

ГУМАНИТАРНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

С.Д. Каракозов¹, Н.И. Рыжова²

¹Московский педагогический государственный университет,
ул. Малая Пироговская, д.1, стр. 1, 119992, Москва, Россия, sd.karakozov@mpgu.su
²Институт стратегии развития образования Российской академии образования, ул.
Жуковского, д.16, 101000, Москва, Россия,
nata-rizhova@mail.ru

Цифровая трансформации современного социума актуализирует проблематику поиска новых моделей и инструментария для исследования образовательных систем. В связи с этим, в работе предлагается подход к исследованию образовательных систем на основе гуманитарно-математического моделирования. Основываясь на работах ряда исследователей, авторы излагают основные положения данного подхода к исследованию социально-гуманитарных систем, формулируя предложенные указанными авторами определения базовых понятий и сопровождая их своими пояснениями. В работе приводятся краткие описания применения гуманитарно-математического моделирования, включая конкретные примеры.

Ключевые слова: социально-гуманитарные системы; гуманитарно-математическое моделирование; математическая модель; информационно-образовательные системы; педагогические системы; «простые» и «сложные» модели; «точные» и «описательные» науки.

HUMANITARIAN AND MATHEMATICAL MODELING TO STUDY EDUCATIONAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANS- FORMATION

Sergei D. Karakozov¹, Natalia I. Ryzhova²

¹Moscow Pedagogical State University, 1 Malaya Pirogovskaya Street, Moscow 119992,
Russia, sd.karakozov@mpgu.su

²Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education, 16
Zhukovskogo Street, Moscow 101000, Russia;
nata-rizhova@mail.ru

Digital transformation of modern education highlights the necessity of finding new models and tools to study social and humanitarian systems. Thus, the paper suggests an approach to study educational systems, by means of humanitarian and mathematical modeling. Considering the research of many scientists, and their own, the authors formulate the main principles behind this approach, refer to the definitions given by the scholars, and

comment on these definitions. Most significantly, the paper briefly describes the application of humanitarian and mathematical modeling and shows particular cases.

Keywords: social and humanitarian systems; humanitarian and mathematical modeling; mathematical model; information and education systems; pedagogical systems; "simple" and "complex" models; "exact" and "descriptive" sciences.

Введение

Вызовы современности (одним из которых является цифровая трансформация [1] как в целом социума, так и образования, в частности) требуют поиска новых подходов исследования образовательных систем условиях цифровой трансформация образования [2–5]. В связи с этим, на наш взгляд, педагогическое проектирование и/или конструирование как основные методологические компоненты педагогической науки выходят на новый уровень своего развития и требуют новых средств и методов для моделирования образовательных процессов.

В настоящей работе обсуждается одна из центральных проблем использования математического и имитационного моделирования при исследовании социально-экономических систем, в том числе образовательных – проблема интерпретации результатов подобного моделирования.

1. Методология исследования / теоретические основы

В работе В.С. Степина [6] разработана концепция типов научной рациональности – доклассический, классический, неклассический, постнеклассический. Постнеклассическая наука представляет собой современный этап становления науки, начавшийся в 1970-х годах. Одной из основных черт нового этапа становится междисциплинарность, обслуживание утилитарных потребностей социума и экономики. Постнеклассической науке предшествовала классическая наука 18 века (основанная на механистической картине мира) и, затем, неклассическая наука конца 19 – первой половины 20 века (основанная на релятивности описания мира). Отметим, что каждому из перечисленных этапов соответствует собственные особенности использования математических моделей.

Как отмечается в работе С.А. Писаревой, А.П. Тряпицыной [7] современная методология педагогической науки отражает постнеклассический этап ее развития, особенности которого применительно к педагогическому знанию подробно охарактеризованы В.В. Краевским [8].

А.А. Дородницын [9, 10] разделял науки на «точные» и «описательные». К «точным» он относил науки, которые позволяют «предвидеть достаточно точно свойства и соотношения изучаемых объектов по некоторой частичной исходной информации о них». Описательные науки в его видении «представляют собой, по существу, перечень фактов об изучаемых объектах».

мых ими объектах и процессах, иногда не связанных между собой, чаще связанных некоторыми качественными соотношениями». При этом он отмечал, что «Все науки когда-то были описательными, включая даже математику». С точки зрения *А.А. Дородницына*, начало точного периода науки необходимо отнести к тому времени, когда математические модели достаточно полно и точно согласуются с накопленными фактами описательного периода конкретной науки.

