

А.В. Антошков

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПЕДАГОГИКЕ: КЛАССИФИКАЦИЯ И КЛЮЧЕВЫЕ ПРИНЦИПЫ

Андрей Владимирович Антошков – старший преподаватель кафедры цифрового менеджмента, Гатчинский государственный университет, г. Гатчина; ORCID 0009-0002-7888-2587. ✉ antandreasw@mail.ru

Аннотация. Автором представлены различные понимания термина «имитационное моделирование», рассмотрены классификации имитационных моделей по различным критериям, включая их структуру, способ реализации и область применения. Показано, как в педагогике имитационное моделирование используется для создания интерактивных обучающих сред, таких как виртуальные лаборатории, тренажёры и ролевые игры, что помогает развивать практические навыки. Также автором определены типовые цели имитационного моделирования и принципы, на основании которых строятся имитационные модели.

Ключевые слова: имитационное моделирование; виртуальная симуляция; иммерсивные обучающие среды; ролевые игры; тренажёры; VR-технологии.

A.V. Antoshkov

SIMULATION MODELLING IN PEDAGOGICS: CLASSIFICATION AND KEY PRINCIPLES

Andrey Antoshkov – senior teacher, the Department of Digital Management, Gatchina State University, Gatchina; ORCID 0009-0002-7888-2587. ✉ antandreasw@mail.ru

Annotation. We analyze different interpretations of the concept of simulation modelling and look at various classifications of simulation models based on different criteria including structure, implementation method and application sphere. We show how simulation modelling is used in pedagogics to create interactive learning environment such as virtual laboratories, simulators and role plays, which contributes to practical skills development. Typical goals of simulation modelling are defined; principles of building simulation models are presented.

Keywords: simulation modeling; virtual simulation; immersive learning environments; role-playing games; simulators; VR-technologies.

Современное образование сталкивается с новыми вызовами: необходимостью подготовки специалистов, способных быстро адаптироваться к изменяющимся условиям, решением сложных задач и поиском способов эффективного взаимодействия в многозадачной среде. В этом контексте традиционные методы обучения зачастую оказываются недостаточно гибкими, чтобы удовлетворить запросы динамичного мира. Одним из перспективных инструментов, способных преодолеть эти ограни-

чения, является имитационное моделирование – технология, которая позволяет создавать виртуальные среды, максимально приближенные к реальным условиям.

В связи с тем, что моделирование является многогранным понятием, допускающим различные интерпретации, в отечественной научной литературе до сих пор не сформулировано его единое общепринятое определение. Ю.А. Кораблёв в своих работах пишет так: «Имитационное моделирование – это подход к изучению

систем, при котором реальная система заменяется её компьютерной моделью, позволяющей проводить эксперименты и анализировать её поведение». Автор отмечает, что данная модель строится на основе логических связей и функциональных зависимостей, которые отражают принципы работы и взаимодействия элементов исследуемой системы [6, с. 45].

А.А. Вавилов даёт схожее определение и говорит о том, что имитационное моделирование – это метод исследования систем, при котором реальный процесс или явление заменяется его математической или программной моделью, позволяющей воспроизводить его функционирование в различных условиях и анализировать полученные результаты [2, с. 45].

Т.П. Гордиенко и С.Г. Марченко рассуждают об имитационном моделировании в контексте педагогики: «Имитационное моделирование представляет собой погружение в условия, максимально приближенные к реальной профессиональной среде, с целью анализа динамически развивающихся ситуаций или решения актуальных профессиональных задач. По мнению авторов, этот метод органично интегрируется в основные дидактические концепции, такие как компетентностный подход, практико-ориентированное обучение, контекстное обучение, интерактивные методы, кейс-стади и другие» [4, с. 78].

Имитационное моделирование в педагогике – это воспроизведение в условиях обучения процессов, происходящих в реальной системе. Оно позволяет отразить в учебном процессе различные виды профессионального контекста и формировать профессиональный опыт. Имитационное моделирование приближает учебный материал к конкретной практической или профессиональной деятельности, усиливая мотивацию и активность обучения.

