

Научная статья

УДК 37.072

DOI: 10.24412/2072-9014-2025-171-115-129

ПЕРЕНОС НАВЫКОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПРАКТИК

*Евгений Дмитриевич Патаракин¹ ✉,
Карим Дамирович Салимуллин²*

^{1, 2} *Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия*

¹ *patarakined@mgpu.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-1216-5043>*

² *salimullinkd@mgpu.ru*

Аннотация. В статье рассматривается роль агентного моделирования как инструмента для изучения сложных адаптивных систем. Интеграция агентного моделирования в процесс обучения позволяет студентам глубже понимать сложные адаптивные образовательные системы. Исследование подчеркивает связь между многоагентным моделированием и вычислительным мышлением, показывая, как моделирование помогает студентам педагогической направленности лучше понимать динамику образовательных систем. В учебном пространстве Semantic MediaWiki студенты знакомятся с примерами сложных систем в различных областях знаний, осваивают навыки агентного моделирования, рассматривают системы собственной учебной деятельности как сложные системы. Навыки, приобретенные при моделировании сложных взаимодействий, могут быть эффективно применены к проектированию образовательных практик, что способствует созданию более динамичной и увлекательной учебной среды.

Ключевые слова: ABM; Semantic MediaWiki; learning design; CAS.

Original article

UDC 376.1

DOI: 10.24412/2072-9014-2025-171-115-129

TRANSFER OF SKILLS IN MODELING COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS TO THE DESIGN OF PEDAGOGICAL PRACTICES

*Evgeny D. Patarakin*¹ ✉,
*Karim D. Salimullin*²

^{1, 2} *Moscow City University,
Moscow, Russia*

¹ *patarakined@mgpu.ru* ✉, <https://orcid.org/0000-0002-1216-5043>

² *salimullinkd@mgpu.ru*

Abstract. This paper examines the role of Agent-Based Modeling (ABM) as a vital tool for simulating complex adaptive systems (CAS), particularly in educational settings. By integrating ABM into learning design, students gain hands-on experience that enhances their understanding of these systems while fostering creativity and problem-solving skills. The research highlights the connection between ABM and computational thinking, demonstrating how engaging with modeling practices deepens students' comprehension of classroom dynamics. In the Semantic MediaWiki learning environment, students are introduced to examples of complex systems across various fields of knowledge, develop skills in agent-based modeling, and examine their own learning activities as complex systems. Ultimately, the findings suggest that skills acquired in simulating complex interactions can be effectively applied to the design of educational frameworks, promoting a more dynamic and engaging learning environment.

Keywords: ABM; Semantic MediaWiki; learning design; CAS.

Для цитирования: Патаракин Е. Д. Перенос навыков моделирования сложных адаптивных систем на проектирование педагогических практик / Е. Д. Патаракин, К. Д. Салимуллин // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2025. № 1 (71). С. 115–129. DOI: 10.24412/2072-9014-2025-171-115-129

For citation: Patarakin E. D. Transfer of skills in modeling complex adaptive systems to the design of pedagogical practices / E. D. Patarakin, K. D. Salimullin // MCU Journal of Informatics and Informatization of Education, 2025. № 1 (71). P. 115–129. DOI: 10.24412/2072-9014-2025-171-115-129

Введение

В последние годы теоретическая рамка сложных адаптивных систем (CAS) становится все более актуальной в различных областях, включая образование. Это связано с тем, что подход, основанный на понимании сложности и динамики взаимодействий между компонентами системы, предоставляет мощные объяснительные инструменты для анализа образовательных процессов. Сложные адаптивные системы характеризуются

множеством взаимосвязанных агентов, которые взаимодействуют друг с другом и адаптируются к изменениям в окружающей среде [1].

Такой подход позволяет глубже понять, как различные факторы влияют на обучение и преподавание. Кроме того, развитие вычислительных технологий и методов многоагентного моделирования значительно расширяет возможности для применения концепций CAS в педагогической практике.

Термин «сложная система» (*англ.* complex system, от *лат.* complexus — переплетение или взаимосвязь) впервые был подробно рассмотрен Уивером в фундаментальной для развития теории сложных систем в статье 1948 года [2]. Ближе всего к области изучения сложных систем расположена сетевая наука (*англ.* network science), поскольку она сосредоточена на вопросах взаимосвязей и взаимодействий между компонентами системы.

Сетевая наука позволяет анализировать, как структуры и динамика сетей влияют на поведение сложных систем, подчеркивая важность взаимодействий между агентами и их роль в формировании новых эмерджентных свойств системы. Таким образом, понимание сетевых взаимодействий становится ключевым для изучения и моделирования сложных адаптивных систем.

Сложные адаптивные системы — это системы, состоящие из множества взаимодействующих элементов, называемых агентами. Агентами могут быть отдельные люди, группы, организации и даже неодушевленные объекты. В сложных адаптивных системах нет централизованного управления. Поведение системы возникает из взаимодействия агентов, которые действуют по простым локальным правилам. Агенты не просто следуют фиксированному набору правил; они также могут изменять эти правила, чтобы улучшить свои шансы на выживание и успех в меняющейся среде. Эта адаптивность позволяет сложным системам демонстрировать сложное и непредсказуемое поведение, которое невозможно предсказать, просто изучая отдельные компоненты системы [3].

