

Научная статья

УДК 37.013.5

DOI: <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.4.4>

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНТЕГРАЦИИ ИННОВАЦИЙ В УЧЕБНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Диана Козикова* 

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия,
kozikovadi@gmail.com

*Автор, ответственный за переписку: kozikovadi@gmail.com

Аннотация

В статье представлен теоретико-методологический подход к исследованию процессов интеграции инноваций в учебную деятельность образовательных организаций, основанный на использовании инструментов имитационного моделирования. Образовательная организация рассматривается как сложная динамическая система в рамках системного подхода, что позволяет более детально анализировать нелинейные процессы внедрения нововведений и их системные последствия. В условиях быстрого изменения образовательной среды и постоянного появления новых технологий, важность эффективной интеграции инноваций становится особенно актуальной. Центральным результатом работы является разработка теоретической модели, которая раскрывает системные взаимосвязи между элементами образовательной среды в условиях инновационных изменений. Данная модель позволяет исследовать, как различные факторы влияют на успешность внедрения новшеств, а также как они взаимодействуют друг с другом. В ходе исследования проведен сравнительный анализ возможностей дискретно-событийного моделирования, агентного моделирования и системной динамики для рассмотрения их применимости для решения задач управления инновациями на различных уровнях – от операционного до стратегического. Выявлены методологические ограничения и комплементарный потенциал каждого из подходов. Практическая значимость исследования заключается в формировании оснований для выбора адекватных инструментов моделирования при проектировании и оценке последствий внедрения инноваций в образовательных организациях.

Ключевые слова: имитационное моделирование, интеграция инноваций, образовательная организация, системный подход.

Цитирование: Козикова, Д., 2025. Имитационное моделирование процессов интеграции инноваций в учебную деятельность образовательных организаций. Sustainable Development and Engineering Economics 4, 4. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.4.4>

Эта работа распространяется под лицензией [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

© Козикова Д., 2025. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Research Article

DOI: <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.4.4>

SIMULATION MODELING OF THE PROCESSES OF INTEGRATING INNOVATIONS INTO THE EDUCATIONAL ACTIVITIES OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Diana Kozikova*

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation, kozikovadi@gmail.com

*Corresponding author: kozikovadi@gmail.com

Abstract

This article presents a theoretical and methodological approach to investigating the processes of innovation integration into the educational activities of educational organizations, leveraging simulation modeling tools. Within the framework of a systems approach, an educational organization is conceptualized as a complex dynamic system. This allows for a more detailed analysis of the nonlinear processes involved in innovation implementation and their systemic consequences. Amidst rapid changes in the educational environment and the continuous emergence of new technologies, the importance of effective innovation integration becomes particularly crucial. The central outcome of this work is the development of a theoretical model that elucidates the systemic interconnections among elements of the educational environment under conditions of innovative change. This model facilitates the investigation of how various factors influence the success of innovation implementation and how they mutually interact. The study conducted a comparative analysis of the capabilities of discrete-event simulation, agent-based modeling, and system dynamics. This analysis aimed to assess their applicability for addressing innovation management tasks at various levels, ranging from operational to strategic. Methodological limitations and the complementary potential of each approach were identified. The practical significance of this research lies in establishing a framework for selecting appropriate modeling tools to design and evaluate the implications of innovation implementation within educational organizations.

Keywords: simulation modeling, innovation integration, educational organization, systematic approach.

Citation: Kozikova D., 2025. Simulation modeling of the processes of integrating innovations into the educational activities of educational organizations. *Sustainable Development and Engineering Economics* 4, 4. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.4.4>

This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

© Kozikova D., 2025. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

1. Введение

Образовательные организации в современном мире представляют собой сложные динамические системы, функционирующие в условиях постоянных социально-экономических трансформаций. Объектом данного исследования выступают процессы интеграции инноваций в учебную деятельность образовательных организаций, рассматриваемые через призму методологии имитационного моделирования. Актуальность исследования обусловлена нарастающей потребностью в эффективных механизмах внедрения инновационных подходов в образовательную практику при сохранении системной целостности и достижении качественных образовательных результатов.

В контексте цифровой трансформации образования возникает научная проблема, связанная с отсутствием комплексного методологического подхода к управлению процессами интеграции инноваций. А.В. Панибратцев подчеркивает необходимость диалектического единства традиций и инноваций в образовании, где отсутствие обновления ведет к догматизму, а игнорирование культурного наследия лишает инновации гуманистического содержания (Панибратцев, 2025). Эта проблема усугубляется сложностью прогнозирования последствий внедрения инноваций и недостаточной изученностью динамических взаимосвязей между элементами образовательной системы.

Корреляция обозначенной проблемы с задачами настоящего исследования проявляется в необходимости разработки теоретических основ применения имитационного моделирования для анализа и оптимизации процессов интеграции инноваций. Исследование направлено на выявление потенциала различных видов имитационного моделирования для решения задач управления инновационными процессами в образовательных организациях, а также на определение методологических ограничений и перспектив использования данного подхода.