Переходя от вопросов изучения общих социально-экономических систем к образовательным мы, в качестве одного их основных направлений развития современной педагогики, предлагаем считать исследование постнеоклассических процессов образования средствами математического моделирования, то есть постепенный переход педагогики от науки описательного типа к точному типу науки.

2. Результаты и их обсуждение

Говоря языком современной информатики, речь идет о предъявлении *онтологии* – построении формализации области знаний с помощью концептуальной схемы [11].

Развитием идей *А.А. Дородницына* можно считать работу *Ю.Н. Павловского* [12], где указанный подход назван математическо-гуманитарным моделированием, суть которого состоит в разработке простой математической модели сложного процесса и затем с использованием ее понятий и фактов анализе этого процесса гуманитарными средствами дать некоторую интерпретацию полученных аналитических (либо цифровых) результатов.

На наш взгляд, название гуманитарно-математическое моделирование было бы более правильным, поскольку процесс моделирования исходит из описательной (гуманитарной) картины реального мира, для которой строится определенная математическая модель, которой затем дается гуманитарная интерпретация.

Вернемся к идеям работы [12], в которой были высказаны определенные предположения о взаимодействии математических и гуманитарных средств изучения реального мира средствами математического моделирования. В этой статье *Ю.Н. Павловский* трактует процессы, изучаемые гуманитарными средствами, как «сложные», а процессы, изучаемые математическими средствами – как «простые». И здесь интерес представляет то, как отмечает *Ю.Н. Павловский*, что: «Развитие технологии математического моделирования приводит к «вторжению» математических средств в гуманитарные области. Имеет место и противоположный процесс: нужно «понимать», что подвергается математическому моделирова-

нию. Это взаимопроникновение математических и гуманитарных методов является формированием технологий, объединяющих математические и гуманитарные средства анализа и прогноза» [12, с. 5–6]. В качестве иллюстрации автор приводит пример, где для анализа используются одновременно как математические, так и гуманитарные средства – это модель Даунса, предназначенная для анализа выборного процесса в США.

Заметим, что социальные системы, по мнению *Ю.И. Бродского* [13–15], являются одновременно и сложными, и открытыми (меняющими со временем свой состав). Поэтому к ним может быть применен формальный математический язык, выработанный при изучении сложных открытых систем. При этом дискурс может оставаться гуманитарным по виду (язык высокого уровня), но допускать формальную математическую интерпретацию, являющуюся языком низкого уровня.

Важным примером результатов подобного моделирования является концепция устойчивого развития мирового сообщества, основанная на модели развития человеческого социума, принадлежащая Форрестеру – Медоузу [16]. На основе этой модели были сделаны выводы о будущих тенденциях истощения природных ресурсов, повышения цен на сырье, отвлечения инвестиций в ущерб другим отраслям в сельское хозяйство, падения объемов производства, сокращения количества продовольствия на одного человека.

Опираясь на идеи, изложенные ранее в наших работах [4, 5, 18–20] понятие сложных систем распространяется, в том числе, на образовательные системы, для изучения которых вводится понятие информационно-образовательной системы, прогноз поведения которых строится на гуманитарном анализе материала, полученного на основе математической модели. В этом подходе для введения понятия простая и сложная система используются подходы, основанные на методах математической логики.

Информационная самообучающаяся система (ИСС) – это сложная система, поведение которой претерпевают изменения при информационном воздействии. Освоение информации в сетевых самообучающихся системах происходит путем изменения связей между элементами и изменению количества элементов в ней.

СР-сети (самозарождения/разрушения) - ИСС, в которых освоение информации происходит путем изменения связей между элементами (нейросеть), самозарождения и разрушения элементов системы.

Относительно СР-сети можно доказать ряд математических теорем. В том числе, теорему о ее возможностях [17].

Теорема (М.И. Дехтярь, А.Я. Диковский, С.П. Расторгуев). Проблема обучения информационной самообучающейся системы построенной на

принципах СР-сети, решению любой задачи, даже при условии, что информационная емкость СР-сети (исходное количество элементов) достаточна для хранения поступающей на вход информации является алгоритмически неразрешимой.

Под социальной системой мы понимаем целостное единство, основным элементом которой являются люди, их взаимодействия, отношения и связи. Процессы, протекающие в социальных системах, можно моделировать, используя СР-сети (люди рождаются и умирают).