В качестве примеров сложных адаптивных систем чаще всего приводят стайные феномены, когда в стаях животных, таких как птицы или рыбы, каждый индивидуум действует на основе локальной информации и взаимодействует с ближайшими соседями. Это приводит к сложному коллективному поведению, например к образованию форм в воздухе или воде [4]. В последние годы рамка CAS используется для анализа педагогических ситуаций. Так, Якобсон рассматривает сам процесс обучения как сложную систему [5]. Учебные классы можно рассматривать как сложные системы, где ученики (агенты) взаимодействуют друг с другом и с учителем [6–8]. Внутри классов обучение и поведение учеников зависят от множества факторов, включая социальную динамику и индивидуальные стили обучения. Сквозь теоретическую рамку CAS можно рассматривать и современный город [9; 10], и системы городского образования, включающие множество образовательных учреждений, которые взаимодействуют друг с другом и с местным сообществом. Здесь также

наблюдаются сложные взаимодействия между политическими решениями, финансированием и образовательными результатами.

Современные социотехнические системы, такие как вики и учебные среды, представляют собой динамичные и многогранные экосистемы, в которых взаимодействуют различные агенты, включая студентов, преподавателей, контент и компьютерные программы [11; 12]. Эти социотехнические системы демонстрируют свойства самоорганизации, где новые характеристики возникают из взаимодействий между агентами, что делает их важными объектами для изучения в контексте сложных адаптивных систем. Понимание таких систем, как CAS, открывает новые возможности для разработки эффективных образовательных стратегий и инструментов. Именно в контексте сложных систем рассматриваются цифровые инструменты в работах Конол, посвященных учебному дизайну, когда она рассматривает отношения участников учебного процесса внутри современных цифровых обучающих сред [13; 14].

Мощным инструментом для изучения сложных систем в различных дисциплинах является многоагентное моделирование (ABM). Среди различных методологий ABM выделяется благодаря своей способности симулировать взаимодействия автономных агентов в сложных средах. ABM позволяет исследователям и практикам создавать модели, отражающие реальные феномены, моделируя поведение отдельных агентов и их взаимодействия [15–17]. Для обучения студентов моделированию сложных систем существуют такие среды, как Snap! [18], StarLogo Nova [19], NetLogo [20] и GAMA [21]. Ключевым аспектом изучения сложных систем на этих платформах является акцент на студентах как разработчиках агентных моделей. Эта роль позволяет учащимся глубже погружаться в принципы вычислительного мышления через практический опыт, который способствует развитию творческих навыков и умений решать проблемы. В контексте сложных адаптивных систем такие платформы демонстрируют потенциал ABM для улучшения понимания динамики взаимодействий.

Методы исследования

Данное исследование структурировано вокруг возможностей Semantic MediaWiki — расширения традиционной платформы MediaWiki, которое улучшает совместное управление контентом через семантические аннотации. В качестве комплексной среды для образовательных инициатив, акцентированных на цифровой дидактике и вычислительном мышлении, была использована платформа Digma Московского городского педагогического университета (digma.mgpu.ru). Semantic MediaWiki функционирует как интегрированная система для управления как контентом, так и метаданными, что позволяет создавать гибкую и расширяемую репрезентацию знаний. Методология исследования включала использование возможностей Semantic MediaWiki

для поддержки включения многоагентных моделей сложных систем в образовательные курсы. Многоагентные модели представляют один из классов цифровых объектов, представленных на цифровом поле. Диаграмма наиболее важных классов (категорий) представлена на рисунке 1.

На диаграмме в качестве отдельного класса представлены и учащиеся, для которых наиболее существенным свойством является WorkingOn — перечень проектов, над которыми работает данный студент.

Платформа Digma представляет собой пример применения принципов сложных адаптивных систем в сфере цифрового образования. Основной характеристикой данной платформы является использование агентного моделирования в образовательных курсах. Digma создает условия для формирования и взаимодействия с активными эссе — новым форматом письменных работ, который объединяет текст, интерактивные симуляции и исполняемый код [22].

Особенность активных эссе на платформе Digma заключается в возможности дополнения текстового содержания фрагментами программного кода и наборами данных. Это позволяет авторам встраивать в свои работы исполняемые модели и симуляции, демонстрирующие динамическое поведение изучаемых систем.

Читатели активных страниц на Digma получают возможность запускать встроенные модели непосредственно на странице и наблюдать за их поведением в режиме реального времени. Такой формат работы способствует более глубокому пониманию принципов функционирования сложных систем через экспериментирование с различными входными данными и параметрами. Платформа предоставляет пользователям возможность изменять код встроенных моделей прямо на странице. Модифицировав логику модели, пользователи могут повторно запустить ее и наблюдать за изменениями в поведении моделируемого сообщества. Данный процесс содействует формированию у учащихся представлений о взаимосвязях между компонентами сложных систем. Возможности использования многоагентных моделей направлен на формирование у студентов педагогической направленности навыков вычислительного мышления, позволяя им использовать и проектировать экспериментальные модели в таких средах, как Snap!, StarLogo Nova, NetLogo. Конструктор значительно упрощает процесс интеграции многоагентных моделей в учебные материалы различных курсов, побуждая преподавателей и студентов применять их в своих работах для представления сложных систем.