2. Обзор литературы

Анализ мировой научной литературы демонстрирует возрастающий интерес к проблематике имитационного моделирования в образовании, однако выявляет недостаточную разработанность теоретических основ его применения для управления процессами интеграции инноваций. Управление инновациями в образовательных организациях обладает существенной спецификой: оно сталкивается с высокой степенью неопределенности результатов, первостепенной важностью психолого-педагогических и социальных факторов адаптации коллектива, а также необходимостью балансировать между стандартизацией и творческой свободой (Гордиенко, 2023; Зятева и Питухин, 2021). Эти особенности формируют особые требования к инструментам анализа, делая актуальным поиск методов, способных работать с качественными параметрами и нелинейными сценариями развития.

В работах отечественных исследователей прослеживается несколько ключевых направлений изучения имитационного моделирования (Антошков, 2025). А.А. Макарова рассматривает имитационное моделирование как «наиболее востребованный метод моделирования, который позволяет строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности» (Макарова, 2021). Автор акцентирует внимание на практической ценности этого метода для решения учебно-практических задач в высшей школе, однако его исследование не затрагивает специфику моделирования процессов интеграции инноваций.

Значительный вклад в разработку теоретических основ имитационных технологий вносят Л.И. Кутепова и др., определяющие имитационные технологии как «вид педагогических

технологий, применение которых позволяет моделировать процесс профессиональной деятельности, тем самым формируя у студентов профессиональные компетенции» (Кутепова и др., 2020). Их работы раскрывают дидактический потенциал имитационных технологий, но ограничиваются преимущественно прикладными аспектами их применения.

В контексте интеграции традиционных и инновационных подходов представляет интерес исследование А.В. Панибратцева, который обосновывает необходимость «создания образовательного пространства, в котором традиционные ценности становятся предметом вдумчивого осмысления, критического анализа и творческой интерпретации» (Панибратцев, 2025). Его работа задает важные методологические ориентиры, но не предлагает конкретных инструментов управления процессами интеграции.

В научной литературе общепризнанно выделение трех ключевых парадигм имитационного моделирования: дискретно-событийного, агентного и системной динамики. А.В. Антошков анализирует потенциал и ограничения каждого из этих видов применительно к моделированию процессов в образовательных организациях (Антошков, 2025). Этот сравнительный анализ представляет значительную ценность для нашего исследования, задавая методологический ориентир для выбора инструментов моделирования.

В работе А.В. Хаперской и М.Г. Минина предложен оригинальный подход к «использованию агент-ориентированной модели для оценки поведения людей с ограниченными возможностями с целью прогнозирования их непредсказуемого поведения при обучении в онлайн-среде» (Хаперская и Минин, 2025). Это исследование демонстрирует потенциал имитационного моделирования для решения специфических задач образовательной инклюзии, что представляет особый интерес в контексте интеграции инноваций.

Зарубежные исследования вносят существенный вклад в понимание возможностей имитационного моделирования в образовании. Н. Кампос и др. приводят данные о «широком спектре возможностей использования имитационного моделирования в образовании: повышение мотивации слушателей, развитие критического мышления, повышенный интерес к обучению за счет индивидуального подхода к каждому слушателю» (Campos et al., 2020). К.Х. Бригас отмечает, что «имитационное моделирование в образовании хорошо подходит для оценки поведения динамических систем» (Brigas, 2019), что особенно значимо для моделирования инновационных процессов. Вместе с тем обзор показывает, что мировой опыт в части применения имитационного моделирования непосредственно для управления интеграционными процессами инноваций в образовательных организациях представлен фрагментарно.

Проведенный анализ литературы позволяет констатировать, что, несмотря на наличие значительного количества исследований, посвященных отдельным аспектам имитационного моделирования в образовании, отсутствуют работы, предлагающие комплексный теоретический подход к моделированию процессов интеграции инноваций. Настоящее исследование призвано восполнить этот пробел, синтезируя достижения различных научных школ и разрабатывая целостную теоретическую модель.

3. Материалы и методы

Методологическую основу исследования составляет комплексный теоретический анализ, включающий сравнительно-сопоставительный анализ научных концепций, концептуальное моделирование и систематизацию методологических подходов. Выбор данных методов обусловлен теоретическим характером исследования и необходимостью

выявления фундаментальных закономерностей применения имитационного моделирования для управления инновационными процессами в образовании.

Теоретико-методологический подход, лежащий в основе настоящего исследования, интегрирует три ключевых компонента. Во-первых, это системный подход, позволяющий рассматривать образовательную организацию как целостную сложную систему. Во-вторых, сравнительно-сопоставительный анализ возможностей различных видов имитационного моделирования (дискретно-событийного, агентного, системной динамики). В-третьих, концептуальное моделирование, применяемое для разработки абстрактной схемы взаимосвязей элементов системы в условиях инновационных изменений. Такой синтез позволяет не только классифицировать инструменты, но и построить теоретическую модель их применения для управления интеграцией инноваций.

Исследование базируется на методологических принципах системного подхода, что позволяет рассматривать образовательную организацию как целостную систему, обладающую свойствами, которые не сводятся к сумме свойств ее элементов (Гордиенко, 2023). Этот подход особенно важен для понимания сложных динамических процессов интеграции инноваций, которые затрагивают все элементы образовательной системы (Зятева и Питухин, 2021).

В качестве теоретического инструментария применяется концептуальное моделирование, позволившее решить задачу структурирования предметной области. С его помощью были выделены и описаны базовые сущности (агенты), процессы (учебные, административные) и взаимосвязи, характерные для интеграции инноваций в учебную деятельность. Это создало четкую схему для последующего анализа того, какие аспекты этой системы могут быть описаны средствами разных имитационных подходов.

