

## Методика оценки сценариев развития туристической отрасли Камчатского края на основе технологии цифрового двойника



**Михаил Евгеньевич**

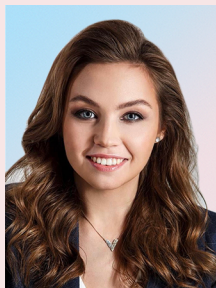
**КУЗНЕЦОВ**

МГУ им. М.В. Ломоносова

Москва, Российская Федерация

e-mail: mkuznetsov@stc.expert

ORCID: 0000-0001-5657-8184; ResearcherID: AAL-9836-2020



**Мария Игоревна**

**НИКИШОВА**

Восточный центр государственного планирования

Москва, Российская Федерация

e-mail: m.nikishova@vostokgosplan.ru

ORCID: 0000-0002-8089-1899

**Аннотация.** В быстро изменяющихся условиях текущего технологического уклада требуются новые методические подходы к оценке эффективного управления с применением современных цифровых инструментов (цифровых двойников), позволяющих наращивать качество и эффективность экономических процессов для принятия своевременных и сбалансированных управленческих решений. Цель исследования – разработать методику оценки сценариев развития туристической отрасли Камчатского края на основе технологии цифрового двойника. Научной новизной предлагаемой методики является использование методов структурной и ситуационной динамики с привлечением статистических методов обработки данных в среде AnyLogic. Разработанная модель представляет собой современный цифровой инструмент, который позволяет конвертировать набор разнообразных данных в своевременное и сбалансированное управлен-

**Для цитирования:** Кузнецов М.Е., Никишова М.И. (2023). Методика оценки сценариев развития туристической отрасли Камчатского края на основе технологии цифрового двойника // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 16. № 1. С. 103–121. DOI: 10.15838/esc.2023.1.85.6

**For citation:** Kuznetsov M.E., Nikishova M.I. (2023). Methodology for assessing scenarios of tourism industry development in Kamchatka krai on the basis of digital twin technology. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 16(1), 103–121. DOI: 10.15838/esc.2023.1.85.6

ческое решение, основанное на понимании текущего состояния отрасли и перспектив ее развития. Теоретическая значимость состоит в научном обосновании концепций цифрового двойника и их применения в имитационном моделировании по отношению к туристической отрасли. Практическая значимость заключается в том, что цифровой двойник позволяет моделировать различные сценарии развития туристической отрасли Камчатского края, тем самым снижая количество рутинных бизнес-процессов и влияние человеческого фактора на качество сервиса. Руководствуясь полученными результатами оценки, авторы выявили оптимальные сценарии развития туристической отрасли Камчатского края, ее узкие места и определили, что внедрение сценарного имитационного моделирования позволит на регулярной основе производить расчет расходов туристов и, следовательно, доходов туристической отрасли, а через мультипликаторы — и доходов регионального бюджета, а также других интегральных показателей для повышения конкурентоспособности туристической отрасли региона. В отличие от традиционной аналитики процессов на основе таблиц и линейной зависимости разработанный цифровой двойник дает возможность наблюдать детальное поведение системы во времени, вести учет предпочтений туристов и пропускной способности точек привлечения туристов, давать рекомендации по размещению новых объектов. Полученные результаты могут быть использованы при формировании предложений по развитию туристической отрасли, а также мониторинга ее состояния и эффективности.

**Ключевые слова:** туризм, туристическая отрасль, цифровизация, цифровая модель, имитационное моделирование, цифровой двойник, Камчатский край.

### Введение

Одним из главных стратегических технологических трендов экономического роста Российской Федерации на сегодняшний день является цифровизация, предусматривающая создание научно-технических, правовых, финансовых и организационных условий, способствующих развитию цифровой экономики в стране<sup>1</sup>. Цифровые технологии экспоненциально увеличивают состояние информационного пространства, а значит, и масштаб трансформации экономической деятельности<sup>2</sup>. В связи с этим меняется структура экономической системы, а вместе с ней и ее динамические свойства, так как ключевым элементом процесса цифровой трансформации является переход от аналоговых или физических технологий к цифровым инструментам, основанным на Big Data (Шпак и др., 2020). В 2021 году объем инвестиций в цифровые технологии в мире достиг

4,24 трлн долл.<sup>3</sup> Появление цифровых имитационных 3D моделей и цифровых двойников (Digital Twin) выступает одним из результатов развития цифрового производства, Индустрии 4.0 и Интернета вещей (Internet of Things (IoT)) (Шпак и др., 2020).

В концептуальном плане основы цифрового двойника были представлены еще в 2003 году в работах М. Гривса (Grieves, 2005; Grieves, 2016). При этом до 2015 года термин «цифровой двойник» (ЦД), как правило, упоминался в случаях, когда речь шла о двойниках промышленных изделий. Впоследствии вопросами внедрения ЦД занимались Р. Сёдерберг (Söderberg et al., 2017), Ф. Тао (Tao et al., 2018), Р. Болтон (Bolton et al., 2018), А.Э. Саддик (Saddik, 2018) и др. Указанными авторами дано более широкое толкование понятию, согласно которому цифровой двойник — это «...цифровая копия живой или неживой физической сущности. Соединяя физический и виртуальный мир, данные передаются, позволяя виртуальной сущности существовать одновременно с физической сущностью»

<sup>1</sup> О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 (ред. от 15.03.2021 № 143). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449>

<sup>2</sup> Nosova S., Norkina A., Makar S., Fadeicheva G. (2021). Digital transformation as a new paradigm of economic policy. *Procedia Computer Science*, 190(4), 657–665. DOI: 10.1016/j.procs.2021.06.077

<sup>3</sup> Цифровая трансформация поднажмет в ближайшие годы. URL: <https://www.comnews.ru/content/218463/2022-01-26/2022-w04/cifrovaya-transformaciya-podnazhmet-blizhayshe-gody>

(Saddik, 2018); «...использование цифровой копии физической системы для оптимизации в реальном времени» (Söderberg et al., 2017); «...реальное отображение всех компонентов в жизненном цикле продукта с использованием физических данных, виртуальных данных и данных взаимодействия между ними» (Tao et al., 2018), «...динамическое виртуальное представление физического объекта или системы в течение всего жизненного цикла с использованием данных в режиме реального времени для понимания, изучения и рассуждения» (Bolton et al., 2018).

Согласно данным<sup>4</sup>, 89% всех IoT-платформ будут применять технологию цифровых двойников к 2025 году, а к 2027 году она станет стандартной функцией IoT-решений. 36% руководителей из разных отраслей отмечают выгоду от применения ЦД, а 53% из них планируют внедрить ЦД к 2028 году. По прогнозу Credence Research, мировой рынок ЦД достигнет 57,38 млрд долл. к 2027 году (в 2018 году он составлял 3,76 млрд долл.; рост более чем в 15 раз) (Прохоров, Лысачев, 2020).

Имитационное моделирование позволяет спрогнозировать, просчитать и принять наиболее эффективные финансовые и инвестиционные решения с учетом множества факторов, оказывающих влияние на экономическое развитие (Молодецкая, 2020; Новыш, Юрча, 2020). В связи с этим методика оценки сценариев развития туристической отрасли на основе технологии цифрового двойника приобретает особую значимость.

В настоящее время Восточным центром государственного планирования (ФАНУ «Востокгосплан»)<sup>5</sup> под руководством авторов статьи ведется активная работа по созданию цифрового двойника (имитационной модели) применительно к региональному туризму.

<sup>4</sup> The future of the digital twins industry to 2025 in manufacturing, smart cities, automotive, healthcare and transport. Available at: <https://www.prnewswire.com/newsreleases/the-future-of-the-digital-twins-industry-to-2025-in-manufacturing-smart-cities-automotive-healthcare-andtransport-301028858.html>

<sup>5</sup> Федеральное автономное научное учреждение «Восточный центр государственного планирования» (ФАНУ «Востокгосплан»). URL: <https://vostokgosplan.ru/wp/about/>

Пилотным регионом выступает Камчатский край, туристический потенциал которого на сегодняшний день реализован не в полной мере<sup>6</sup>. Согласно экспертным данным, доля туризма в ВРП Камчатского края чрезвычайно мала и составляет всего лишь 2%<sup>7</sup>. Сдерживающими факторами развития туризма на Камчатке являются недостаточная узнаваемость и «медийность» Камчатского края на внутреннем и внешнем рынках; низкий уровень развития материальной базы отрасли и слабый уровень развития транспортной инфраструктуры и объектов сферы услуг; невысокая инвестиционная активность предпринимательских структур; сложная транспортная доступность региона; короткий туристический сезон. На решение указанных проблем нацелены приоритетные направления Стратегии в области цифровой трансформации Камчатского края<sup>8</sup>, фактически служащие отправной точкой будущих перспективных технологических прорывов в туристической отрасли, коррелирующие с национальными проектами «Туризм и индустрия гостеприимства» и «Цифровая экономика»<sup>9</sup> и соответствующие реализации программы «Индустрия 4.0».