Общий шаблон диаграммы деятельности, в которой преподаватель описывает последовательность действий от постановки целей учебного процесса (образовательных эффектов) до получения образовательных результатов, представлен на схеме (см. рис. 2). После того как преподаватель определяет структуру своего учебного курса, он собирает материалы этого курса из статей, которые уже есть на площадке digma.mgpi.ru, обращаясь к базе знаний Semantic MediaWiki с запросами для извлечения необходимых учебных

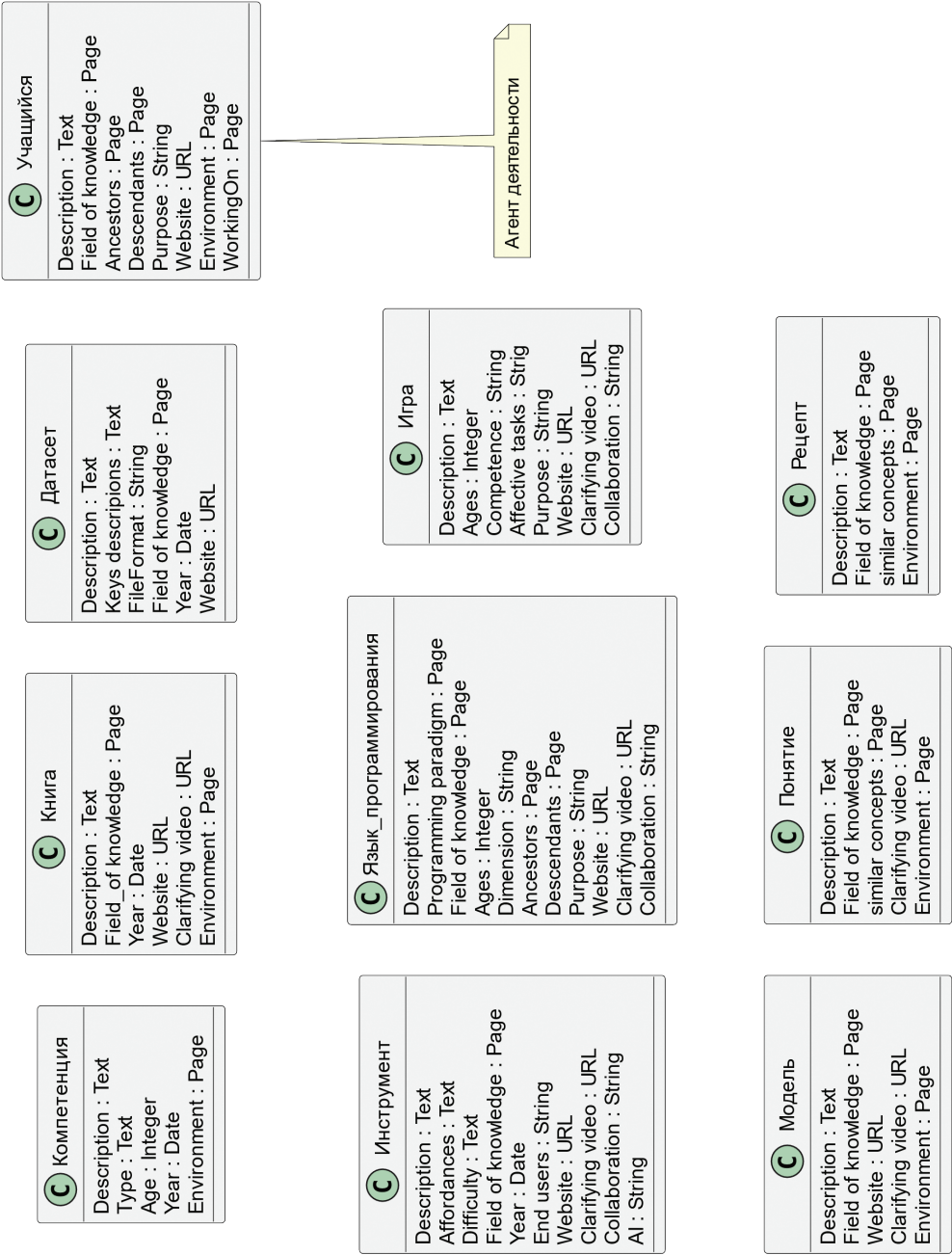
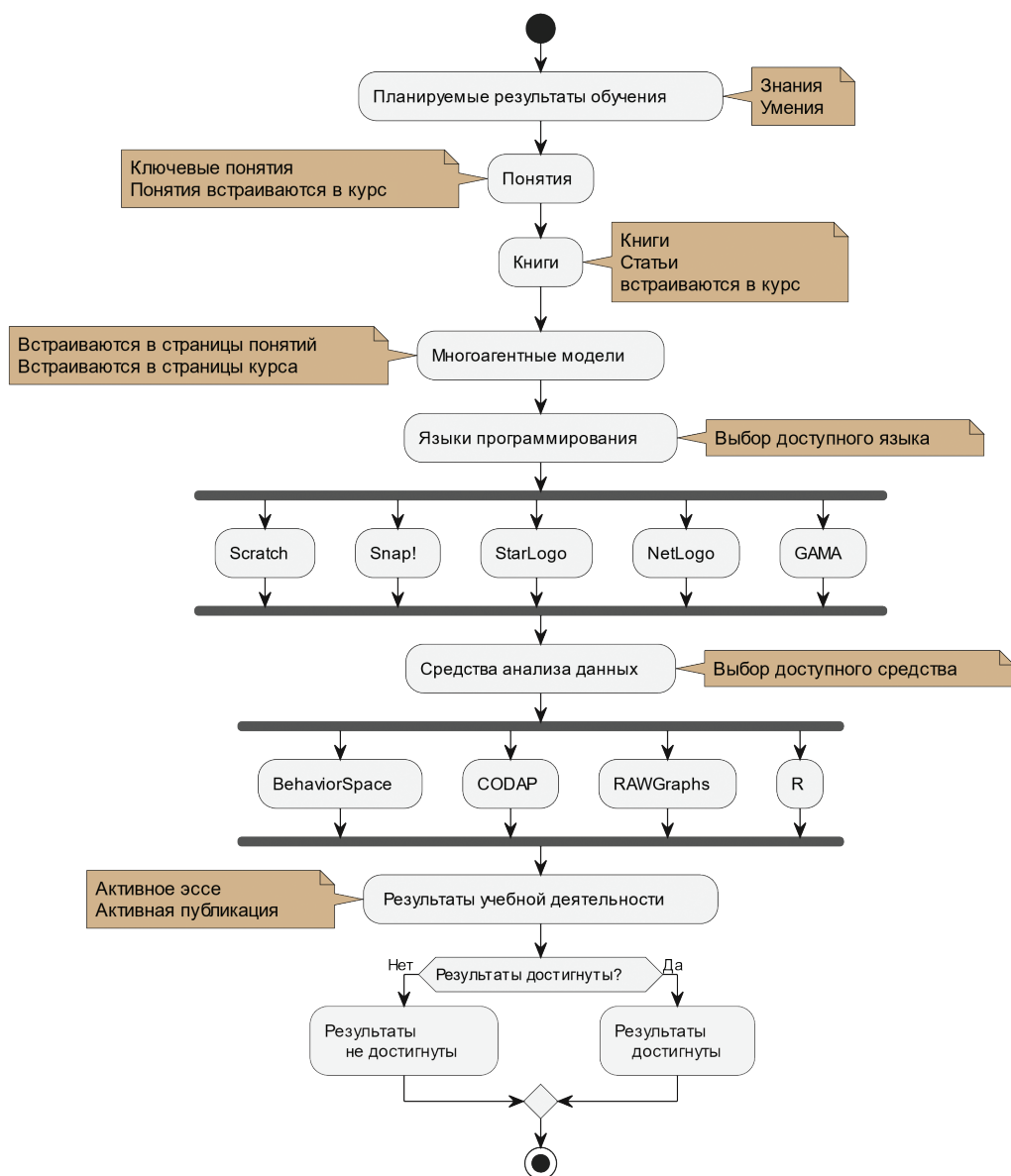