В качестве теоретического инструментария применяется концептуальное моделирование, позволяющее «увязать воедино многочисленные процессы и проследить влияние различных условий, то есть входных данных» (Панибратцев, 2025). Этот метод обеспечивает возможность абстрактного представления процессов интеграции инноваций и выявления системных взаимосвязей между их элементами.

Сравнительно-сопоставительный анализ используется для выявления общих закономерностей и специфических особенностей применения различных видов имитационного моделирования в образовательном контексте (Мирошниченко и др., 2021). Этот метод позволяет систематизировать накопленный научный опыт и определить перспективные направления теоретического осмысления проблемы (Круглов и Ляшенко, 2025).

Систематизация методологических подходов осуществляется на основе анализа классификаций, предложенных в научной литературе. В частности, принимается во внимание классификация, которая выделяет «три основных вида имитационного моделирования: дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование и системная динамика» (Антошков, 2025), которая дополняется и уточняется в контексте задач настоящего исследования. Развитие классификации заключается в установлении четкой корреляции между уровнем управления и спецификой моделируемых инновационных процессов. Для задач интеграции инноваций данные подходы должны рассматриваться не как альтернативные, а как иерархически сопряженные, где результаты моделирования одного уровня могут служить входными параметрами для другого, формируя методологическую основу для создания гибридных моделей.

Процедура исследования включала последовательную реализацию следующих этапов:

- концептуализации основных понятий исследования;
- анализа и систематизации существующих теоретических подходов;
- выявления методологических проблем и ограничений;
- разработки теоретической модели применения имитационного моделирования для управления процессами интеграции инноваций (см. подраздел «Теоретическая модель интеграции инноваций»);
- формулирования методологических рекомендаций.

Особое внимание уделялось выявлению специфики различных видов имитационного моделирования применительно к задачам управления инновационными процессами. «Имитационное моделирование – наиболее востребованный метод моделирования, также этот метод позволяет строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности» (Стерлягов и др., 2019), что делает его особенно ценным для прогнозирования последствий внедрения инноваций.

3.1. Теоретическая модель интеграции инноваций

Центральным результатом исследования является разработка теоретической модели, описывающей системные взаимосвязи между элементами образовательной организации в процессе интеграции инноваций. Разработанная модель представляет образовательную организацию как адаптивную систему, в которой процесс интеграции инноваций затрагивает четыре взаимосвязанных блока:

1. субъекты (администрация, преподаватели, студенты, трудовые ресурсы) с их установками и компетенциями;
2. процессы учебной и организационной деятельности;
3. ресурсы (временные, материальные, информационные, трудовые);
4. внешнюю среду (нормативные требования, рынок труда).

Выделение этих блоков обусловлено их ключевой ролью в функционировании образовательной организации. Каждый блок является важным компонентом системы, влияющим на другие элементы. Такое структурирование отражает динамику взаимодействий и подтверждает системные взаимосвязи между элементами образовательной организации.

При разработке модели были рассмотрены концепции системного анализа организационных систем и подходы к моделированию сложных адаптивных сред. В частности, были проанализированы работы, посвященные моделированию образовательных организаций как динамических систем (Зятева и Питухин, 2021; Гордиенко, 2023). Большинство существующих аналогов рассматривает внедрение инноваций как линейный процесс либо как статичную структуру распределения ресурсов, не акцентируя внимание на комплексном взаимодействии всех элементов образовательной среды.

Новизна разработанной модели заключается в интеграции разнородных компонентов образовательной организации в единую адаптивную систему, где ключевую роль играют системные взаимосвязи и обратные связи. Модель акцентирует нелинейность изменений, наличие положительных и отрицательных обратных связей между этими блоками, а также

определяет точки приложения различных методов имитационного моделирования для анализа их динамики. Модель основана на понимании образовательной организации как сложной адаптивной системы, характеризующейся нелинейностью динамических процессов и наличием обратных связей (Вдовиченко, 2020). В рамках этой модели интеграция инноваций рассматривается не как линейный процесс внедрения новых элементов, а как сложный процесс трансформации системных взаимосвязей (Шалкина, 2021).

4. Результаты

Важным результатом стало выявление специфики применения различных видов имитационного моделирования.

Центральным результатом исследования является разработка теоретической модели, описывающей системные взаимосвязи между элементами образовательной организации в процессе интеграции инноваций. Переход от линейного восприятия инноваций к пониманию образовательной организации как сложной адаптивной системы позволяет сфокусироваться на трансформации внутренних взаимосвязей (Вдовиченко, 2020). В этой модели ключевое значение приобретают нелинейная динамика и механизмы обратной связи, определяющих успех системных преобразований при внедрении новшеств (Шалкина, 2021). Модель основана на понимании образовательной организации как сложной адаптивной системы, характеризующейся нелинейностью динамических процессов и наличием обратных связей (Вдовиченко, 2020). В рамках этой модели интеграция инноваций рассматривается не как линейный процесс внедрения новых элементов, а как сложный процесс трансформации системных взаимосвязей (Шалкина, 2021).