Предложим наше толкование теоремы о возможностях СР-сети – универсальный критерий выбора наилучшего пути развития социальной системы невозможен, необходимо учитывать не только внешние условия и направления развития общества, но и психофизиологические особенности населения и его исторические традиции.

В заключение отметим, что в предложенном подходе, анализ поведения дискретных динамических моделей сложных систем целесообразнее анализировать при помощи аппарата нейронных сетей, а также методов логического программирования. В частности, из приведенной выше теоремы следует, что задача универсального управления социальными системами (в общем случае) алгоритмически не разрешима.

Библиографические ссылки

1. Стратегия развития информационного общества в РФ на 2017–2030 гг.: утв. Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 29.11.2019).
2. Уваров А.Ю., Каракозов С.Д., Рыжова Н.И., Трансформации учебного процесса в цифровой образовательной среде: современная образовательная информатика // Информатизация образования: теория и практика. Сб. материалов Межд. науч.-практич. конф. Под общей редакцией М.П. Лапчика. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2016. С. 20–21.
3. Уваров А.Ю., Каракозов С.Д., Рыжова Н.И., Условия результативности системной трансформации учебного процесса на основе ИКТ в образовательном учреждении // Инновационные технологии в медиаобразовании: материалы II Международной научно-практической конференции. СПб.: СПбГУКиТ, 2018. С. 227–235.
4. Каракозов С.Д., Рыжова Н.И. Теория развития и практика реализации содержания обучения в области информационно-образовательных систем: моногр. М. : МПГУ, 2017. 392 с.
5. Karakozov S.D., Ryzhova N.I. Information and education system in the context of digitalization of education // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2019. 12 (9). P. 1635–1647.
6. Степин В.С. Теоретическое знание (структура, историческая эволюция) М. : 2000. 743 с.

7. Писарева С.А., Тряпицына А.П. Методологические аспекты перехода к новой организации образовательного процесса // Известия Саратовского университета. Серия: Акмеология образования. Психология развития, № 9(3), 2020. С. 281–288.
8. Краевский В. В., Бережнова Е. В. Методология педагогики: новый этап : учеб. пособие. М. : Академия, 2006. 400 с.
9. Дородницын А.А. Математика и описательные науки // Число и мысль. М.: Знание, 1982. С. 6–15.
10. Дородницын А.А. Проблемы математического моделирования в описательных науках // Кибернетика. 1983. №4. С. 6–10.
11. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Научный мир, 2010. 120 с.
12. Павловский Ю.Н. О математическом и гуманитарном // Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. 2018. Т. 33. № 1 (33). С. 5–17.
13. Бродский Ю.И. Попытка геометрической классификации этнокультурного поведения // Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. 2019. Т. 34. № 1 (34). С. 72–84.
14. Бродский Ю.И. Взгляд на устойчивость социальных систем с позиций геометрической теории поведения // Политическое пространство и социальное время: власть символов и память поколений. Сб. науч.тр. XXXVIII Международного Харакского форума (5–7 ноября 2020 г., Симферополь). В 2-х томах. Под общей редакцией Т.А. Сенюшкиной. Том. 1 - Симферополь, ООО «Изд-во Типография «Ариал», 2021. С. 64–69.
15. Бродский Ю.И., Стерлягова С.С. Моделирование возникновения и развития субкультур // Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. 2021. Т. 36. № 1 (36). С. 69–78.
16. Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Оленев Н.Н., Павловский Ю.Н. Эколого-социально-экономическая имитационная модель: гуманитарный и информационный аспекты // Информационное общество. 2001. № 6. С. 43–51.
17. Расторгуев С.П. Математические модели в информационном противоборстве Экзистенциальная математика. М.: АНО ЦСОиП, 2014. 260 с.
18. Каракозов С.Д. Математические модели образовательных систем / В сборнике: Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2020). Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 324–329.
19. Каракозов С.Д., Рыжова Н.И. Нейросетевой подход как основа теории моделирования социальных процессов (на примере исследования рекламной деятельности) // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Сборник статей Материалов V Международной научной конференции. В 2-х частях. Под общей редакцией М.В. Носкова. Красноярск, Изд-во СФУ, 2021. С. 146–151.
20. Karakozov S., Smotryaeva K., Litvinenko M., Ryzhova N., Koroleva N. Complex network models used to make decisions on optimizing regional education systems // CEUR Workshop Proceedings. 4. "IEELM-DTE 2020 - Proceedings of the 4th International Conference on Informatization of Education and E-Learning Methodology.