Рис. 1. Классы цифровых объектов Digida



Источник: составлен автором.

Рис. 2. Шаблон построения учебного курса

материалов. Интерактивные возможности площадки позволяют пояснять понятия игровыми модулями и многоагентными моделями, которые включаются преподавателем в материалы курса.

Для самостоятельного построения многоагентных моделей учащиеся могут выбирать различные языки программирования. Обязательным условием успешного студенческого проекта является то, что многоагентная модель, включенная в состав активного эссе, должна порождать данные, которые можно анализировать и визуализировать.

Результатом учебной деятельности, как правило, является активное эссе или активная публикация в виде вики-страницы, включающая в себя текст, примеры кода и действующую модель. Страница активного эссе служит подтверждением того, что поставленные цели обучения были достигнуты. Диаграмма последовательности больше внимания уделяет действиям учеников, которые направлены на получение результатов обучения как цифровых продуктов учебной деятельности. Для создания продуктов ученики обращаются к книгам, наборам данных и моделям. Также можно обратиться с вопросами к преподавателю и друг другу. И в конце последовательности действий преподаватель оценивает созданный продукт как результат учебной деятельности, который подтверждает, что поставленные цели обучения были достигнуты. Общая диаграмма последовательности реализации учебного курса представлена на рисунке 3.

Шаблоны диаграмм активности и диаграмм последовательностей, с которых начинается работа над учебными курсами, доступны в категории диаграмм. Преподаватель наполняет шаблоны нужными ему объектами и в результате получает страницу со ссылками и вставками рабочих материалов. Например, диаграмма деятельности учебного курса «Основы компьютерного моделирования» с указанием конкретных книг и моделей представлена на рисунке 4. Использование многоагентных моделей внутри курсов по компьютерному моделированию или программированию выглядит естественным и очевидным, однако мы предположили, что умение использовать многоагентные модели для описания и понимания сложных образовательных систем может быть необходимо современным учителям различных школьных предметов.

Результаты исследования

В 2024 году в учебном пространстве digida.mgpu.ru было развернуто 17 учебных курсов. Все эти курсы использовали возможности Semantic MediaWiki для конструирования учебных материалов преподавателями и студентами. Мы можем оценить рост повторного использования цифровых объектов внутри системы по тому, как растет число запросов на встраивание существующих учебных материалов в состав новых страниц. В нашей работе была применена вики-методология, которая предоставляет участникам возможности не только для редактирования всех страниц, но и для изучения истории изменений каждой страницы и действий всех участников. Эта открытость и доступность информации создают среду, в которой каждый участник может не только внести свой вклад в создание контента, но и исследовать и анализировать процесс его формирования.