Важным результатом стало выявление специфики применения различных видов имитационного моделирования для решения задач управления инновационными процессами. Дискретно-событийное моделирование демонстрирует высокую эффективность для анализа организационных аспектов интеграции инноваций, таких как оптимизация учебных планов и распределения ресурсов. Дискретно-событийное моделирование моделирует систему как последовательность событий, происходящих в отдельные моменты времени (Есенбекова и др., 2017), что позволяет детально анализировать процессуальные аспекты интеграции инноваций.

Агентное моделирование открывает уникальные возможности для исследования социально-психологических аспектов интеграции инноваций, включая адаптацию преподавателей и студентов к новым условиям. Этот подход позволяет моделировать совокупность объектов, каждый из которых обладает определенными чертами и при этом взаимодействует с другими объектами (Веремчук, 2023), что особенно ценно для понимания групповой динамики в процессе внедрения инноваций.

Системная динамика предоставляет инструментарий для исследования долгосрочных последствий интеграции инноваций и выявления системных эффектов (Валиев, 2020). Этот вид моделирования «хорошо подходит для моделирования долгосрочных тенденций и взаимосвязей в сложных системах» (Далаков, 2022), что позволяет прогнозировать отдаленные результаты инновационных преобразований.

Таблица 1. Сравнительный анализ видов имитационного моделирования применительно к задачам интеграции инноваций в учебную деятельность

Критерий анализа	Дискретно-событийное моделирование	Агентное моделирование	Системная динамика
Основной объект моделирования	Процессы и потоки (заявки, студенты, ресурсы) как последовательность операций.	Активные автономные агенты (студенты, преподаватели, администраторы) и их взаимодействия.	Совокупность взаимосвязанных переменных, характеризующих систему в целом (например, уровень мотивации, качество знаний).
Уровень анализа	Макроуровень, институциональные процессы.	Микро- и мезоуровень, индивидуальное и групповое поведение.	Макроуровень, стратегические тенденции.
Типичные аналитические цели применения в контексте интеграции инноваций интеграции инноваций	Анализ и оптимизация операционных процессов и логистики при внедрении нововведений: составление расписания, распределение аудиторного фонда, логистика учебного процесса.	Моделирование и исследование адаптации участников образовательного процесса к нововведениям, моделирование распространения знаний и формирования психологической совместимости в инновационной среде.	Исследование долгосрочных тенденций и прогнозирование системных эффектов: влияние инноваций на качество подготовки, востребованность выпускников, финансовую устойчивость организации.
Сильные стороны для моделирования инноваций	Позволяет количественно оценить эффективность использования ресурсов и выявить «узкие места» в контексте дискретных процессов с очередями и разделяемыми ресурсами (расписание, аудиторный фонд), где важно точное время (Антошков, 2025).	Дает возможность учесть человеческий фактор, нелинейность поведения, сетевые эффекты и возникновение непредсказуемых паттернов (Веремчук, 2023).	Позволяет работать с агрегированными переменными состояниями системы, динамика которых описывается обратными связями, что удобно для стратегического мышления и сценарного прогнозирования долгосрочных трендов (Далаков, 2022; Сподах и Пителинский, 2018).

Критерий анализа	Дискретно-событийное моделирование	Агентное моделирование	Системная динамика
Методологические ограничения	Слабо учитывает поведенческие аспекты и когнитивные характеристики агентов. Моделирует сущности (например, студентов в потоке), поведение которых задается детерминированными или простыми вероятностными правилами, без учета сложной адаптивности и социального взаимодействия реальных людей («идеальные» исполнители) (Антошков, 2025; Есенбекова и др., 2017).	Высокая сложность калибровки моделей, требование детальных данных о поведении агентов. Результаты могут быть трудны для интерпретации на институциональном уровне (Веремчук, 2023).	Позволяет выявлять и моделировать причинно-следственные петли обратной связи, запасы и потоки между агрегированными переменными системы. Это уникальное преимущество для анализа системных эффектов, возникающих из структуры взаимосвязей (например, как задержки в адаптации кадров влияют на долгосрочное качество образования), и для стратегического сценарного прогнозирования (Сподах и Пителинский, 2018; Валиев, 2020).
Пример практического применения (источник / обоснование)	Моделирование работы деканата при переходе на индивидуальные траектории для оценки требуемого количества тьюторов и времени на согласование планов (Мирошниченко и др., 2021). Обоснование классификации: выбор дискретно-событийного подхода обусловлен спецификой задачи как системы массового обслуживания с очередями. Ключевыми событиями, определяющими динамику модели, являются: «поступление заявки на тьюторское	Моделирование процесса внедрения смешанного обучения для изучения адаптации разных типов преподавателей (новаторы, консерваторы) и распространения практик (Веремчук и Привалова, 2023). Обоснование классификации: модель фокусируется на взаимодействии автономных агентов (преподавателей) с различными поведенческими правилами,	Построение прогнозной модели влияния цифровизации курсов на уровень подготовки студентов и репутацию вуза в долгосрочной перспективе (Шалкина, 2021). Обоснование классификации: автор исследует системные взаимосвязи и долгосрочные тренды (качество, репутация), используя агрегированные переменные и

Критерий анализа	Дискретно-событийное моделирование	Агентное моделирование	Системная динамика
	сопровождение», «назначение консультации», «завершение согласования индивидуального плана». Использование данного подхода позволяет выявить «узкие места» в административных регламентах и оптимизировать временные затраты персонала, что критически важно на этапе операционного внедрения инновации.	что является ключевой особенностью агентного моделирования.	причинно-следственные циклы, что соответствует методологии системной динамики.
Потенциал для интеграции (гибридизации) с другими подходами	Может предоставлять агрегированные данные о потоке процессов (например, время обработки заявок) для калибровки переменных в моделях системной динамики.	Результаты моделирования индивидуального поведения и взаимодействий могут агрегироваться для формирования правил или параметров на макроуровне в моделях системной динамики или задавать входящие потоки для дискретно-событийных моделей.	Задаёт макроструктуру и стратегические ограничения, в рамках которых могут развиваться более детализированные агентные или дискретно-событийные модели операционного уровня.