В свою очередь внедрение «цифрового двойника» подразумевает эффективное сценарное планирование развития туризма и смежных отраслей в регионе. ФАНУ «Востокгосплан» выступает в роли оператора статистического монитора и агрегатора открытых статистических данных; данных, получаемых от органов государственной власти всех уров-

<sup>6</sup> Обобщенный анализ туристической отрасли Камчатского края. Аналитическая справка (отчет), 2021 // Федеральное автономное научное учреждение «Восточный центр государственного планирования» (ФАНУ «Востокгосплан»). URL: <https://vostokgosplan.ru/wp/about>

<sup>7</sup> Доля туризма в ВРП Камчатки только 2%. URL: [https://kamchatinfo.com/news/economics\\_and\\_business/detail/48885/](https://kamchatinfo.com/news/economics_and_business/detail/48885/)

<sup>8</sup> Стратегия в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Камчатского края: утв. Постановлением Правительства Камчатского края от 23 декабря 2021 года № 575-П. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/strategiya-final-kamchatskij-kraj-podpisan-20082021.pdf>

<sup>9</sup> Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [утв. расп. Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-п]. URL: <http://government.ru/govworks/614/events/>

ней; больших данных, предоставляемых на договорной основе их поставщиками. Перечень показателей, выводимых на статистическом мониторе, и частота обновления данных зависят от сотрудничества с поставщиками больших данных. Получение актуальных статистических данных на регулярной основе и в разнообразных разрезах напрямую влияет на степень подробности моделирования туристической отрасли.

В статье приведены методические аспекты оценки сценариев развития туристической отрасли на основе технологии цифрового двойника. Особенностью предлагаемой имитационной сценарно-прогнозной модели регионального туризма является использование методов структурной и ситуационной динамики с привлечением статистических методов обработки данных в среде AnyLogic.

Цель исследования – моделирование сценариев развития туристической отрасли на основе технологии цифрового двойника на примере Камчатского края.

В соответствии с целью исследования были поставлены и решены следующие задачи:

1) разработка и апробация имитационной сценарно-прогнозной модели реализации туристических услуг на примере Камчатского края, основанной на принципах системной динамики;

2) расчет сценариев развития туристической отрасли региона, описание результатов моделирования.

Научной новизной предлагаемой методики оценки является использование методов структурной и ситуационной динамики с привлечением статистических методов обработки данных в среде AnyLogic.

Теоретическая значимость состоит в научном обосновании концепций цифрового двойника и их применении в имитационном моделировании по отношению к туристической отрасли.

Практическая значимость заключается в том, что цифровой двойник позволяет моделировать различные сценарии развития туристической отрасли Камчатского края, тем самым снижается количество рутинных бизнес-процессов и влияние человеческого фактора на качество сервиса.

## Материалы и методы

Концепция цифровых двойников (digital twins) предложена относительно недавно, однако значимость и важность данного исследования подтверждается соответствующей базой литературных источников. Базовые постулаты концепции цифровых двойников зародились в инженерной парадигме и применялись в основном в промышленных отраслях, в которых на всех этапах производства продукции прослеживалась четкая связь цифровой модели с реальным объектом (Boschert, Rosen, 2016; Kritzinger et al., 2018; Mittal et al., 2018).

В научном плане основы концепции цифрового двойника были заложены в 2003 году в работах М. Гривса (Grieves, 2005). При этом до 2015 года термин «цифровой двойник», как правило, упоминался в случаях, когда речь шла о двойниках промышленных изделий. В частности, В. Вонг<sup>10</sup> представил концепцию интеллектуального продукта и определили его основные характеристики. К. Хриберник и его соавторы (Hribernik et al., 2006) выдвинули концепцию аватара продукта, согласно которой продукт может иметь виртуальную цифровую копию и способен получать доступ к данным, собранным в течение жизненного цикла продукта, оптимизировать параметры эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и др. Впервые термин «цифровой двойник» получил официальное научное значение в исследованиях М. Гривса и Д. Викаерса (Grieves, Vickers, 2017). В период с 2010 по 2014 год концепция ЦД развивалась при пристальном внимании со стороны аэрокосмической индустрии, а термин применялся в сфере проектирования промышленных изделий преимущественно для транспортной отрасли (Shafto et al., 2010; Glaessgen, Stargel, 2012). Впоследствии вопросами внедрения цифровых двойников в различных отраслях экономики занимались Р. Болтон (Bolton, 2018), К. Бошерт (Boschert, Rosen, 2018), П. Коронадо (Coronado et al., 2018), Дж. Ли (Lee et al., 2015), А. Саддик (Saddik, 2018), Р. Сёдерберг (Söderberg, et al., 2017), Ф. Тао (Tao et al., 2018).

<sup>10</sup> Wong W. (2018). What's the difference between a simulation and a digital twin? Available at: <https://www.electronicdesign.com/embeddedrevolution/what-s-difference-between-simulation-and-digital-twin>

С развитием виртуальных моделей в инженерии свойства и поведение виртуального аппарата стали прогнозировать посредством математического моделирования на основе цифровой модели (Belinha et al., 2009; Lawson, Marion, 2008).

Обращаясь к имеющимся по состоянию на сегодняшний день отечественным исследованиям (Азрапкин, 2022; Горелова, 2020; Каталевский, Суслов, 2022; Савостьянов, 2021), легко заметить, что математические модели экономических систем и инструментарий имитационного моделирования используются в основном для прогноза развития экономических процессов во времени и состояния, в котором будет находиться экономика, свойств изучаемой экономической системы при выполнении определенных условий. Однако сложившиеся методы описания состояния и эволюции секторов экономики используют немногочисленный набор показателей, величины которых меняются сравнительно плавно, а список остается неизменным (Оленев, 2008). Проблематичным также является выбор переменных, адекватно отображающих структуру экономической системы, что приводит к невозможности детального описания всех процессов, в связи с чем возникают трудности с типологизацией и математическим описанием типовых экономических процессов.

Несмотря на большой интерес к теме ЦД, следует отметить, что по сути данная технология, как и решения на ее основе, находится на ранней стадии развития, когда профессиональное сообщество еще не выработало общепринятых определений и нормативов, специалисты спорят по многим вопросам: что такое цифровой двойник, какие виды существуют, в каких отраслевых решениях применим этот термин и т. п.

Наше исследование призвано устранить все вышеперечисленные пробелы в данном направлении экономической науки. Необходимо разработать и реализовать программу расчета интересующих характеристик изучаемого экономического процесса (в нашем случае потенциала регионального развития туристической отрасли), идентифицировать модель, то есть определить содержащиеся в ней внешние величины (коэффициенты, параметры, факторы), верифицировать модель, то есть убедиться, что она дает практически приемлемые прогнозы.

В статье представлена авторская имитационная сценарно-прогнозная модель реализации туристических услуг Камчатского края, базирующаяся на принципах системной динамики (Акопов, 2019; Сидоренко, 1998; Forrester, 1958; Meadows et al., 2005). Применены основные положения структурного и ситуационного анализа с привлечением статистических методов обработки данных.