Такой подход способствует исследовательскому равенству, позволяя каждому участнику стать активным соавтором и исследователем в рамках общих учебных задач. Этот методологический принцип является ключевым

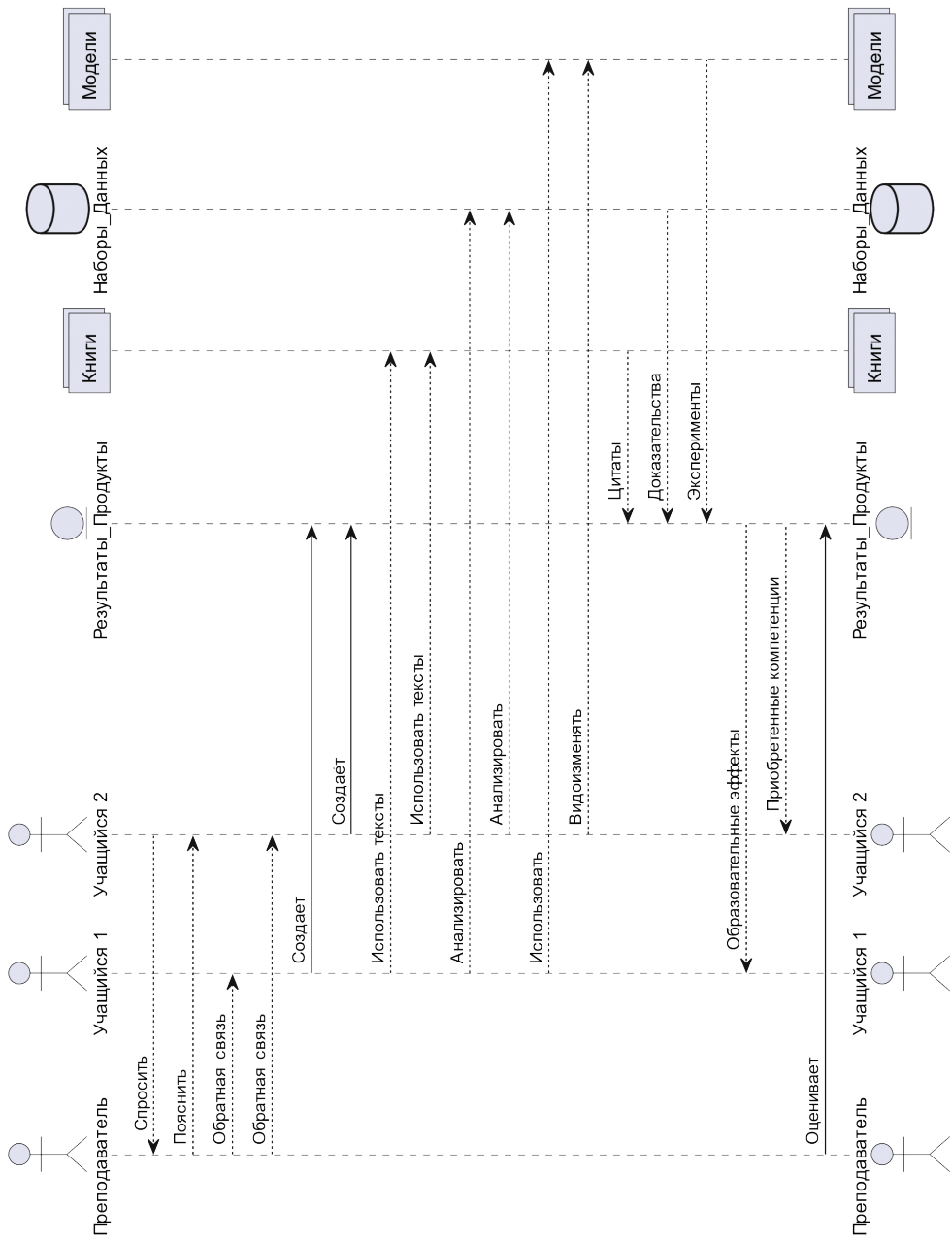


Рис. 3. Общая диаграмма последовательности учебного курса

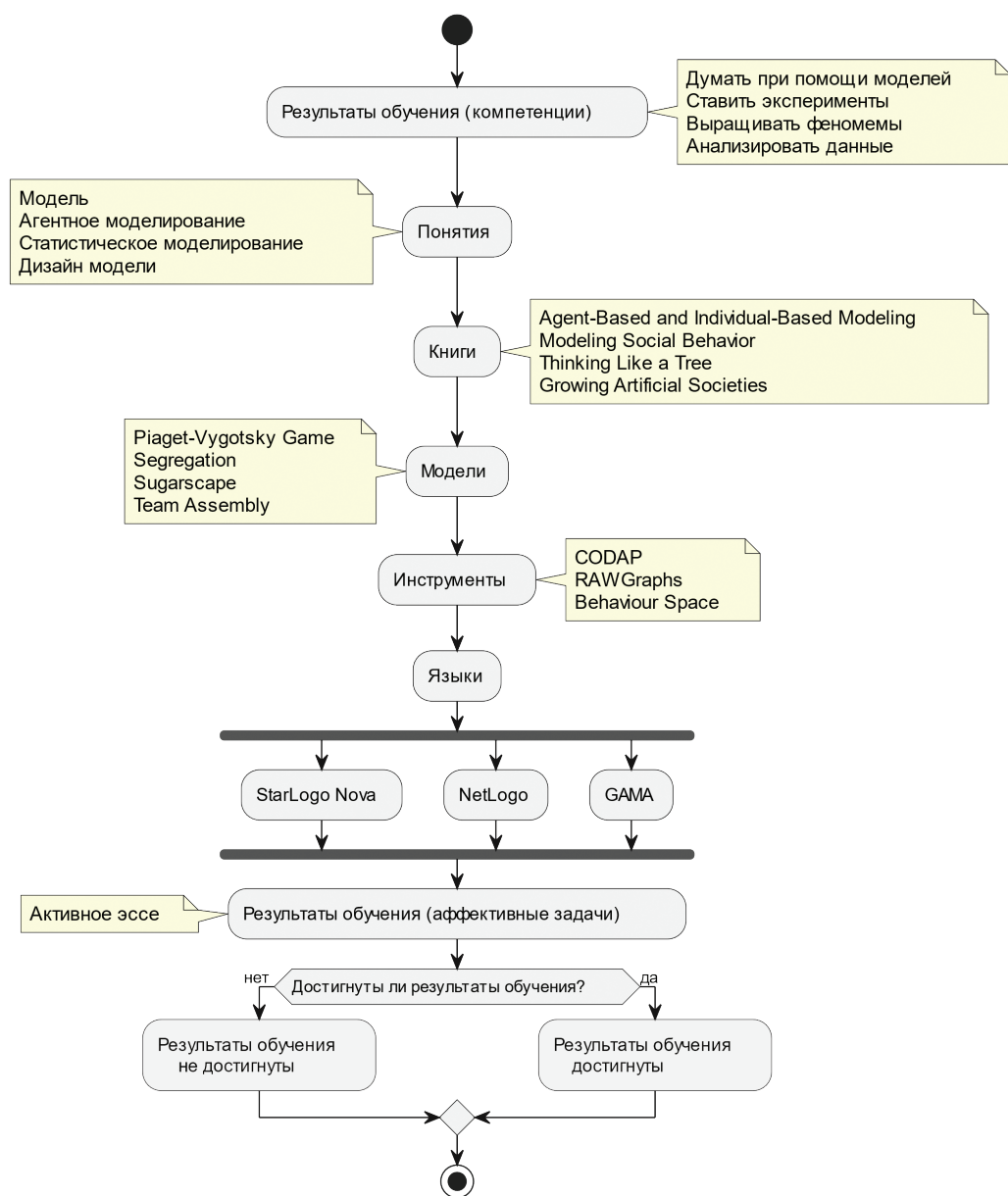


Рис. 4. Диаграмма курса «Основы компьютерного моделирования»

для нашего исследования, поскольку он поддерживает прозрачность, совместное обучение и коллективное понимание процессов, происходящих в образовательной среде. Благодаря такой методологии участники могут наблюдать, как развиваются идеи, как изменяются взгляды и как на протяжении времени происходит взаимодействие между различными участниками. Это исследовательское равенство позволяет создавать более глубокие связи внутри учебного сообщества и способствует активному обмену знаниями и опытом, что, в свою очередь, значительно обогащает образовательный процесс.

Во всех курсах мы стремились расширять учебные материалы, связанные с представлением сложных систем в естественных науках, спорте, истории и географии за счет использования многоагентных моделей. Как правило, в начале учебного курса студенты знакомятся с примерами описания и представления сложных систем при помощи моделей, а в конце учебного курса представляют собственные работы, в состав которых входят самостоятельно разработанные многоагентные модели. Перечень всех моделей, разработанных студентами, с указанием конкретных сред разработки можно получить на страницах площадки по запросу:

```
{{#ask: [[Category:Model]] [[Student-created::Yes]] | ?Environment}}.
```

Качество и сюжетная сложность моделей существенно различаются от проекта к проекту, но есть общие правила, которым должны соответствовать все защищаемые студентами проекты:

- модели демонстрируют взаимодействие между несколькими типами агентов по понятным и обоснованным правилам;
- модели позволяют проводить эксперименты с различными сценариями моделирования, изменяя входные параметры;
- модели позволяют генерировать данные, которые могут быть проанализированы вне пространства модели.

Пример типичного студенческого проекта, реализованного студентами в среде StarLogo Nova, представлен на рисунке 5. В центре экрана расположено пространство, где агенты совершают взаимодействие, в нижней части — часть кода программы, которая управляет поведением агентов.