Источник: составлено автором по (Антошков, 2025; Веремчук, 2023; Далаков, 2022; Сподах и Пителинский, 2018; Есенбекова и др., 2017; Валиев, 2020; Мирошниченко и др., 2021; Веремчук и Привалова, 2023; Шалкина, 2021).

Важным результатом исследования стала систематизация потенциала и ограничений различных видов имитационного моделирования применительно к задачам управления инновациями. Проведенный сравнительный анализ, представленный в табл. 1, позволяет продемонстрировать, что выбор конкретного метода имитационного моделирования должен быть напрямую увязан с характером решаемой задачи и уровнем происходящих в образовательной организации процессов.

Так, если стоит задача оптимизации ресурсного обеспечения нового учебного процесса, наиболее адекватным инструментом выступает дискретно-событийное моделирование. Оно позволяет, как отмечает А.В. Антошков, моделировать систему как последовательность событий (Антошков, 2025), что идеально подходит для анализа организационных процессов. В свою очередь, для исследования социально-психологических аспектов внедрения инноваций,

таких как адаптация преподавателей, незаменимым становится агентное моделирование, поскольку оно позволяет строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности (Веремчук и Привалова, 2023), с учетом индивидуальных характеристик и поведения каждого участника. Для стратегического планирования и оценки долгосрочных последствий инновационных изменений наиболее релевантны методы системной динамики, ориентированные на выявление фундаментальных тенденций и циклических зависимостей в системе (Сподах и Пителинский, 2018).

Представленная таблица не только классифицирует методы, но и выявляет их комплементарность (см. строку «Потенциал для интеграции (гибридизации) с другими подходами»). Комплексное использование этих подходов, при котором, например, с помощью агентной модели изучается микровзаимодействие, а результаты агрегируются для построения макромоделей системной динамики, открывает путь к созданию целостных и многомерных моделей процессов интеграции инноваций в образовательных организациях. Это особенно актуально в свете исследований, где агентные модели используются для прогнозирования поведения конкретных категорий обучающихся (Конева и Беляева, 2022), что может служить ценными входными данными для моделей более высокого уровня.

Значимым результатом исследования является выявление методологических ограничений имитационного моделирования в контексте управления инновационными процессами. Разработка и внедрение имитационных моделей требует специальных знаний и навыков, а также значительных временных и финансовых затрат (Филипова и Высоцкая, 2018). Кроме того, существует «риск переоценки результатов, так как результаты моделирования являются лишь прогнозом и не гарантируют наступления определенных событий в реальном мире» (Агеева и др., 2018).

Особый теоретический интерес представляет выявление потенциала имитационного моделирования для решения задач образовательной инклюзии в контексте интеграции инноваций, «использования агент-ориентированной модели для оценки поведения людей с ограниченными возможностями с целью прогнозирования их непредсказуемого поведения при обучении в онлайн-среде» (Хаперская и Минин, 2025), что открывает новые перспективы для создания адаптивных образовательных сред.

5. Обсуждение

Полученные результаты позволяют по-новому осмыслить методологические основы применения имитационного моделирования для управления процессами интеграции инноваций в образовательных организациях. Предложенная теоретическая модель расширяет существующие представления о динамике инновационных процессов в образовании и открывает новые возможности для их исследования.

Сравнение полученных результатов с исследованиями других авторов выявляет как преемственность, так и существенные различия в подходах. В отличие от А.А. Макаровой, которая акцентирует внимание на прикладных аспектах имитационного моделирования для решения учебно-практических задач, настоящее исследование раскрывает его потенциал для стратегического управления инновационными процессами. Вместе с тем подтверждается тезис автора о том, что «имитационное моделирование – наиболее востребованный метод моделирования» (Макарова, 2021), особенно в условиях неопределенности и быстрых изменений.

Синтез подходов, предложенных Л.И. Кутеповой и др. и А.В. Панибратцевым, позволяет преодолеть традиционное противопоставление технологических и гуманитарных аспектов интеграции инноваций. Если первые делают акцент на том, что «реализация имитационных технологий позволяет студентам „погрузиться“ в профессиональную деятельность» (Кутепова и др., 2020), а второй обосновывает необходимость «диалектического единства традиций и инноваций» (Панибратцев, 2025), то настоящее исследование демонстрирует возможность интеграции этих подходов в рамках единой методологической парадигмы. В частности, концепция «погружения в профессиональную деятельность» и принципы «диалектического единства традиций и инноваций» позволяют формализовать правила поведения агентов (преподавателей и студентов) в имитационной модели, учитывая их установки и компетенции. Таким образом, их исследования используются для формализации психологических и педагогических переменных, детерминирующих нелинейный характер принятия инноваций в образовательной среде. Это позволяет связать технологический каркас имитационной модели с реальным гуманитарным содержанием образовательного процесса.