На основе определений, приведённых выше, имитационное моделирование в педагогике можно охарактеризовать как метод обучения, при котором создаются виртуальные или интерактивные среды, максимально приближенные к реальным профессиональным условиям. Оно позволяет учащимся погружаться в смоделиро-

ванные ситуации, анализировать их развитие, принимать решения и отрабатывать навыки в безопасной и контролируемой обстановке. Этот метод интегрирует ключевые дидактические подходы, такие как компетентностный, практико-ориентированный и контекстный, способствуя развитию критического мышления, профессиональных компетенций и готовности к реальным вызовам. Имитационное моделирование выступает связующим звеном между теорией и практикой, обеспечивая глубокое понимание материала и формирование опыта через интерактивное взаимодействие с моделью.

Актуальность использования имитационного моделирования в образовании обусловлена также стремительным развитием технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект и Big Data. Эти инструменты позволяют создавать более сложные и реалистичные модели, которые могут быть адаптированы под индивидуальные потребности учащихся.

Имитационное моделирование органично встраивается во все ключевые дидактические концепции, такие как компетентный подход, практико-ориентированный подход, контекстный подход к обучению, метод кейсов и интерактивное обучение.

Имитационные методы моделирования находят свое применение в различных областях педагогики:

1) подготовка будущих педагогов – использование имитационных методов позволяет будущим учителям развивать практические навыки, необходимые для эффективного взаимодействия с учащимися (например, ролевые игры могут использоваться для тренировки педагогических стратегий, а компьютерные симуляции – для моделирования классовых ситуаций);

2) исследование образовательных процессов – применение имитационных методов в исследованиях позволяет более глубоко понять механизмы обучения (например, исследователи могут тестировать различные гипотезы, изменяя параметры модели и наблюдая за результатами);

3) разработка образовательных технологий – методы могут быть использованы

для тестирования новых образовательных технологий и их внедрения в реальные условия (например, симуляционные методики могут помочь в оценке эффективности новых учебных программ).

Имитационные модели можно классифицировать по различным критериям, включая их структуру, способ реализации и область применения.

По типу моделирования:

- дискретные модели – описывают системы, которые изменяют своё состояние в определённые моменты времени (например, очередь в банке или логистические процессы);

- непрерывные модели – описывают системы, которые изменяются непрерывно во времени (например, физические процессы, такие как движение жидкости или изменение температуры);

- дискретно-непрерывные (гибридные) модели – сочетают в себе элементы дискретного и непрерывного моделирования (например, управление производственными процессами, где часть операций дискретна, а часть – непрерывна) [1, с. 68].

По способу реализации:

- компьютерные симуляции – модели, реализованные с помощью программного обеспечения, которые позволяют воспроизводить сложные процессы и системы (например, симуляторы полётов или медицинские тренажёры) [1, с. 69];

- настольные игры и ролевые модели – модели, которые реализуются в виде игр или сценариев, где участники принимают на себя определённые роли и взаимодействуют друг с другом (например, бизнес-симуляции или исторические реконструкции);

- физические модели – модели, которые воспроизводят реальные объекты или процессы в уменьшенном масштабе (например, макеты зданий или тренировочные стенды для инженеров) [3, с. 107].

По области применения:

- образовательные модели – используются для обучения и тренировки навыков (например, виртуальные лаборатории, симуляторы для медицинских или технических специальностей);

- производственные модели – применяются для оптимизации производствен-

ных процессов, управления ресурсами и прогнозирования результатов (например, модели логистических цепочек или производственных линий) [5, с. 103];

- экономические и бизнес-модели – используются для анализа рынков, прогнозирования спроса, управления финансами и принятия стратегических решений (например, симуляции управления компанией или финансовые модели);

- социальные модели – применяются для изучения поведения групп людей, социальных процессов и взаимодействий (например, модели распространения информации или социальных сетей).