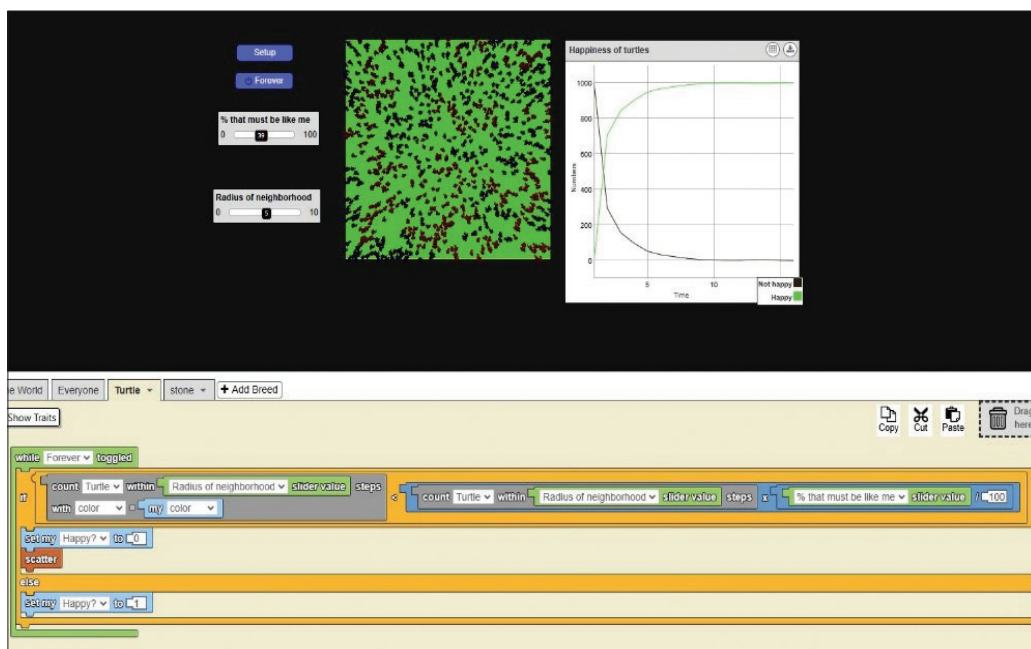


Рис. 5. Интерфейс модели StarLogo Nova

Особенно примечательны проекты, созданные магистрантами программы изучения английского языка, которые продемонстрировали акцент на повествовании и тематическом содержании, следуя основным принципам проектирования моделей на основе агентов. Умение разрабатывать модель искусственного общества, которую можно использовать для экспериментов путем изменения ее параметров, является важным навыком, который, по нашему мнению, следует формировать в программах подготовки учителей. Этот навык не только углубляет понимание сложных адаптивных систем, но и помогает будущим педагогам проектировать образовательные процессы.

При обсуждении переноса навыков проектирования многоагентных моделей на проектирование образовательных процессов и педагогических исследований важно отметить, что как многоагентное моделирование, так и проектирование обучения сосредоточены на динамических взаимодействиях между различными компонентами, будь то агенты в модели или учащиеся и преподаватели в классе. Переноса общие идеи дизайна моделей сложных систем в учебный дизайн, мы можем создавать адаптивные учебные системы, отражающие сложности реальных взаимодействий. Сопоставление дизайна многоагентной модели сложной системы и дизайна педагогического исследования приводится в таблице. Для нас крайне важно было показать студентам, что дизайн исследования и в искусственной, и в естественной среде реализуется по общим правилам и навыки дизайна искусственных сообществ могут быть перенесены на проектирование педагогического исследования внутри класса, школы или системы городского образования.

Таблица

**Сопоставление последовательности дизайна многоагентной модели
и дизайна педагогического исследования**

Дизайн модели	Дизайн образовательного исследования
Обзор моделируемой ситуации	Определение исследовательской проблемы
Определение агентов и среды	Определение участников и контекста исследования
Формулировка принципов модели	Разработка исследовательского дизайна
Реализация модели в конкретной среде	Сбор предварительных данных
Тестирование многоагентной модели	Пилотное исследование
Сбор данных, порождаемых агентами	Сбор данных (опросы, цифровые следы)
Анализ результатов и итерация моделирования	Анализ данных и рефлексия над результатами

В любом случае необходимо рассматривать исследуемую ситуацию как сложную систему, состоящую из множества акторов, которые взаимодействуют с окружающей средой и другими акторами. Для модельного или реального исследования образовательной системы необходимо прежде всего определить полный перечень агентов и простые правила, которыми они руководствуются при совершении своих действий.

Одним из ключевых аспектов развития навыков студентов является их способность формулировать вопросы в различных средах и ситуациях. В процессе обучения мы активно инициируем процесс задавания вопросов с помощью продуманного дизайна обучения, что способствует более глубокому пониманию сложных адаптивных систем.

Например, в контексте Semantic MediaWiki мы можем использовать команду `{{#ask: [[Category:Book]] [[Field_of_Knowledge:Sociology]]}}`, чтобы собрать существующий контент на странице, связанный с социологией. Это позволяет студентам визуализировать и анализировать информацию о сложных социальных системах, развивая их умение задавать вопросы и исследовать темы более глубоко.

Другой пример — команда `{{#ask: [[Категория:UserMGPU]] [[Field_of_knowledge::+]] |?Field_of_knowledge |mainlabel=- |format=jsonplotchart }}` в Semantic MediaWiki, которая позволяет собрать и визуализировать информацию о студентах и областях их знаний.

В контексте языка Snap! Berkeley мы можем использовать команду `ask`, чтобы собрать информацию от клонов спрайта. Это позволяет студентам экспериментировать с взаимодействиями между объектами, что является важным элементом моделирования сложных систем.

Наконец, в среде NetLogo команда `ask turtles with [color = red] [die]` используется для удаления группы черепах. Этот пример показывает, как программирование может быть использовано для моделирования и управления динамикой внутри сложной системы.

Эти примеры показывают, как продуманный дизайн обучения и параллельное использование различных обучающих сред могут способствовать формированию у студентов вопросов, необходимых для понимания сложных адаптивных систем.

Заключение

Использование вычислительных систем для моделирования сложных систем упрощает процесс анализа и визуализации взаимодействий между агентами, что делает его более доступным для педагогов и студентов. Перенос навыков моделирования сложных адаптивных систем на проектирование педагогических практик открывает новые горизонты для повышения эффективности обучения и развития вычислительного и критического мышления у студентов.

Список источников / References

1. *Holland J. H.* Emergence: From Chaos to Order / J. H. Holland. Oxford University Press, 2000. 276 p.
2. *Weaver W.* Science and complexity // American scientist. 1948. T. 36. №. 4. P. 536–544.