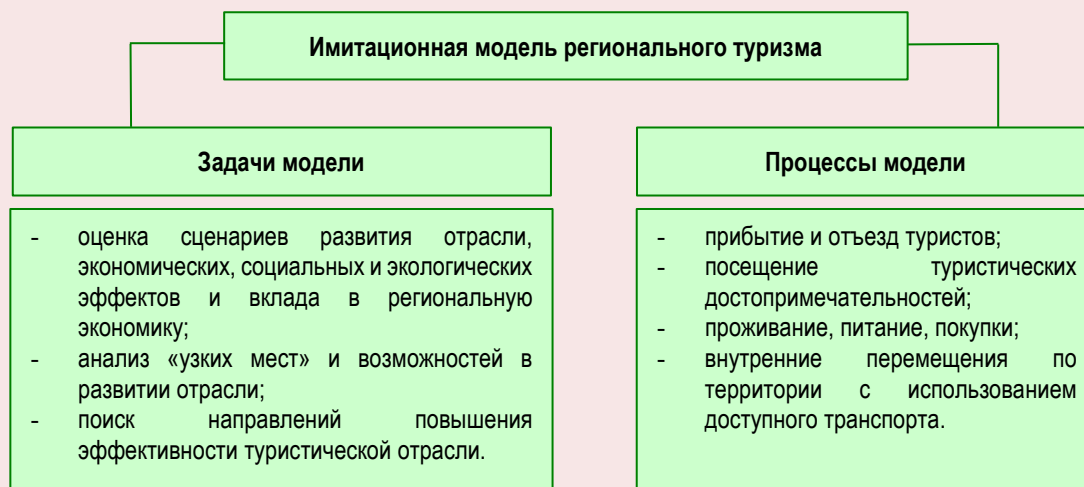
Разработанная модель развития туристической отрасли представляет собой современный цифровой инструмент, который позволяет конвертировать набор разнообразных данных в своевременное и сбалансированное управленческое решение, основанное на понимании текущего состояния отрасли и перспектив ее развития. Главная цель создания цифровой модели туристической отрасли – эффективное сценарное планирование развития туризма и смежных отраслей в регионе. Схематично задачи и моделируемые процессы представлены на *рисунке 1*.

Модель разрабатывается в среде ПО AnyLogic и поставляется в виде jar-файла. Исполняется в составе виртуальной машины Java и требует наличия jar-файлов платформы AnyLogic, локальной СУБД HyperSQL и Web-сервера. Работа пользователя с моделью производится через стандартный браузер. Ввод-вывод данных в текущей версии модели осуществляется через xls файлы (modeldata.xlsx для входных данных и results.xlsx, resultsTData.xlsx для выходных), также возможен экспорт результатов расчета в БД PostgreSQL.

Для ввода данных и настройки сценариев работы имитационной модели, а также вывода и сохранения полученных результатов используются файлы формата MS Excel. Кроме этого, в модели созданы два дополнительных файла MS Excel: «Коннектор» (для обработки, систематизации и приведения в удобный формат выходных данных модели AnyLogic, выгружаемых в файл «results» для дальнейших расчетов) и «Сценарий» (для проведения расчета интегральных социально-экономических показателей по туризму и формирования данных в удобной структуре для дальнейшей наглядной визуализации в BI-системе – Yandex DataLens).

Среди показателей, рассчитываемых в файле «Сценарий», находятся объем валовой добавленной стоимости (ВДС) туристической отрасли; доля ВДС туристической отрасли в плани-

Рис. 1. Задачи и процессы имитационной модели регионального туризма



Источник: составлено авторами.

руемом валовом региональном продукте (ВРП) региона; налоговый доход от функционирования туристической отрасли; дефицит мест размещения; количество рабочих мест, обеспечиваемых туристической отраслью; средние расходы туристов. Показатели рассчитываются на весь период моделирования. В статье представлен подробный расчет каждого показателя.

#### Расчет ВДС

Используемая методология расчета валовой добавленной стоимости, создаваемой туристической отраслью Камчатского края, соответствует методологии, утвержденной Приказом Росстата № 267<sup>11</sup>.

ВДС, создаваемая в туристической отрасли, определяется по формуле (1):

$$\text{ВДС}_i^t = V_i^t \times \text{Д\_ВДС}_i^t, \quad (1)$$

где:

$\text{ВДС}_i^t$  – валовая добавленная стоимость, созданная в году  $t$  при оказании  $i$ -го вида туристических услуг;

<sup>11</sup> Об утверждении Методики расчета показателей «Валовая добавленная стоимость туристической индустрии» и «Доля валовой добавленной стоимости туристической индустрии в валовом внутреннем продукте Российской Федерации»: Приказ Росстата от 14 мая 2019 года № 267. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met\\_vds.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_vds.pdf)

$V_i^t$  – выпуск по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$\text{Д\_ВДС}_i^t$  – доля валовой добавленной стоимости в выпуске  $i$ -го вида туристических услуг в году  $t$ .

Выпуск товаров и услуг в данной методике учитывается по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг моделируемыми объектами туристической отрасли Камчатского края. Выпуск по  $i$ -му виду оказываемых услуг в году  $t$  определяется по формуле (2):

$$V_i^t = O_i^t \times \text{Ст}_i^t, \quad (2)$$

где:

$O_i^t$  – количество оказанных услуг  $i$ -го вида в году  $t$  (в соответствующих единицах измерения);

$\text{Ст}_i^t$  – стоимость единицы оказания услуги  $i$ -го вида в году  $t$ .

Стоимость оказываемых услуг является сценарным параметром. Количество оказываемых услуг определяется в рамках имитационного моделирования при входных сценарных параметрах туристического потока на Камчатском крае и иных инфраструктурных параметров.

Валовая добавленная стоимость определяется как стоимость выпуска товаров и услуг минус стоимость промежуточного потребления. Термин «валовая» указывает на то, что показатель определен до вычета потребления основного капитала<sup>12</sup>. Доля ВДС в выпуске по  $i$ -му виду оказываемых услуг в году  $t$  определяется по формуле (3):

$$Д\_ВДС_i^t = 1 - Д\_ПП_i^t, \quad (3)$$

где:

$Д\_ПП_i^t$  – доля расходов на промежуточное потребление<sup>13</sup> в выпуске по  $i$ -му виду услуг в году  $t$ .

В соответствии с п. 37 Методических рекомендаций<sup>14</sup> оценку ВДС в текущих ценах прогнозных лет рекомендуется формировать как разницу между выпуском в текущих основных ценах прогнозных лет и расходами на промежуточное потребление в текущих ценах покупателей с учетом прогнозируемых индексов-дефляторов выпусков и индексов-дефляторов расходов на промежуточное потребление. Тогда долю расходов на промежуточное потребление в выпуске  $i$ -го вида продукции в году  $t$  следует определять по следующей формуле (4):

$$Д\_ПП_i^t = \frac{\sum_{k=1}^n K_{ki}^t \times D_k^t}{ИЦ_i^t}, \quad (4)$$

где:

$K_{ki}^t$  – величина расходов (в рублях) на промежуточное потребление продукции  $k$ -го вида

деятельности в расчете на рубль выпуска при оказании  $i$ -го вида услуг (коэффициент матрицы прямых затрат);

$D_k^t$  – накопленный относительно базового периода к году  $t$  дефлятор на продукцию  $k$ -го вида деятельности. Базовым периодом в рамках модели является 2018 год (по году таблиц использования товаров и услуг, в рамках которых рассчитана матрица прямых затрат);

$n$  – количество продукции по видам деятельности, чистые налоги и другие составляющие промежуточного потребления; в рамках модели продукция и услуги сгруппированы по видам экономической деятельности в соответствии с ОКВЭД-2 (по разделам А-Т); величина налогов за вычетом субсидий не учитывается из-за отсутствия данных, а также в связи с небольшой долей данной составляющей в расходах на промежуточное потребление;

$ИЦ_i^t$  – накопленный относительно базового периода к году  $t$  индекс цен на услуги  $i$ -го вида; в рамках моделирования совпадает со значением накопленного дефлятора по агрегированной отрасли, оказывающей услугу  $i$ -го вида.

Расходы на промежуточное потребление товаров и услуг следует определять по матрице прямых затрат на оказание конкретного вида услуг. При отсутствии таких данных коэффициенты матрицы прямых затрат рассчитываются по данным базовых таблиц «затраты-выпуск» (симметричной таблицы «затраты-выпуск»)<sup>15</sup> или таблиц использования товаров и услуг, публикуемых Росстатом<sup>16</sup>. Коэффициенты матрицы прямых затрат определяются по формуле (5):

$$K_{ki} = \frac{ПП_{ki}}{В_i}, \quad (5)$$

где:

$ПП_{ki}$  – величина расходов (в рублях) на промежуточное потребление продукции  $k$ -го вида деятельности при оказании услуг  $i$ -го вида;

$В_i$  – величина выпуска при оказании услуг  $i$ -го вида (в основных ценах).

<sup>15</sup> Таблицы затрат-выпуска РФ за 2016 год / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/comment-tzv-2016.htm>

<sup>16</sup> Таблицы затрат-выпуска РФ за 2017 год / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/comment-tzv-2016.htm>; <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/comment-tri-2017.htm>; Национальные счета России в 2007–2014 годах: стат. сб. / Росстат. М., 2015. 304 с.