По уровню сложности:

- статические модели – описывают систему в определённый момент времени без учёта её изменения во времени (например, структурные схемы или диаграммы) [5, с. 112];

- динамические модели – учитывают изменение системы во времени, позволяя анализировать её поведение в различных условиях (например, модели экосистем или экономических процессов);

- стохастические модели – включают элементы случайности и вероятности, что позволяет учитывать неопределённость в поведении системы (например, модели прогнозирования погоды или финансовых рисков);

- детерминированные модели – основаны на чётких правилах и не учитывают случайные факторы (например, модели движения механических систем).

По типу взаимодействия:

- интерактивные модели – предполагают активное участие пользователя, который может влиять на процесс и получать обратную связь (например, тренажёры для пилотов или врачей);

- автономные модели – работают без вмешательства пользователя, воспроизводя процессы на основе заданных параметров (например, климатические модели или модели распространения заболеваний) [5, с. 115].

По технологиям реализации:

- виртуальная реальность (VR) – модели, которые создают полностью immersive-среду, погружая пользователя в

виртуальный мир (например, тренажёры для хирургов или архитекторов);

- дополненная реальность (AR) – модели, которые накладывают виртуальные элементы на реальный мир (например, обучающие приложения для ремонта оборудования или изучения анатомии) [8];

- агент-ориентированные модели – модели, в которых система представлена как совокупность взаимодействующих агентов (например, модели поведения толпы или экосистем) [4, с. 78].

Практическая реализация имитационного моделирования может осуществляться различными методами.

1. Компьютерное моделирование – первый из представленных в данной статье, он наиболее широко применяем; представляет собой метод исследования, при котором с помощью компьютерных технологий создается модель изучаемого объекта или процесса. В педагогике это позволяет создавать виртуальные учебные среды, моделировать образовательные процессы, прогнозировать результаты обучения, оптимизировать педагогические решения.

В технических университетах успешно применяются компьютерные симуляторы для отработки навыков управления производственными процессами. Например, в авиационных вузах используются авиационные тренажёры, позволяющие студентам получить практические навыки без риска для жизни.

2. Ролевые игры представляют собой метод имитационного моделирования, при котором участники воспроизводят определенные ситуации, принимая на себя различные роли. В педагогическом контексте это позволяет моделировать реальные профессиональные ситуации, развивать softskills, формировать практические компетенции, повышать мотивацию к обучению. По степени формализации ролевые игры могут быть структурированными (четко определенные роли и правила) и неструктурированными (импровизация), а также комбинировать между собой подходы.

Для успешной реализации необходимо определить тему, роль и цель игры. В юридическом образовании широко используется метод ролевых игр, где студенты

могут выступать в роли адвокатов, судей или свидетелей в смоделированных судебных заседаниях. Это позволяет будущим юристам не только развивать свои ораторские навыки, но и учиться применять теоретические знания на практике, анализируя различные сценарии и исходы [11].

3. Деловая игра воспроизводит профессиональные ситуации в условиях, максимально приближенных к реальным. В педагогике данный метод позволяет: моделировать профессиональную деятельность, формировать управленческие навыки, развивать профессиональное мышление и отбатывать принятие решений [6, с. 45].

В экономических вузах активно используются деловые игры, имитирующие управление предприятием. В юридических вузах применяются симуляции судебных заседаний.

4. Кейс-метод представляет собой имитационный метод моделирования реальных ситуаций в профессиональной деятельности. Педагогический кейс-метод включает: описание конкретной ситуации, характеристики участников, суть проблемы и возможные решения с оценкой эффективности [8]. Основные формы кейсов: текстовые (2–30 страниц), видео-презентации, ситуационно-моделирующие игры, комбинированные. Структура кейса зависит от его типа, например, если кейс управленческий, то в нём будет содержаться описание ситуации принятия решений в организации с целью развития управленческих навыков.