Критический анализ выявленных методологических ограничений позволяет скорректировать излишне оптимистичные оценки потенциала имитационного моделирования, которые встречаются в некоторых исследованиях. Однако «существует риск переоценки результатов, так как результаты моделирования являются лишь прогнозом» (Бондарь и др., 2021), что особенно значимо в контексте управления инновациями, где велика степень неопределенности.

Особого обсуждения заслуживает выявленный потенциал имитационного моделирования для решения задач образовательной инклюзии. Подход, предложенный А.В. Хаперской и М.Г. Мининым, который предполагает «визуализацию процесса обучения с помощью моделирования, а также использование агент-ориентированной модели для оценки поведения людей с ограниченными возможностями» (Хаперская и Минин, 2025), открывает новые горизонты для создания персонализированных образовательных траекторий в условиях интеграции инноваций.

Важным аспектом обсуждения является соотношение теоретического и прикладного потенциала имитационного моделирования. Если зарубежные исследователи акцентируют внимание на «повышении мотивации слушателей, развитии критического мышления, повышенном интересе к обучению за счет индивидуального подхода», то настоящее исследование демонстрирует, что методологическая ценность имитационного моделирования выходит далеко за рамки решения прикладных задач.

6. Заключение

Проведенное теоретическое исследование позволяет сформулировать следующие выводы, раскрывающие научные результаты работы:

- установлено, что имитационное моделирование является действенным методологическим инструментом для анализа процессов интеграции инноваций, поскольку позволяет формализовать и исследовать системную сложность и нелинейную динамику этих процессов в образовательной организации;

- проведенный сравнительный анализ показал, что различные виды имитационного моделирования (дискретно-событийное, агентное, системная динамика) обладают комплементарным (взаимодополняющим) потенциалом для решения разноуровневых задач управления инновационными процессами, что обусловлено их специфическими

методологическими особенностями, позволяющими анализировать операционные, социально-психологические и стратегические аспекты изменений соответственно;

– разработанная теоретическая модель интеграции инноваций, основанная на принципах системного подхода и концептуального моделирования, позволяет преодолеть фрагментарность существующих исследований и задает целостную схему для анализа динамики инновационных процессов в образовании;

– выявленные методологические ограничения имитационного моделирования (сложность разработки моделей, риск переоценки результатов, зависимость от качества исходных данных) требуют разработки специальных методик верификации и валидации моделей в контексте управления инновациями;

– на основе анализа литературы выявлен потенциал имитационного моделирования, в частности агентного подхода, для решения задач образовательной инклюзии, что открывает новые перспективы для создания адаптивных образовательных сред в условиях интеграции инноваций.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой интегративных моделей, сочетающих различные виды имитационного моделирования, а также с углубленным изучением методологических аспектов верификации и валидации моделей инновационных процессов в образовании.

Список литературы

- Brigas, C.J., 2019. Modeling and Simulation in an Educational Context: Teaching and Learning Sciences. *Research in Social Sciences and Technology* 4 (2), 1–12. <https://doi.org/10.46303/ressat.04.02.1>
- Campos, N., Nogal, M., Caliz, C., Juan, A.A., 2020. Simulation-based learning using online and offline models in various European universities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 17 (8). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>
- Агеева Е.Л., Аракчеев М.А., Ребриков А.Е. Теория и практика имитационного моделирования в методике обучения безопасности жизнедеятельности бакалавров образования // *Проблемы современного педагогического образования*. 2018. № 61-1. С. 4–7.
- Антошков А.В. Имитационное моделирование как инновационная педагогическая технология в условиях цифровизации // *Человек и образование*. 2025. № 2 (83). С. 163–174. <https://doi.org/10.54884/1815-7041-2025-83-2-163-174>
- Бондарь К.М., Дунин В.С., Скрипко П.Б. Сервисы дистанционного образования и информационной безопасности программно-аппаратного комплекса имитационного моделирования геодинамических рисков для градостроительных специальностей // *Мир науки, культуры, образования*. 2021. № 1 (86), С. 120–122. <https://doi.org/10.24412/1991-5497-2021-186-120-122>
- Валиев А.А. Имитационное моделирование в преподавании военных дисциплин // *Проблемы педагогики*. 2020. № 6 (51). С. 63–65.
- Вдовиченко А.А. Имитационное моделирование в профессионально ориентированной внеучебной деятельности будущих педагогов-математиков // *Гуманитарни Балкански изследвания*. 2020. Т. 4. № 2 (8). С. 18–21. <https://doi.org/10.34671/SCH.HBR.2020.0404.0004>
- Веремчук Н.С. Элементы имитационного моделирования в вопросах оптимизации дорожного движения // *Вестник кибернетики*. 2022. № 4 (48). С. 23–28. <https://doi.org/10.34822/1999-7604-2022-4-23-28>
- Веремчук Н.С., 2023. Имитационное моделирование в межпредметной интеграции учебных дисциплин // *Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий*. Т. 12. № 2. С. 45–52. <https://doi.org/10.24412/2225-8264-2023-2-11-17>
- Веремчук Н.С., Привалова Ю.И. Формирование цифровых компетенций обучающихся технических вузов с использованием имитационного моделирования в учебном процессе // *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2023. Т. 17. № 1. С. 100–106.
- Гордиенко, Т.П., Марченко, С.Г. Имитационное моделирование как перспективный метод повышения качества образования // *Современное педагогическое образование*. 2023. № 4. С. 18–25.
- Далаков М.Х. Имитационное моделирование духовно-нравственных качеств современной молодежи // *Управление образованием: теория и практика*. 2022. Т. 12. № 6 (52). С. 294–315. <https://doi.org/10.25726/i6464-3777-5085-f>
- Есенбекова А.Э., Джумахметова Л.К., Дусталиева С.М. Имитационное моделирование как главный инструмент конструирования сложных процессов и систем // *Технические науки в России и за рубежом: материалы VII Международной научной конференции*. М.: Буки-Веди, 2017. С. 165–167.
- Зятева О.А., Питухин Е.А. Концептуальная модель управления показателями научной деятельности вузов // 2021. *Инженерный вестник Дона*. № 8 (80). С. 202–209.
- Конева А.Ф., Беляева М.Б. Особенности применения программы AnyLogic при изучении имитационного моделирования в старшей школе // *Аллея Науки*. 2022. № 5 (68). Т. 1. С. 740–744.
- Круглов Д.В., Ляшенко В.Е. Управление рисками при формировании экосистем взаимодействия корпораций и вузов: имитационный подход // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2025. № 3-2 (102). С. 229–336. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-3-2-229-236>
- Кутепова Л.И., Гладкова М.Н., Максимова К.А. Имитационные технологии в профессиональном образовании // *Балтийский гуманитарный журнал*. 2020. Т. 9. № 3 (32). С. 140–142. <https://doi.org/10.26140/bgз3-2020-0903-0031>