<sup>12</sup> Приказ Росстата от 14 мая 2019 года № 267.

<sup>13</sup> Промежуточное потребление – суммарная стоимость товаров и услуг, потребленных в качестве затрат в процессе производства, за исключением основных фондов, потребление которых отражается как потребление основного капитала (Приказ Росстата от 14 мая 2019 года № 267).

<sup>14</sup> Об утверждении Методических рекомендаций по разработке, корректировке, мониторингу среднесрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 30.11.2009 № 492: Приказ Минэкономразвития России от 30.06.2016 № 423 // Информационный портал Министерства экономического развития Российской Федерации. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/normativnye\\_dokumenty\\_po\\_voprosam\\_analiza\\_i\\_prognozirovaniya/prikaz\\_minekonomrazvitiya\\_rossii\\_ot\\_30062016\\_n\\_423\\_ob\\_utverzhdenii\\_metodicheskikh\\_rekomendaciy\\_po\\_razrabotke\\_korrektirovke\\_monitoringu\\_srednesrochnogo\\_proгноza\\_socialno\\_ekonomicheskogo\\_razvitiya\\_rossiyskoy\\_federacii\\_i\\_o\\_priznanii\\_utrativshim\\_silu\\_prikaza\\_m.html](https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/normativnye_dokumenty_po_voprosam_analiza_i_prognozirovaniya/prikaz_minekonomrazvitiya_rossii_ot_30062016_n_423_ob_utverzhdenii_metodicheskikh_rekomendaciy_po_razrabotke_korrektirovke_monitoringu_srednesrochnogo_proгноza_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_i_o_priznanii_utrativshim_silu_prikaza_m.html)

ВДС всей туристической отрасли рассчитывается как сумма результатов по всем видам экономической деятельности, собирательной группы «Туризм».

Для оценки вклада туризма в экономическое развитие региона высчитывается доля ВДС туристической отрасли (ВДС туристической отрасли рассчитывается в среде AnyLogic) в плановом ВРП Камчатского края по формуле (6).

$$Д\_ВДС\_ВРП_t = \frac{ВДС_t}{ВРП_t}, \quad (6)$$

где:

$Д\_ВДС\_ВРП_t$  – доля валовой добавленной стоимости туристической отрасли по отношению к валовому региональному продукту, рассчитываемая на год  $t$ ;

$ВДС_t$  – валовая добавленная стоимость туристической отрасли, созданная в году  $t$ ;

$ВРП_t$  – валовой региональный продукт Камчатского края, созданный в году  $t$ .

Значения планового ВРП взяты из прогноза социально-экономического развития Камчатского края до 2024<sup>17</sup> и прогноза социально-экономического развития Камчатского края до 2035<sup>18</sup>.

#### *Расчет количества рабочих мест*

Расчет количества рабочих мест ведется отдельно по гидам и отдельно для других сфер занятости в туризме. Количество требующихся гидов рассчитывается исходя из пропускной способности гида, вероятности использования гида в каждой точке привлечения туристов<sup>19</sup> и количества туристов, посещающих его (количество посетителей каждой точки привлечения туристов), в среде AnyLogic по формуле (7):

$$qG_i^t = \frac{qT_i^t \times pUG_i}{GT}, \quad (7)$$

где:

$qG_i^t$  – количество гидов, необходимых на  $i$ -ой точке привлечения в год  $t$ ;

$qT_i^t$  – количество туристов, посетивших  $i$ -ую точку привлечения в году  $t$ ;

$pUG_i$  – вероятность использования туристом гида в  $i$ -ой точке привлечения;

$GT$  – пропускная способность одного гида (количество туристов, которых один гид может провести в год).

Показатели вероятности использования туристом гида в  $i$ -ой точке привлечения и пропускная способность одного гида в модели являются сценарными и оценивались экспертно.

Для других видов деятельности в сфере туризма количество рабочих мест в базовом году рассчитывается исходя из производительности труда (исчисляемой объемом ВДС, созданным одним работником) и объема созданной ВДС отдельно по сферам деятельности. Показатель производительности труда для базового года определяется по формуле (8):

$$k\_L_i^{t_0} = \frac{qL_i^{t_0}}{ВДС_i^{t_0}}, \quad (8)$$

где:

$k\_L_i^{t_0}$  – производительность труда по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$ ;

$qL_i^{t_0}$  – среднегодовая численность занятых в  $i$ -ом виде оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$ ;

$ВДС_i^{t_0}$  – валовая добавленная стоимость, созданная в  $i$ -ом виде оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$ .

Показатели среднегодовой численности занятых в  $i$ -ом виде оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$  и валовая добавленная стоимость, созданная в  $i$ -ом виде оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$ , для расчета сценарного показателя трудоемкость по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$  брались по данным Росстата.

<sup>17</sup> Прогноз социально-экономического развития Камчатского края до 2024 // Информационный портал Правительства Камчатского края. URL: <https://kamgov.ru/minecon/prognozy>

<sup>18</sup> Распоряжение Правительства Камчатского края от 24.05.2019 № 238-РП // Информационный портал Правительства Камчатского края. URL: <https://www.kamgov.ru/minecon/prognozy?page=1&DocumentFileFrontSearch%5Bname%5D=2035>

<sup>19</sup> Собирательная группировка по видам экономической деятельности «Туризм» на основе ОКВЭД2 / Росстат. URL: [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Frosstat.gov.ru%2Fstorage%2Fmediabank%2Fmet\\_tur3-okved2.docx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Frosstat.gov.ru%2Fstorage%2Fmediabank%2Fmet_tur3-okved2.docx&wdOrigin=BROWSELINK)



Количество рабочих мест по видам туристических услуг на базовый год определяется по формуле (9):

$$L_i^{t_0} = \text{ВДС}_i^{t_0} \times k \cdot L_i^{t_0}. \quad (9)$$

Количество рабочих мест по видам туристических услуг на прогнозный период определяется по формуле (10):

$$L_i^t = L_i^{t-1} \times \frac{I_{\text{ВДС}_i^t}}{\text{ИПТ}_i^t}, \quad (10)$$

где:

$L_i^t$  – количество рабочих мест по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$L_i^{t-1}$  – количество рабочих мест по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $(t - 1)$ ;

$I_{\text{ВДС}_i^t}$  – отношение валовой добавленной стоимости по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$  к валовой добавленной стоимости по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $(t - 1)$ ;

$\text{ИПТ}_i^t$  – индекс производительности труда по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ .

Показатель индекс производительности труда на базовый год является сценарным и вычислялся по формуле (11):

$$\text{ИПТ}_i^{t_0} = \frac{I_{\text{ДС}_i^{t_0}}}{IqL_i^{t_0}}, \quad (11)$$

где:

$\text{ИПТ}_i^{t_0}$  – индекс производительности труда по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в базовом году  $t_0$ ;

$I_{\text{ДС}_i^{t_0}}$  – индекс физического объема валовой добавленной стоимости по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг базового года  $t_0$  к году  $(t_0 - 1)$ ;

$IqL_i^{t_0}$  – индекс совокупных затрат труда по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг базового года  $t_0$  к году  $(t_0 - 1)$ .

Прогнозные значения индекса производительности труда оценивались исходя из темпов прироста данного показателя согласно прогнозам социально-экономического развития Камчатского края до 2024 и 2035 гг.

Общее количество рабочих мест, созданных туристической отраслью, является суммой рабочих мест по видам деятельности.

#### Расчет налоговых отчислений

В модели реализован расчет объема налоговых отчислений в бюджет по трем видам налогов: налог на добавленную стоимость (далее – НДС), налог на доходы физических лиц (далее – НДФЛ) и налог на прибыль.

Для расчета налога на прибыль используется коэффициент – доля чистой прибыли (далее – ЧП) на базовый год, который рассчитывается как среднее между показателями долей чистой прибыли на 2016–2018 гг.

Показатели доли ЧП на 2016–2018 гг. рассчитаны как отношение чистой прибыли к выпуску по виду оказываемых услуг в основных ценах по формуле (12):

$$D_{\text{ЧП}_i^t} = \frac{\text{ЧП}_i^t}{\text{Выпуск}_i^t}, \quad (12)$$

где:

$D_{\text{ЧП}_i^t}$  – доля чистой прибыли по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$\text{ЧП}_i^t$  – чистая прибыль по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$\text{Выпуск}_i^t$  – выпуск по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в основных ценах в году  $t$ .

