляции, измеряется в месяцах.

Стоит отметить, что параметры BorderlessCountries, PlanesCount и Currency являются составными одной динамической переменной AviaSales:

$$\text{AviaSales} = 0.5 * \text{Currency} - 0.3 * \text{PlanesCount} - 0.1 * \text{BorderlessCountries}.$$

Эта динамическая переменная, используя определенные веса, поставленные возле каждого параметра, является обобщающей величиной, которая характеризует количество продаваемых билетов и их стоимость, что так же влияет на поток ForeignToRussia.

Для подготовки города и туристических компаний необходимо корректно отобразить динамику роста туристов, что позволит разработать необходимую и правильную стратегию.

В данной модели присутствует несколько допущений:

1. Нельзя отследить определенный город и статистику посещения определенной страны, именно поэтому есть только 2 накопителя, разделенные на туризм в России и за ее пределами.
2. Статистику можно отследить только на ближайший месяц, для моделирования на больший промежуток необходимо предугадывать изменения параметров.

3. Один турист не может путешествовать как по РФ, так и за рубежом.
4. Изначально количество туристов задается экспертом вручную.
5. Максимальная цена доллара = 115 р, максимальное количество пассажирских самолетов = 1 188, максимальное количество санкций = 8 000.
6. Менять как количество агентов, так и показатели всех параметров можно в ходе выполнения эксперимента с помощью панели управления показателями.
7. В разных месяцах разное количество дней.

Модель системной динамики представлена на рисунке 3. Значение Day passed — показатель того, сколько прошло дней в эксперименте (модельное время).



Рисунок 3. Модель системной динамики (составлено авторами)

Главная задача данной модели предугадать поведение туристов и их реакцию на те или иные мировые события. Для более наглядного отражения потока используется гистограмма. Модель системной динамики, представленная на рисунке 3, построена в среде имитационного моделирования AnyLogic [7–9].

Так же присутствуют функциональные кнопки, представленные на рисунке 4, которые позволяют начинать эксперимент (Start), сбрасывать его результат (Reset) и останавливать (Stop).



Рисунок 4. Кнопки управления симуляцией (составлено авторами)

Код для каждой из кнопок, написанный на языке программирования Java, представлен ниже [10].

Кнопка Start:

```
runSimulation(); // Запуск симуляции  
buttonStop.setEnabled(true); // Сделать активной кнопку Stop  
buttonStart.setEnabled(false); // Сделать неактивной кнопку Start  
if ( !(stopTime.isActive()) // Проверка активности таймера остановки  
stopTime.restart(timeLimit, MONTH); // Перезапуск таймера остановки
```

Кнопка Reset:

```
getEngine().pause(); // Остановка симуляции  
buttonStop.setEnabled(false); // Сделать неактивной кнопку Stop  
buttonStart.setEnabled(true); // Сделать активной кнопку Start  
set_daysPassed(0); // Вернуть значение прошедших дней к изначальному  
set_Currency(70); // Вернуть значение курса валют к изначальному  
sliderCurrency.setValue(70); // Вернуть значение слайдера курса валют к изначальному  
set_PlanesCount(500); // Вернуть значение количества самолетов к изначальному  
sliderPlanesCount.setValue(500); // Вернуть значение слайдера количества самолетов к  
изначальному  
set_BorderlessCountries(60); // Вернуть значение безвизовых стран к изначальному  
sliderBorderlessCountries.setValue(60); // Вернуть значение безвизовых стран к  
изначальному  
set_Sanctions(7000); // Вернуть значение санкций к изначальному  
sliderSanctions.setValue(7000); // Вернуть значение слайдера санкций к изначальному  
set_VisaLifetime(0.25); // Вернуть значение визы к изначальному  
sliderVisaLifetime.setValue(0.25); // Вернуть значение слайдера визы к изначальному  
set_QuarantineCountries(2); // Вернуть значение карантинных стран к изначальному  
sliderQuarantineCountries.setValue(2); // Вернуть значение слайдера карантинных стран к  
изначальному  
set_FromMoscow(20); // Вернуть значение прямых рейсов к изначальному
```

sliderFromMoscow.setValue(20); // Вернуть значение слайдера прямых рейсов к
изначальному

Foreign = ForeignStartNumber; // Выставить значение популяции заграничных туристов

Russia = RussiaStartNumber; // Выставить значение популяции Российских туристов

stopTime.restart(timeLimit, MONTH); // Перезапустить таймер остановки симуляции

ForeignDS.reset(); // Очистить данные по заграничным странам

RussiaDS.reset(); // Очистить данные по России

chart1.updateData(); // Обновить график

Кнопка Stop:

pauseSimulation(); // Остановить симуляцию

buttonStop.setEnabled(false); // Сделать неактивной кнопку Stop

buttonStart.setEnabled(true); // Сделать активной кнопку Start

Для проверки работы модели была проведена серия экспериментов. Результаты
представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты экспериментов на модели

Номер эксперимента	Значения параметров							Значение Russia, полученное на модели	Значение Foreign, полученное на модели
	1	2	3	4	5	6	7		
1	70	470	60	7 000	0,25	2	50	345,440	654,560
2	25	675	131	4 350	0,7	40	17	592,867	407,133
3	115	1 188	197	12 000	1	119	50	559,857	440,143
4	25	110	10	25	0,35	0	5	910,787	89,213

Составлено авторами

Для удобства заполнения таблицы в наименовании параметров указываются цифры
(1–7), а некоторые параметры будут одинаковыми из одного прогона в другой (Time Limit = 1;
RussiaStartNumber = ForeignStartNumber = 500).