- Макарова А.А. Имитационное моделирование как основа решения учебно-практических задач в условиях высшей школы // Вестник Международного института рынка. 2021. № 1. С. 157–163.
- Мирошниченко Ю.Н., Осадская А.А., Щербаков С.М. Учебно-методическое обеспечение дополнительного профессионального образования: имитационное моделирование и оценка трудозатрат // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. № 1. С. 340–349. DOI: <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/38>
- Панибратцев А.В. Интеграция традиционных ценностей и инновационных подходов в преподавании гуманитарных наук // Государственная служба. 2025. Т. 27. № 3 (155). С. 104–110.
- Сподях Г.Г., Пителинский К.В. О некоторых методах к оптимизации процессов управления вузом // Вестник Московской международной академии. 2018. № 1. 132–145.
- Стерлягов С.П., Патудин В.М., Краснова М.В. Имитационное моделирование как инструмент реализации предынвестиционной фазы инфраструктурных проектов муниципальных образований // Экономика Профессия Бизнес. 2019. № 2. С. 68–73. <https://doi.org/10.14258/epb201922>
- Филипова А.Г., Высоцкая, А.В. Здоровье и образование детей в российских регионах: от кластеризации к имитационному моделированию // Региональные проблемы. 2018. Т. 21. № 4. С. 107–116. <https://doi.org/10.31433/1605-220X-2018-21-4-107-116>
- Хаперская А.В., Минин М.Г. Инструменты имитационного моделирования и процессного управления для оценки профессиональных компетенций при самостоятельном обучении // Современные проблемы науки и образования. 2025. 1. Ст. № 45. <https://doi.org/10.17513/spno.33882>
- Шалкина Т.Н. Цифровые сервисы в обучении информатике: опыт интеграции методик удаленного и традиционного обучения // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. № 3. С. 15–23.