Значения чистой прибыли по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$  и объемов выпуска по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в основных ценах в году  $t$  взяты из симметричной таблицы «затраты-выпуск» и таблиц использования товаров и услуг, публикуемых Росстатом. Значения доли ЧП на прогнозные годы выставлены равными значениям доли ЧП на базовый год.

Объем налога на прибыль вычисляется как произведение доли ЧП на выручку и на налоговую ставку по формуле (13):

$$\text{ННП}_i^t = D_{\text{ЧП}_i^t} \times \text{Выручка}_i^t \times n_t, \quad (13)$$

где:

$\text{ННП}_i^t$  – объем собранных налогов на прибыль по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$D_{\text{ЧП}_i^t}$  – доля чистой прибыли по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$\text{Выручка}_i^t$  – объем выручки по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году;

$n_t$  – ставка налога на прибыль в году  $t$ .

Значения объема выручки по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$  являются расчетными в среде AnyLogic. Значения налоговой ставки налога на прибыль заданы равными 20% на весь период моделирования. Размер налоговой ставки является сценарным параметром и может быть изменен в каждом отдельно взятом сценарии.

Общий налог на прибыль является суммой отчислений по видам деятельности.

НДС рассчитывается как произведение выручки на налоговую ставку (14):

$$\text{НДС}_i^t = \text{Выручка}_i^t \times n_t, \quad (14)$$

где:

$\text{НДС}_i^t$  — объем собранных налогов на добавленную стоимость по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$\text{Выручка}_i^t$  — объем выручки по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$ ;

$n_t$  — ставка налога на добавленную стоимость в году  $t$ .

Значения объема выручки по  $i$ -му виду оказываемых туристических услуг в году  $t$  являются расчетными в среде AnyLogic. Значения налоговой ставки налога на добавленную стоимость заданы равными 20% на весь период моделирования.

НДФЛ рассчитывается как произведение средней заработной платы, количества рабочих мест в туристической отрасли, налоговой ставки и количества месяцев в году (15):

$$\text{НДФЛ}_t = \text{СЗП}_t \times qL_t \times n_t \times 12, \quad (15)$$

где:

$\text{НДФЛ}_t$  — объем собранных налогов на доходы физических лиц в году  $t$ ;

$\text{СЗП}_t$  — средняя заработная плата в туристической отрасли в году  $t$ ;

$qL_t$  — количество рабочих мест в туристической отрасли в году  $t$ ;

$n_t$  — ставка налога на доходы физических лиц в году  $t$ ;

12 — количество месяцев в году.

Значения средней заработной платы являются для модели сценарным параметром и рас-

считаны на основании данных Росстата о средней заработной плате по видам оказываемых туристических услуг. Для прогнозирования значений средней заработной платы использовался показатель «Темп роста номинальной численной среднемесячной заработной платы работников организаций» долгосрочного прогноза социально-экономического развития Камчатского края (по базовому варианту)<sup>20</sup>. Методика расчета показателя количество рабочих мест в туристической отрасли в году  $t$  указана ранее. Значения налоговой ставки налога на доходы физических лиц заданы равными 13% на весь период моделирования.

*Расчет дефицита рабочих мест в коллективных средствах размещения*

Модель предусматривает расчет дефицита мест в коллективных средствах размещения. Дефицит/избыток мест в КСР рассчитывается по формуле (16):

$$n\text{КСР}_t^{\bar{d}} = \frac{d\text{КСР}_t^m}{30} - s\text{КСР}_t, \quad (16)$$

где:

$n\text{КСР}_t^{\bar{d}}$  — среднее значение суточного дефицита (при положительном значении) / профицита (при отрицательном значении) мест в коллективных средствах размещения в наиболее популярный месяц года  $t$ ;

$d\text{КСР}_t^m$  — среднее значение суточного спроса на места в коллективных средствах размещения в наиболее популярный месяц года  $t$ ;

$s\text{КСР}_t$  — суточное предложение мест в коллективных средствах размещения в году  $t$ .

Расчет показателя среднего значения суточного спроса на места в коллективных средствах размещения в наиболее популярный месяц получен по результатам моделирования в среде AnyLogic. Значения суточного предложения мест в коллективных средствах размещения в году  $t$  заполнялись на основании данных Росстата по плановому количеству мест, а также экспертной оценке неформальной части КСР.

<sup>20</sup> Таблицы ресурсов и использования товаров и услуг Российской Федерации за 2018 год / Росстат. URL: [https://docviewer.yandex.ru/view/566230844/?\\*](https://docviewer.yandex.ru/view/566230844/?*)

Также в модель заложен расчет количества недостающих объектов КСР по формуле (17):

$$\text{Доп\_КСР}_t = \frac{n\text{КСР}_t^{\bar{d}}}{\text{Ср\_М\_КСР}}, \quad (17)$$

где:

$\text{Доп\_КСР}_t$  – количество коллективных средств размещения, покрывающих дефицит мест КСР в году  $t$ ;

$n\text{КСР}_t^{\bar{d}}$  – среднее значение суточного дефицита (при положительном значении) / профицита (при отрицательном значении) мест в коллективных средствах размещения в наиболее популярный месяц;

$\text{Ср\_М\_КСР}$  – среднее количество мест КРС в одном объекте КСР.

Значение среднего количества мест КСР в одном объекте КСР является сценарным параметром и задано экспертно.

*Расчет средних расходов туристов*

Средние расходы одного туриста каждого кластера на поездку рассчитываются как отношение выручки (суммарно по кластеру) к объёму туристического потока (суммарно по кластеру) по формуле (18):

$$\bar{E}_i^t = \frac{E_i^t}{qT_i^t}, \quad (18)$$

где:

$\bar{E}_i^t$  – средние расходы одного туриста  $i$ -го кластера за все время пребывания в году  $t$ ;

$E_i^t$  – суммарные расходы всех туристов  $i$ -го кластера в году  $t$ ;

$qT_i^t$  – количество туристов  $i$ -го кластера в году  $t$ .

Значения показателя количество туристов  $i$ -го кластера в году  $t$  является сценарным параметром и задавалось экспертно на основании данных, переданных Министерством туризма Камчатского края. Значения показателя суммарные расходы всех туристов  $i$ -го кластера в году  $t$  рассчитываются в среде AnyLogic.

Полноценный расчет экономических показателей происходит после выгрузки выходных данных модели в отдельной модели в формате MS Excel. Упрощенный расчет экономических показателей позволяет предварительно оценить результаты моделирования и производится на основании суммарной статистики по количеству туристов и их расходам (табл. 1).

Таблица 1. Упрощенный расчет экономических показателей внутри имитационной модели

Показатель	Источник информации или правила расчета	Примечание
Объем туристического потока	Из моделируемых параметров (раздельно для российских и иностранных туристов)	
Валовая добавленная стоимость отрасли (млн руб.)	Количество туристов, посетивших аттракторы и инфраструктуру (размещение, питание, торговля) × avcost × норму добавленной стоимости отрасли	Норма ДС = 0,55
Доля туризма в ВРП региона	ВДС отрасли / ВРП региона	ВРП региона задается по годам по прогнозу социально-экономического развития в таблице general
Количество рабочих мест, создаваемых туристической отраслью	ВДС × затраты труда (трудоемкость)	Затраты труда = 1,12 раб. мест / 1 млн руб.
Отели, кемпинги	Количество туристов, посетивших аттракторы и инфраструктуру grouptypes «Размещение» × avcost × затраты труда (трудоемкость)	
Кафе, рестораны	Количество туристов, посетивших аттракторы и инфраструктуру grouptypes «Питание» × avcost × затраты труда (трудоемкость)	
Услуги гидов	Количество туристов, посетивших аттракторы / производительность гида (100 чел. на гида)	

Окончание таблицы 1

Показатель	Источник информации или правила расчета	Примечание
Интегральный уровень удовлетворенности туристов, %	Доля посещенных туристических объектов (50% более - хф, менее красный, 50–70% желтый, выше зеленый)	
Полностью удовлетворен	> 70% успешных дней	
Частично удовлетворен	50–70% успешных дней	
Неудовлетворен	< 50% успешных дней	
Средние расходы кластеров туристов на поездку, тыс. руб.	Сумма (avcost объектов × кол-во посещений этих объектов туристами кластера) / величину тур. потока кластера	
Налоги, тыс. руб.	Методика расчета по каждому налогу приведена ниже	
НДС	Количество туристов, посетивших аттракторы и инфраструктуру (размещение, питание, торговля) × avcost × 0,2	
Налог на прибыль	Количество туристов, посетивших аттракторы и инфраструктуру (размещение, питание, торговля) × avcost × норму Чистой прибыли	Норма чистой прибыли = 0,289
НДФЛ	СЗП по отрасли × Количество рабочих мест, создаваемых туристической отраслью × 0,13	СЗП по годам задается в таблице general
Источник: составлено авторами.		