При всех преимуществах присутствуют и недостатки. Разработка кейсов требует значительных усилий и времени от преподавателей. Кейсы должны быть актуальными и хорошо продуманными. У разных студентов может быть разный уровень подготовки и жизненного опыта, что окажет влияние на групповую динамику и результаты обсуждений. Также кейс-методы могут требовать больше времени на обсуждение, что может ограничить количество тем, которые можно рассмотреть в рамках курса.

Анализ успешных кейсов показывает, что наиболее эффективное применение имитационных методов наблюдается в следующих областях:

- медицинское образование (симуляторы пациентов, виртуальные операции);
- инженерное дело (цифровые двойники производственных процессов);
- бизнес-образование (деловые симуляции, управленческие игры);
- педагогическое образование (виртуальные классы, моделирование педагогических ситуаций).

Современные технологии открывают новые горизонты для применения имитационных методов, значительно расширяя их возможности и влияние на учебный процесс. Основные направления развития заключаются в создании полностью иммерсивных обучающих сред, интеграции с искусственным интеллектом и появлении персонализированных моделей обучения [7]. Важно также отметить, что в ходе этого развития необходимо уделять внимание вопросам этики, включая защиту данных учащихся и обеспечение доступности технологий для всех групп населения. Для более полного понимания в таблице приведен сравнительный анализ методов, которые имеют тенденцию к внедрению в образовательные процессы.

С развитием технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности возникает уникальная возможность создания полностью иммерсивных обучающих сред, которые способны радикально изменить подходы к образованию и имитационному моделированию. Эти среды предлагают пользователям возможность погружаться в учебный процесс на совершенно новом уровне, что открывает горизонты для

более глубокого понимания предмета и развития практических навыков.

Эти технологии позволяют создать безопасную обучающую среду, дают доступ к разнообразным сценариям, а также в иммерсивных средах обучающиеся могут действовать не только на уровне индивидуальных задач, но и сосуществовать в коллективных сценариях, развивая командные навыки и социальное взаимодействие.

При помощи искусственного интеллекта (далее – ИИ) возможно создать адаптивные и интеллектуальные решения, которые отвечают на потребности каждого студента. ИИ помогает персонализировать рекомендации с помощью анализа данных о прогрессе и предпочтениях обучающегося, предлагая адаптированные ресурсы и задания. Также использование ИИ для автоматической проверки работ и предоставления детализированной обратной связи помогает сократить время преподавателей на рутинную работу, а виртуальные репетиторы и чат-боты могут оказывать помощь студентам или ученикам вне учебного времени, отвечая на их вопросы.

Персонализированные модели обучения учитывают индивидуальные особенности студентов, способствующие более эффективному усвоению материала. Например, создание адаптивных курсов, которые изменяют содержание и уровень сложности в зависимости от успеваемости и стиля обучения конкретного студента, применение разнообразных форматов контента (видео, текст, аудио) и темпов обучения в зависимости от предпочтений студента.

Сравнительный анализ методов

Критерии	VR/AR	ИИ	Персонализация
Эффективность	Высокая визуализация	Точный анализ	Индивидуальный подход
Доступность	Требуется оборудование	Зависит от системы	Гибкая настройка
Масштабируемость	Ограничена ресурсами	Хорошо масштабируется	Требуется настройка
Временные затраты	Высокие на старте	Низкие в процессе	Средние
Экономическая эффективность	Высокая при массовом использовании	Высокая при длительном применении	Средняя

Источник: [11].