1. Currency.
2. PlanesCount.
3. BorderlessCountries
4. Sanctions.
5. VisaLifetime.
6. QuarantineCountries.
7. FromMoscow.

Выводы

При увеличении параметра Currency на 40 %, итоговое значение накопителя Russia
увеличится примерно на 10 %, в то время как больше, чем двукратное увеличение начального
параметра FromMoscow уменьшает итоговое значение Russia на 30 %.

Таким образом, на модели системной динамики получаются разные результаты значений Russia и Foreign в зависимости от веса и значений параметров.

Анализ результатов проведенных экспериментов позволяет сделать вывод о стабильности модели и логически корректной взаимосвязи параметров. Результаты экспериментов не противоречат логике и вписываются в общую концепцию взаимосвязи элементов в модели туристической отрасли. Следовательно, результаты построенной укрупнённой модели можно считать успешными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова Г.М. Отечественная туриндустрия в системе устойчивого развития туристско-рекреационных регионов России: проблемы и противоречия в условиях цифровизации / Г.М. Романова, Е.В. Онищенко // Естественно-гуманитарные исследования. — 2022. — № 39(1). — С. 275–290.
2. Дрейзис Ю.И. Учет внешних и внутренних факторов в концепции устойчивого развития туристских регионов / Ю.И. Дрейзис, Е.В. Видищева, А.С. Копырин // Вестник академии знаний. — 2020. — № 37(2). — С. 99–108.
3. Коваленко А.С. Туристский сектор России после пандемии covid-2019: угрозы и новые вызовы / А.С. Коваленко // International journal of humanities and natural sciences. — 2020. — vol. 11-3(50) — С. 156–160.
4. Гинцяк А.М. Укрупненная имитационная модель динамики туристической отрасли / А.М. Гинцяк, М.В. Болсуновская, Ж.В. Бурлуцкая, А.А. Петряева // Бизнес-информатика. — 2022. — Т. 16. № 3. — С. 53–67.
5. Горбунов А.Р. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления (объединенная логика имитационного моделирования) / А.Р. Горбунов, Н.Н. Лычкина // Бизнес-информатика. — 2007. — № 2. — С. 60–66.
6. Гурбангульев А.С. Построение когнитивной модели как основы планирования развития инновационного предприятия / А.С. Гурбангульев, В.Н. Богатиков, А.Ю. Ключин // Современные технологии управления. — 2021. — № 3(96). — URL: <https://sovman.ru/article/9607/> (дата обращения: 30.10.2023).
7. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5 / Ю.Г. Карпов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 400 с.
8. Боев В.Д. Компьютерное моделирование в среде Anylogic / В.Д. Боев. — Юрайт, 2023. — 299 с.
9. Котик В.К. Использование программного обеспечения Anylogic в имитационном моделировании / В.К. Котик. // Молодой ученый. — 2020. — № 51(341). — С. 13–15. — URL: <https://moluch.ru/archive/341/76770/> (дата обращения: 11.10.2023).
10. Герберт Ш. Java. Полное руководство. / Ш. Герберт. — Вильямс. — 2023. — 1344 с.

Gorozhanina Evgeniya Ivanovna

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia
E-mail: zhdanova63@gmail.com

Bolotov Ivan Andreevich

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia
E-mail: bolotoff.ivan.edu@yandex.ru

Building a model of system dynamics of the development strategy of Russian tourism

Abstract. The article is devoted to the construction of a simulation model, namely a model of the system dynamics of the Russian tourism development strategy. The introduction substantiates the relevance of the research topic, defines the purpose and objectives of the research, and highlights the main criteria that the constructed model must meet. The relevance of the research topic is due to modern realities in the field of tourism, both external and internal. An object of simulation modeling was also highlighted, storage units were designated (containers for agents (tourists) who travel around Russia (Russia) or abroad (Foreign)), flows, parameters (for example, a parameter responsible for the number of direct flights from Moscow to other countries; a parameter responsible for the percentage of people whose visa expires, etc.), variables (including a dynamic variable) and assumptions of the system dynamics model. There is also a parameter responsible for the period of the simulation. To graphically indicate the connections between the parameters, a cognitive model was built; the description of the connections between the model parameters is summarized in a table. The system dynamics model was built in the AnyLogic simulation environment. For user convenience, a panel for changing the values of model parameters is presented. There are also buttons to start and stop the simulation and reset the results. The code for each of the buttons is presented, written in the Java programming language, since the AnyLogic modeling environment allows you to use this particular language to develop simulation models. A number of experiments were carried out on the model, the results of which are summarized in a table for convenience. The values of the accumulators were analyzed for various combinations of parameter values. The simulation results allowed us to conclude that the model is stable and the parameters are logically correct.

Keywords: simulation model; system dynamics; simulation modeling; tourism; cognitive model; system dynamics model; AnyLogic modeling environment