### Результаты и обсуждение

В ходе расчетов основных показателей формируются таблицы с данными, которые загружаются в базу данных PostgreSQL, для последующей визуализации в BI-системе – Yandex DataLens, где формируется набор чартов, отображающих результаты моделирования по каждому сценарию: количество туристов по кластерам; количество туристов по месяцам, в рамках выбранного года; количество посетителей точек привлечения в год, по типам точек привлечения (тыс. чел.), с возможностью погружения на уровень отдельных точек привлечения; количество посетителей точек привлечения в год, по типам точек привлечения, с возможностью погружения на уровень отдельных точек привлечения; выручка точек привлечения в год, по типам точек привлечения, с возможностью погружения на уровень отдельных точек привлечения; количество посетителей точек привлечения по месяцам в выбранный год, по типам точек привлечения, с возможностью погружения на уровень отдельных точек привлечения; выручка точек привлечения по месяцам в выбранный год, по типам точек привлечения; доля НДС тури-

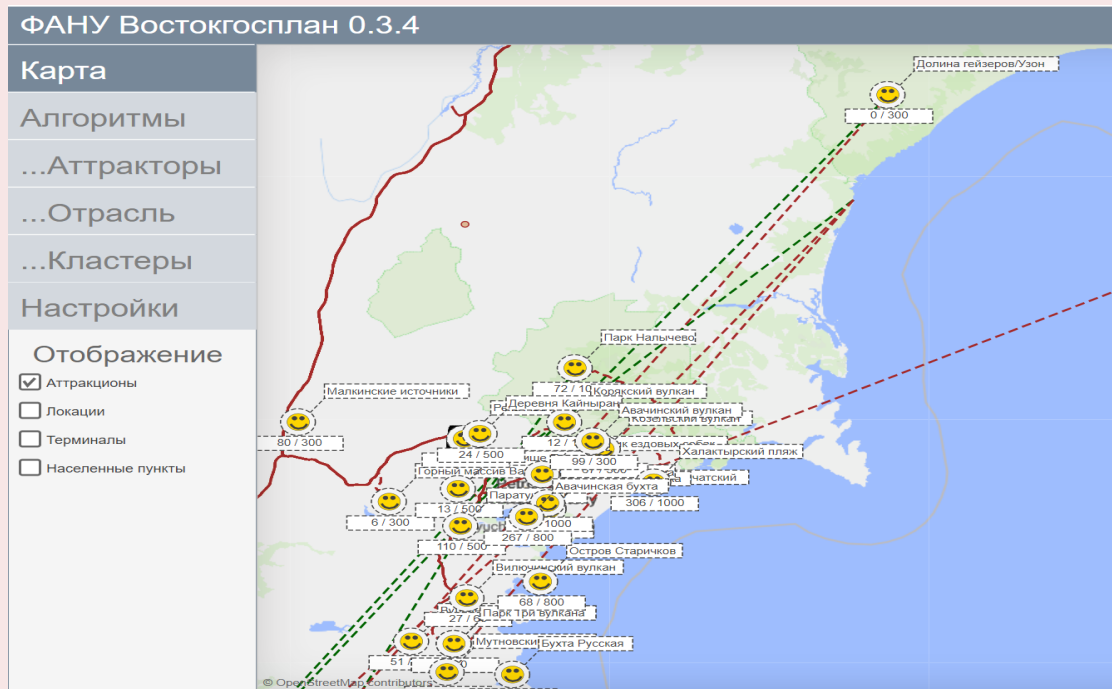
стической отрасли в ВРП; объем НДС туристической отрасли; налоговые отчисления от туристической отрасли; рабочие места в туристической отрасли; средний расход на поездку одного туриста, по кластерам; уровень удовлетворенности туристов; количество перевезенных разными типами транспорта туристов; выручка от перевозок разными типами транспорта; дефицит мест в КСР.

Данные чарты выводятся на единый дашборд (стенд), с возможностью мгновенного переключения между сценариями и визуального сравнения результатов расчета по любым двум сценариям. На каждом чарте дашборда предоставлена возможность экспорта визуализированных данных, в том числе в формате MS Excel. Перечень информации, отображаемой на витрине, не является окончательным и может быть расширен при условии дальнейшего развития модели.

Основной экран модели в режиме выполнения представлен на *рисунке 2*.

В режиме моделирования пользователь может также выбрать кликом мышки один из туристических аттракторов для просмотра детальной информации по нему (*рис. 3*).

Рис. 2. Основной экран модели в режиме выполнения



Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Статистика по объекту



Примечание: В левой части данного экрана – интегральные показатели за все время расчета, в правой – прогноз заполняемости на ежедневной основе. Фиолетовая линия отражает максимальное число одновременно принимаемых туристов и сезоны, в течение которых объект открыт для посещения.

Источник: составлено авторами.

В статье представлены лишь основные выводы по итогам моделирования. Со всеми описанными выше чартами и детальными данными итогов моделирования каждого сценария из названных сценариев можно ознакомиться в дашборде VI-системы Yandex DataLens с возможностью экспорта данных.

В модели предусмотрены следующие сценарии имитационного моделирования развития туристической отрасли Камчатского края.

Консервативный сценарий (С1) предусматривает продолжение тенденции роста туристического потока среднегодовыми темпами, идентичными наблюдавшимся с 2014 по 2019 год, — на 5% в год, начиная с 2021 года, где объём туристического потока составляет 210 тыс. чел. в год. В этом сценарии все объекты модели сохраняли свои характеристики на протяжении всего периода моделирования. Не открывались новые точки привлечения туристов, не развивалась инфраструктура, не создавались новые маршруты. Единственным переменным параметром в ходе моделирования является объём туристического потока.

Базовый сценарий (С2) предусматривает рост туристического потока на уровне 12% в год на весь период моделирования.

Оптимистический сценарий (С3) предусматривает активный рост туристического потока с 2021 по 2027 год на 15% и затем на 25% до конца периода моделирования в связи с введением нескольких новых крупных точек привлечения туристов.

Циклическая пандемия (С4) — предусмотрена общая тенденция к росту туристического потока с падением на 50% каждые 4 года в связи с обострением пандемии и восстановлением до уровня года перед началом пандемии.

Показатели сценариев имитационного моделирования развития туристической отрасли Камчатского края приведены в *таблице 2*.

Сравнительные результаты сценариев имитационного моделирования развития туристической отрасли Камчатского края представлены на *рисунках 4, 5*.