Имитационные модели широко применяются в различных сферах благодаря своей универсальности и гибкости. В педагогике они используются для создания интерактивных обучающих сред, таких как виртуальные лаборатории, тренажёры и ролевые игры, что помогает развивать практические навыки и softskills [9]. В науке моделирование позволяет исследовать сложные процессы, например, климатические изменения или социальные явления, а также проводить виртуальные эксперименты в физике, химии и биологии. В бизнесе имитационные модели применяются для оптимизации процессов, управления компаниями, финансового анализа и маркетингового прогнозирования. В производстве они помогают оптимизировать процессы, тестировать новые технологии и обучать персонал. Кроме того, моделирование используется в транспорте, энергетике, городском планировании и кибербезопасности для решения задач оптимизации, проектирования и анализа.

Рассмотрим, какие цели и задачи ставятся перед имитационным моделированием с точки зрения образовательных процессов.

Цели имитационного моделирования в педагогике:

- обеспечение учащихся возможностью отрабатывать профессиональные умения в условиях, приближенных к реальным, но без риска негативных последствий;
- создание условий для анализа сложных ситуаций, принятия решений и оценки их последствий;
- соединение теоретических знаний с их практическим применением через моделирование реальных процессов и явлений;
- использование интерактивных и игровых элементов для повышения интереса учащихся к обучению;
- формирование готовности к работе в условиях неопределённости, многозадачности и динамично изменяющейся среды [10].

Задачами имитационного моделирования в контексте образования являются:

- разработка имитационных сред, которые максимально точно воспроизводят

реальные профессиональные ситуации;

- предоставление учащимся возможности активно взаимодействовать с моделью, принимать решения и наблюдать за результатами своих действий;

- настройка моделей под индивидуальные потребности и уровень знаний учащихся для обеспечения эффективного обучения;

- разработка критериев для оценки действий учащихся и предоставление обратной связи с целью улучшения их навыков;

- формирование навыков коммуникации, работы в команде, лидерства и управления временем через ролевые игры и симуляции;

- использование имитационных моделей для сокращения времени на освоение сложных тем и повышения эффективности обучения;

- создание условий для отработки действий в чрезвычайных или редких ситуациях, которые трудно воспроизвести в реальной жизни;

- интеграция знаний из различных областей для решения комплексных задач в рамках имитационной модели.

Использование имитационного моделирования в педагогике предоставляет ряд существенных преимуществ. Например, активное обучение и развитие критического мышления, когда вместо пассивного восприятия информации студенты становятся активными участниками процесса обучения, самостоятельно создавая модели, экспериментируя с ними и анализируя результаты. Это способствует развитию их критического мышления, аналитических способностей и умения принимать обоснованные решения.

Формируются практические навыки, т.к. имитационное моделирование позволяет студентам применять теоретические знания на практике, решать реальные задачи и получать ценный опыт. Например, студенты, изучающие экономику, могут создавать модели рынка, чтобы понять, как различные факторы (спрос, предложение, цены) влияют на поведение потребителей и производителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. С. 67–72. EDN YNRXCP.
2. Вавилов А.А. Имитационное моделирование в экономических системах: методы и приложения. М.: Финансы и статистика, 2015.
3. Вербицкий А.А. Методы обучения: традиции и инновации // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 3-2. С. 106–111. EDN SGITFX.
4. Гордиенко Т.П., Марченко С.Г. Имитационные технологии в профессиональном образовании: теория и практика. М.: Академия, 2020.
5. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. СПб.: Питер, Киев: Издат. группа BHV, 2004. 847 с.
6. Кораблёв Ю.А. Имитационное моделирование в управлении: теория и практика. М.: Экономика, 2018.
7. Панфилова А.П. Игровое моделирование в профессиональном образовании. М.: Академия, 2020.
8. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. М.: НИИ школьных технологий, 2006.
9. Хуторской А.В. Современная дидактика. СПб.: Питер, 2022. 544 с.
10. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. Изд. 2-е. М.: Сентябрь, 2000. 112 с.
11. Ялаева Н.В., Садыкова Н.В., Кудинова Т.В. Применение технологий адаптивного компьютерного обучения при подготовке студентов-юристов // Современное педагогическое образование. 2023. № 9. С. 226–231. EDN SGGMTZ.