3. *Oktavia Mulyono Y.* ‘Hard’ and ‘Soft’ Methods in Complex Adaptive Systems (CAS): Agent Based Modeling (ABM) and the Agent Based Approach (ABA) / Mulyono Y. Oktavia, U. Sukhbaatar, D. Cabrera // *Journal of Systems Thinking*. 2023. P. 1–33.
4. *Thompson K.* Patterns of use of an agent-based model and a system dynamics model: The application of patterns of use and the impacts on learning outcomes / K. Thompson, P. Reimann // *Computers & Education*. 2010. Vol. 54. № 2. P. 392–403.
5. *Jacobson M. J.* Education as a Complex System: Conceptual and Methodological Implications / M. J. Jacobson, J. A. Levin, M. Kapur // *Educational Researcher*. 2019.
6. *Newell C.* The class as a learning entity (complex adaptive system): An idea from complexity science and educational research / C. Newell // *SFU Educational Review*. 2008. Vol. 2.
7. *Blikstein P.* The Classroom As a Complex Adaptive System: An Agent-based Framework to Investigate Students’ Emergent Collective Behaviors / P. Blikstein, D. Abrahamson, U. Wilensky // *Proceedings of the 8th International Conference on International Conference for the Learning Sciences*. Utrecht, The Netherlands: International Society of the Learning Sciences, 2008. Vol. 3. P. 12–13.
8. *Knight B.* The classroom as a complex adaptive system (CAS): Credible framing, useful metaphor or mis-designation? / B. Knight // *International Journal of Complexity in Education*. 2022. Vol. 3. № 1.
9. *Fosvold A.* CitySIM — Agent-Based System for Modelling and Simulating Cities as Complex Adaptive Systems for Collaborative Governance / A. Fosvold, S. A. Petersen // *Navigating Unpredictability: Collaborative Networks in Non-linear Worlds* / ed. by L. M. Camarinha-Matos [et al.]. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. P. 288–300.
10. *Venumuddala V. R.* Governing Smart City IoT Interventions: A Complex Adaptive Systems Perspective / V. R. Venumuddala, A. Prakash, B. Chaudhuri // *Digit. Gov.: Res. Pract.* 2024. Vol. 5. № 3. P. 23:1–23:24.
11. *Mehaffy M. W.* Patterns of Growth: Operationalizing Alexander’s “Web Way of Thinking” / M. W. Mehaffy // *Urban Planning*. 2023. Vol. 8. № 3. P. 235–245.
12. *Gower-Winter B.* Self-adapting simulated artificial societies / B. Gower-Winter. 2023.
13. *Conole G.* Describing learning activities / G. Conole // *Describing learning activities — tools and resources to guide practice*, *Rethinking Pedagogy for a Digital Age: Designing and Delivering Elearning*. 2007.
14. *Conole G.* Learning Design and Open Education / G. Conole // *IJOER*. 2018. Vol. 1, № 1.
15. *Zhang K.* Multi-Agent Reinforcement Learning: A Selective Overview of Theories and Algorithms: arXiv:1911.10635. arXiv / K. Zhang, Z. Yang, T. Başar, 2021.
16. *Page S. E.* The simulation manifesto: A commentary on Lustick and Tetlock 2021 / S. E. Page. Wiley Periodicals, Inc., 2021.
17. *Smaldino P. E.* How to Translate a Verbal Theory Into a Formal Model / P. E. Smaldino // *Social Psychology*. 2020. Vol. 51. № 4. P. 207–218
18. *Anderson C. B.* An Introduction to the Beauty and Joy of Computing for Theological Librarians / C. B. Anderson, G. Narasimham // *Digital Humanities and Libraries and Archives in Religious Studies* / ed. by C. B. Anderson. De Gruyter, 2022. P. 123–144.
19. *Idrees M.* A Comprehensive Survey and Analysis of Diverse Visual Programming Languages: 2 / M. Idrees, F. Aslam // *VFAST Transactions on Software Engineering*. 2022. Vol. 10. № 2. P. 47–60.

20. *Musaeus L. H.* Computational Thinking in the Danish High School: Learning Coding, Modeling, and Content Knowledge with NetLogo / L. H. Musaeus, P. Musaeus // Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. P. 913–919.

21. *Grignard A.* GAMA 1.6: Advancing the Art of Complex Agent-Based Modeling and Simulation / A. Grignard // PRIMA 2013: Principles and Practice of Multi-Agent Systems / ed. by G. Boella [et al.]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. Vol. 8291. P. 117–131.

22. *Yamamiya T.* Active Essays on the Web / T. Yamamiya, A. Warth, T. Kaehler // 2009 Seventh International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing. 2009. P. 3–10.

Статья поступила в редакцию: 17.12.2024;
одобрена после рецензирования: 30.01.2025;
принята к публикации: 30.01.2025.

The article was submitted: 17.12.2024;
approved after reviewing: 30.01.2025;
accepted for publication: 30.01.2025.

Информация об авторах / Information about authors:

Евгений Дмитриевич Патаракин — доктор педагогических наук, доцент, профессор департамента информатики, управления и технологий Института цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Yevgeny D. Patarakin — Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Computer Science, Management and Technology at the Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia.

patarakined@mgpu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1216-5043>

Салимуллин Карим Дамирович — аспирант Института цифрового образования, Московский городской педагогической университет, Москва, Россия.

Karim D. Salimullin — Postgraduate Student at the Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia.

salimullinkd@mgpu.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.