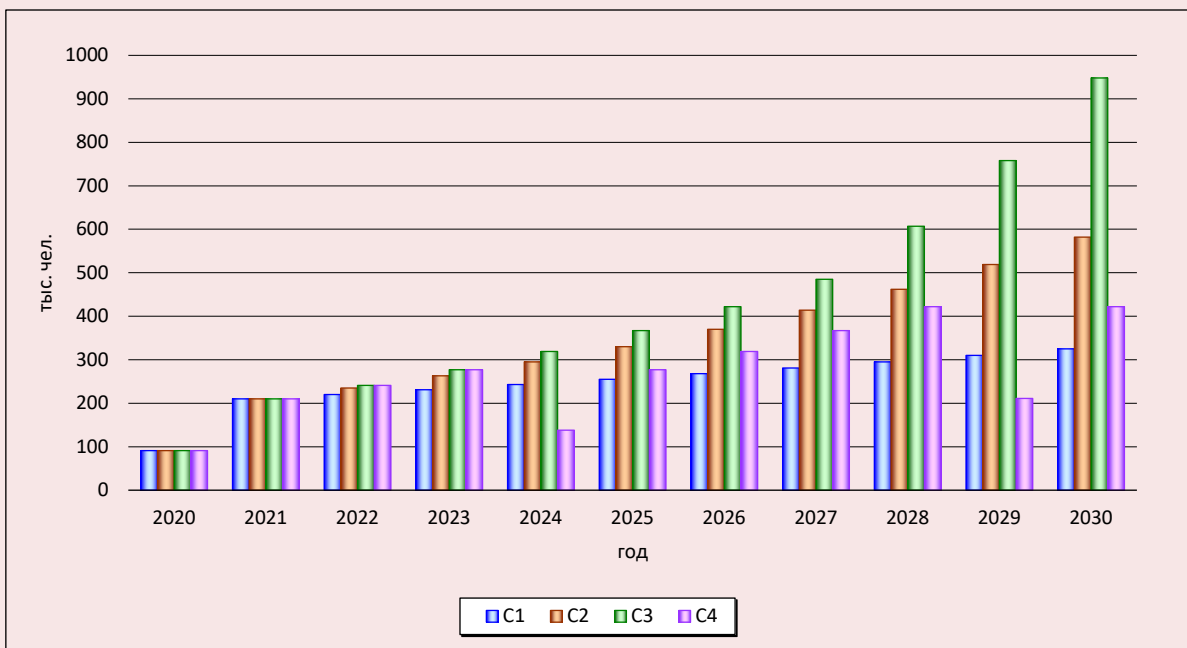
Сравнительные результаты сценариев имитационного моделирования показывают, что при развитии консервативного сценария через 10 лет объём туристического потока в Камчатском крае достигнет пика и медленное развитие отрасли сменится деградацией. Доля ВДС туристической отрасли в ВРП в консервативном сценарии незначительно выросла: с 2,11 до 2,47%. В базовом сценарии доля ВДС туристической отрасли к ВРП превышает значения соответствующего показателя в консервативном сценарии почти в два раза. В абсолютных выражениях ВДС туристической отрасли увеличится с 5,86 млрд руб. в 2021 году до 23,67 млрд руб. в 2030 году. Оптимистический сценарий демонстрирует, что при активном развитии инфраструктуры Камчатский край сможет принимать даже 950 тыс. туристов в год при кратном увеличении экономических показателей туристической отрасли (рост туристического потока с 2021 по 2027 год на 15% и затем на 25% до конца

Таблица 2. Сценарии имитационного моделирования развития туристической отрасли Камчатского края

Сценарий	Туристический поток, чел.										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Консервативный сценарий (С1)	91000	210000	220500	231525	243101	255256	268019	281420	295491	310266	325779
Базовый сценарий (С2)	91000	210000	235200	263424	295035	330439	370092	414503	464243	519952	582346
Оптимистический сценарий (С3)	91000	210000	241500	277725	319384	367291	422385	485743	607178	758973	948716
Циклическая пандемия (С4)	91000	210000	241500	277725	138863	277725	319384	367291	422385	211193	422385

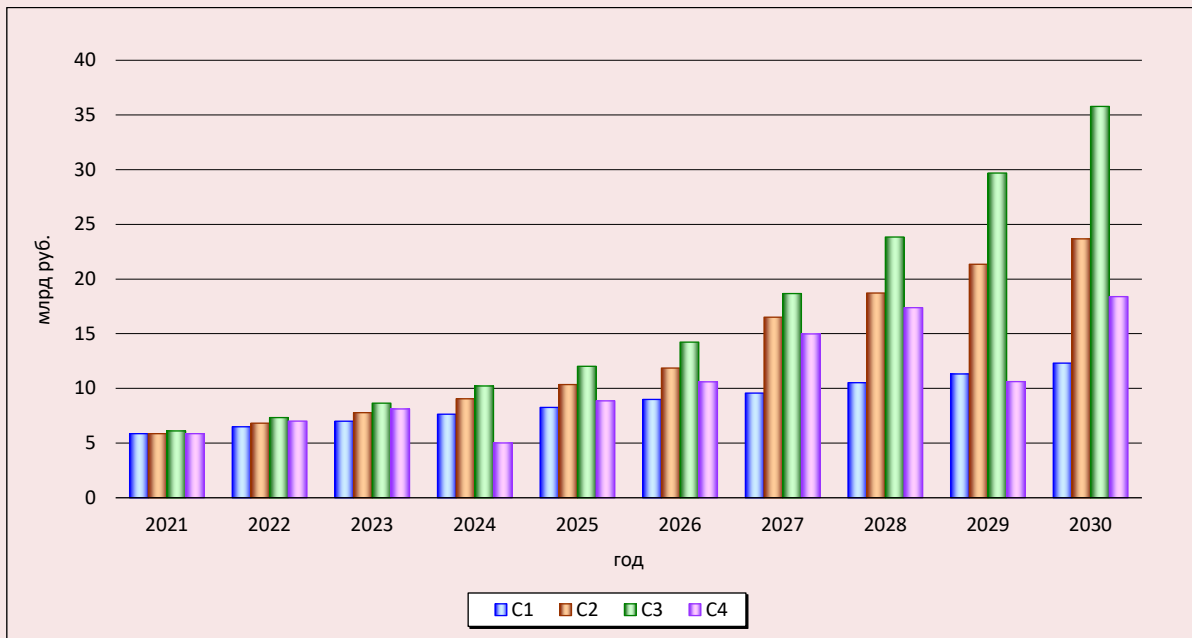
Примечание: Период моделирования во всех сценариях составляет 11 лет – с 2020 года по 2030 год. Стартовый год – 2020 (пандемия); включение 2020 года позволяет точнее учесть возможные сценарии в рамках циклической пандемии (С4).  
Источник: расчёты авторов.

Рис. 4. Объем туристического потока в зависимости от сценария развития, 2020–2030 гг., тыс. чел.



Источник: составлено авторами.

Рис. 5. Объем ВДС туристической отрасли, 2020–2030 гг., млрд руб.



Источник: составлено авторами.

периода моделирования). При этом необходимо последовательное развитие инфраструктуры для обеспечения комфортного пребывания туристов и снижения негативной нагрузки на ландшафт. В абсолютном выражении показатель объема ВДС туристической отрасли вырастет почти в 6 раз и составит 35 млрд руб. При циклической пандемии предусмотрена общая тенденция к росту туристического потока с падением на 50% каждые 4 года в связи с обострением пандемии и восстановлением до уровня года перед началом пандемии. В периоды после восстановления годовые темпы прироста составляют 12%.

При рассмотрении результатов моделирования различных сценариев развития туристической отрасли на примере Камчатского края выявлена острая необходимость в развитии инфраструктуры и точек привлечения туристов в Камчатский край. К наиболее острым проблемам при увеличении туристического потока относятся недостаток мест КСР и низкая пропускная способность большинства точек привлечения туристов.

#### **Заключение**

В ходе исследования была разработана и апробирована методика оценки сценариев развития туристической отрасли на основе технологии цифрового двойника, разработанная ФАНУ «Востокгосплан». Авторами предложена модель развития туристической отрасли, представляющая собой современный цифровой инструмент, который позволяет конвертировать набор разнообразных данных в своевременное и сбалансированное управленческое решение, основанное на понимании текущего состояния туристической отрасли и перспектив ее развития. В проекте по цифровизации туристической отрасли пилотным регионом выбран Камчатский край.

Научную новизну предлагаемой методики оценки составляет использование методов структурной и ситуационной динамики с привлечением статистических методов обработки данных в среде AnyLogic. В отличие от традиционной аналитики процессов на основе таблиц и линейной зависимости разработанный цифровой двойник дает возможность наблюдать детальное поведение системы во времени,

вести учет предпочтений туристов и пропускной способности точек, давать рекомендации по размещению новых объектов. После проведения необходимых экспериментов и получения выходных данных были найдены оптимальные сценарии развития туристической отрасли, выявлены узкие места и определено, что внедрение сценарного имитационного моделирования позволит на регулярной основе производить расчет расходов туристов и, следовательно, доходов туристической отрасли, а через мультипликаторы — и доходов регионального бюджета, а также других интегральных показателей для повышения конкурентоспособности туристической отрасли Камчатского края.

Предложенная методика формирования сценариев развития туристической отрасли на основе технологии цифрового двойника приобретает в современных условиях особую значимость. Автором обозначен теоретический пробел в научных знаниях, позволяющий обосновать потребность в предпринятых разработках имитационной сценарно-прогнозной модели реализации туруслуг. Практическая значимость заключается в том, что цифровой двойник позволяет смоделировать различные сценарии развития туристической отрасли Камчатского края, тем самым снижается количество рутинных бизнес-процессов и влияние человеческого фактора на качество сервиса. Источниками эффектов в данном случае выступают показатели привлеченных инвестиций в коммерческую инфраструктуру, финансовые результаты коммерческих проектов на территории; осуществленные инвестиции в базовую и обеспечивающую инфраструктуру региона без привязки к конкретным проектам; натуральные показатели, свидетельствующие о развитии туристского и социально-экономического потенциала территории. В совокупности с суммой бюджетного и социальных эффектов, а также качественных показателей посещаемости территории предложенная методика позволит подкрепить аргументы в пользу необходимости развития туристической инфраструктуры и создания новых туристских дестинаций в регионе в рамках Стратегии развития туризма в Российской Федерации.