References

- Ageeva, E.L., Arakcheev, M.A., Rebrikov, A.E., 2018. The Theory and Practice of Simulation in Teaching of the Health and Safety of Bachelors of Education. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of modern pedagogical education] 61-1, 4–7.
- Antoshkov, A.V., 2025. Simulation as an innovative pedagogical technology in the context of digitalization. *Man and Education* 2 (83), 163–174. <https://doi.org/10.54884/1815-7041-2025-83-2-163-174>
- Bondar, K.M., Dunin, V.S., Skripko, P.B., 2021. Services of Distance Education and Information Safety of the Software and Hardware Complex of Simulation of Professional Education of Urban Specialties. *The World of Science, Culture and Education* 1 (86), 120–122. <https://doi.org/10.24412/1991-5497-2021-186-120-122>
- Brigas, C.J., 2019. Modeling and Simulation in an Educational Context: Teaching and Learning Sciences. *Research in Social Sciences and Technology* 4 (2), 1–12. <https://doi.org/10.46303/ressat.04.02.1>
- Campos, N., Nogal, M., Caliz, C., Juan, A.A., 2020. Simulation-based learning using online and offline models in various European universities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 17 (8). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>
- Dalakov, M.H., 2022. Simulation modeling of spiritual and moral qualities of modern youth. *Education Management Review*, 12 (6 (52)), 294–315. <https://doi.org/10.25726/i6464-3777-5085-f>
- Filipova, A.G., Vysotskaya, A.V., 2018. Health and Education of Children in Regions of Russia: from Clustering to Imitating Simulation. *Regional Problems* 21 (4), 107–116. <https://doi.org/10.31433/1605-220X-2018-21-4-107-116>
- Gordiyenko, T.P., Marchenko, S.G., 2023. Imitatsionnoye modelirovaniye kak perspektivnyy metod povysheniya kachestva obrazovaniya [Simulation modeling as a promising method for improving the quality of education]. *Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye* [Modern pedagogical education] 4, 18–25.
- Khaperskaya, A.V., Minin, M.G., 2025. The Simulation Modelling and Process Mining Tools to Evaluate Professional Competencies in Self-Studying. *Modern Problems of Science and Education* 1, 45–52. <https://doi.org/10.17513/spno.33882>
- Koneva, A.F., Belyaeva, M.B., 2022. Osobennosti primeneniya programmy AnyLogic pri izuchenii imitatsionnogo modelirovaniya v starshey shkole [Features of using the AnyLogic program in studying simulation modeling in high school]. *Alleya Nauki* [Alley of Science] 5 (68) (1), 740–744.
- Kruglov, D.V., Lyashenko, V.E., 2025. Risk Management in the Formation of Ecosystems for Interaction between Corporations and Higher Educational Institutions: A Simulation Approach. *International Journal of Humanities and Natural Sciences* 3-2 (102), 229–336. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-3-2-229-236>
- Kutepova, L.I., Gladkova, M.N., Maksimova, K.A., 2020. Imitation Technologies in Vocational Education. *Baltic Humanitarian Journal* 9 (3 (32)), 140–142. <https://doi.org/10.26140/bgz3-2020-0903-0031>
- Makarova, A.A., 2021. Simulation Modeling as a Basis for Solving Educational and Practical Problems in the Conditions of Higher Education. *Vestnik Mezhdunarodnogo instituta rynka* [Bulletin of the International Market Institute] 1, 157–163.
- Miroshnichenko, Yu., Osadskaya, A., Shcherbakov, S., 2021. Methodological Support of Additional Professional Education: Simulation and Labor Costs Estimation. *Bulletin of Science and Practice* 7 (1), 340–349. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/38>
- Panibratsev, A.V., 2025. Integrating Traditional Values and Innovative Approaches in Teaching the Humanities. *Public Administration* 27 (3 (155)), 104–110.
- Shalkina, T.N., 2021. Digital Services in the Training Informatics: the Experience of Integrating Distance Learning and Traditional Teaching Methods. *World of Science. Pedagogy and Psychology* 3, 15–23.
- Spodakh, G.G., Pitelinsky, K.V., 2018. Some methods of optimizing university management process. *Bulletin of the Moscow International Academy* 1, 132–145.
- Sterlyagov, S.P., Patudin, V.M., Krasnova, M.V., 2019. Imitation Modeling as a Tool for the Implementation of the Pre-Investmental Phase of Infrastructure Projects of Municipal Entities. *Economics Profession Business* 2, 68–73. <https://doi.org/10.14258/epb201922>
- Valiyev, A.A., 2020. Imitatsionnoye modelirovaniye v prepodavanii voyennykh distsiplin [Simulation modeling in teaching military disciplines]. *Problemy pedagogiki* [Problems of pedagogy] 6 (51), 63–65.
- Vdovichenko, A.A., 2020. Simulation Modeling in Professionally Oriented Extracurricular Activities of Future Math Teachers. *Humanitarian Balkan Research* 4 (2(8)), 18–21. <https://doi.org/10.34671/SCH.HBR.2020.0404.0004>
- Veremchuk, N.S., 2022. Elements of Simulation Modeling in Issues of Traffic Optimization. *Proceedings of Cybernetics* 4 (48), 23–28. <https://doi.org/10.34822/1999-7604-2022-4-23-28>

- Veremchuk, N.S., 2023. Simulation Modeling in Interdisciplinary Integration of Academic Disciplines. Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies 12 (2), 45–52. <https://doi.org/10.24412/2225-8264-2023-2-11-17>
- Veremchuk, N.S., Privalova, Yu.I., 2023. Formation of Digital Competencies of Students of Technical Universities Using Simulation Modeling in the Educational Process. Russian Journal of Social Sciences and Humanities 17 (1), 100–106.
- Yesenbekova, A.E., Dzhumakhmetova, L.K., Dustaliyeva, S.M., 2017. Imitatsionnoye modelirovaniye kak glavnyy instrument konstruirovaniya slozhnykh protsessov i sistem [Simulation modeling as the main tool for designing complex processes and systems], in: Tekhnicheskiye nauki v Rossii i za rubezhom: materialy VII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Technical Sciences in Russia and Abroad: Proceedings of the 7th International Scientific Conference]. Buki-Vedi, Moscow, pp. 165–167.
- Zyateva, O.A., Pitukhin, E.A., 2021. Conceptual Model of Management of Indicators of Scientific Activity of Universities. Engineering Journal of Don 8 (80), 202–209.

Статья поступила в редакцию 19.10.2025, одобрена после рецензирования 25.10.2025, принята к публикации 14.11.2025.

The article was submitted 19.10.2025, approved after reviewing 25.10.2025, accepted for publication 14.11.2025.

Информация об авторах

1. Диана Козикова, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация, <https://orcid.org/0009-0003-6550-1041>, kozikovadi@gmail.com

About the authors:

1. Diana Kozikova, posten, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0003-6550-1041>, kozikovadi@gmail.com