## Литература

- Азрапкин А.И. (2022). Использование имитационного моделирования для оценивания социально-экономической привлекательности // Информационные системы и технологии. № 2 (130). С. 83–91.
- Акопов А.С. (2019). Компьютерное моделирование. М.: Юрайт. 389 с.
- Горелова Г.В. (2020). Постановка задачи имитационного моделирования процессов принятия решений в сложных организационно-технических системах // Известия ЮФУ. Технические науки. № 1 (211). С. 134–144.
- Каталевский Д.Ю., Сулов С.А. (2022). Имитационное моделирование в управлении сложными проектами // Проблемы теории и практики управления. № 2. С. 101–115.
- Молодецкая С.Ф. (2020). Формирование методик поддержки принятия решений в условиях неопределенности // Вопросы управления. № 4 (65). С. 102–114.
- Новыш Б.В., Юрча И.А. (2020). Имитационная модель оценки экономического потенциала регионов // Экономика. Управление. Инновации. Т. 7. № 1. С. 88–94.
- Оленев Н.Н. (2008). Динамическая балансовая модель региональной экономики // Материалы IV международной научной конференции «Инновационное развитие и экономический рост». М.: РУДН. С. 282–292.
- Прохоров А., Лысачев М. (2020). Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: АльянсПринт. 401 с.
- Савостьянов Д.А. (2021). Применение системной динамики для анализа социальных и экономических выгод инфраструктурных проектов // Вестник СамГУПС. № 1 (51). С. 36–46.
- Сидоренко В.Н. (1998). Системная динамика. М.: Экономический факультет МГУ; ТЕИС. 200 с.
- Шпак П.С., Сычева Е.Г., Меринская Е.Е. (2020). Концепция цифровых двойников как современная тенденция цифровой экономики // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». № 1. С. 57–68.
- Belinha J., Jorge R., Dinis L. (2009). Analysis of 3D solids using the natural neighbour radial point interpolation method. *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 44(1), 1–34. DOI: 10.3970/cmesc.2009.044.001
- Bolton R.N. et al. (2018). Customer experience challenges: Bringing together digital, physical and social realms. *Journal of Service Management*. 29(5), 776–808.
- Boschert S., Rosen R. (2016). Digital Twin – the simulation aspect. In: Hehenberger P., Bradley D. (Eds.). *Mechatronic Futures*.
- Coronado P.D.U., Lynn R., Louhichi W., Parto M., Wescoat E., Kurfess T. (2018). Part data integration in the Shop Floor Digital Twin: Mobile and cloud technologies to enable a manufacturing execution system. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 25–33.
- Forrester J.W. (1958). Industrial dynamics: A major breakthrough for decision makers. *Harvard Business Review*, 36(4), 37–66.
- Glaessgen E., Stargel D. (2012). The Digital Twin Paradigm for future NASA and U.S. Air Force vehicles. In: *AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials*. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Grieves M. (2005). Product lifecycle management: The new paradigm for enterprises. *Int. J. Product Development*, 2(1/2), 71–84.
- Grieves M. (2016). *Origins of the Digital Twin Concept. Working Paper*. DOI: 10.13140/RG.2.2.26367.61609
- Grieves M., Vickers J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In: Kahlen F.J., Flumerfelt S., Alves A. (Eds.). *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems*. Cham: Springer.
- Hribernik K.A., Rabe L., Thoben K.D., Schumacher J. (2006). The product avatar as a product-instance-centric information management concept. *Int. J. Prod. Lifecycle Manag.*, 1(4), 367.
- Lawson D., Marion G. (2008). *An Introduction to Mathematical Modelling*. Bioinformatics and Statistics Scotland Given. DOI: 10.5860/choice.32-5134
- Lee J., Bagheri B., Kao H.A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- Kritzinger W., Karner M., Traar G., Henjes J., Sihn W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-Papers OnLine*, 51(11), 1016–1022.

- Meadows D.H., Randers J., Meadows D.L. (2005). *Limits to Growth: The 30-Year Update*. London: Earthscan.
- Mittal S., Khan M.A., Romero D., Wuest T. (2019). Smart manufacturing: Characteristics, technologies and enabling factors. *Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 233(5), 1342–1361. DOI: 10.1177/0954405417736547
- Shafto M., Conroy M., Doyle R. et al. (2010). Modeling, simulation, information technology and processing roadmap. *Technology Area*, 11. Available at: [https://www.nasa.gov/pdf/501321main\\_TA11-MSITP-DRAFT-Nov2010-A1.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/501321main_TA11-MSITP-DRAFT-Nov2010-A1.pdf)
- Saddik A. (2018) Digital twins: The convergence of multimedia technologies. *IEEE MultiMedia*, 25(2), 87–92. DOI: 10.1109/MMUL.2018.023121167
- Söderberg R. et al. (2017). Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production. *CIRP Annals*, 66(1), 137–140.
- Tao F. et al. (2018). Digital twin-driven product design framework. *International Journal of Production Research*, 57(1), 1–19. DOI: 10.1080/00207543.2018.1443229

### Сведения об авторах

Михаил Евгеньевич Кузнецов – кандидат экономических наук, доцент, директор Центра системных трансформаций, МГУ им. М.В. Ломоносова (119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 46; e-mail: mkuznetsov@stc.expert)

Мария Игоревна Никишова – кандидат экономических наук, руководитель направления «Цифровая трансформация и пространственное развитие», Восточный центр государственного планирования (119019, Российская Федерация, г. Москва, ул. Новый Арбат, д. 19; e-mail: m.nikishova@vostokgosplan.ru)

Kuznetsov M.E., Nikishova M.I.

### Methodology for Assessing Scenarios of Tourism Industry Development in Kamchatka Krai on the Basis of Digital Twin Technology

**Abstract.** In the rapidly changing conditions of the current technological paradigm new methodological approaches are required to assess effective management using modern digital tools (digital twins) that help to increase the quality and efficiency of economic processes to make timely and balanced management decisions. The purpose of the study is to develop a methodology for assessing scenarios for the development of the tourism industry in Kamchatka Krai on the basis of digital twin technology. Scientific novelty of the proposed methodology is the use of structural and situational dynamics methods with the involvement of data processing statistical methods in AnyLogic environment. The developed model is a modern digital tool that helps to convert a set of diverse data into a timely and balanced management decision based on an understanding of the current state of the industry and the prospects for its development. The theoretical significance lies in the scientific justification of the digital twin concepts and their application in simulation modeling in relation to the tourism industry. The practical significance is that the digital twin allows simulating different scenarios of Kamchatka Krai tourism industry development, thereby reducing the number of routine business processes and the influence of human factor on the quality of service. Using the assessment results, we have identified optimal scenarios for the development of the tourism industry in Kamchatka Krai, its bottlenecks, and determined that the introduction of scenario simulation modeling will regularly calculate the basis the tourist expenses and, consequently, the tourist industry income, and through multipliers – the regional budget income, and other integral indicators to improve the competitiveness of the tourism industry in the region. In contrast to the traditional analytics of processes based on tables and linear dependence, the developed digital twin makes it possible to observe the detailed behavior of the system in time, to keep track of tourist preferences and the capacity of tourist

attraction points, to give recommendations on the placement of new objects. The obtained results can be used in the formation of proposals for the development of the tourism industry, and the monitoring of its condition and efficiency.

**Key words:** tourism, tourism industry, digitalization, digital model, simulation modeling, digital twin, Kamchatka Krai.

### **Information about the Authors**

Mikhail E. Kuznetsov – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, director, Center for Systemic Transformation, Lomonosov Moscow State University (1, building 46, Leninskie Gory Street, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: mkuznetsov@stc.expert)

Mariya I. Nikishova – Candidate of Sciences (Economics), Head of Digital Transformation and Spatial Development direction, Eastern State Planning Center (19, New Arbat Street, Moscow, 119019, Russian Federation; e-mail: m.nikishova@vostokgosplan.ru)

Статья поступила 10.10.2022.