

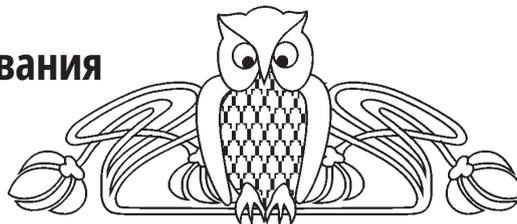


Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 345–349  
*Izvestiya of Saratov University. Philosophy. Psychology. Pedagogy*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 345–349  
<https://phpp.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7671-2022-22-3-345-349>

Научная статья  
УДК 37.01

## Принципы эволюционного моделирования в исследовании развития профессионального образования



Е. А. Максимова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Максимова Елена Александровна, доктор педагогических наук, доцент кафедры английского языка и методики его преподавания, [maksimolena@yandex.ru](mailto:maksimolena@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5677-3780>

**Аннотация. Введение.** Моделирование является неотъемлемым этапом в исследовании сложноорганизованной системы. Оно помогает выявить взаимосвязь ее элементов, понять принципы функционирования, наметить направления будущего развития. Традиционно в педагогических исследованиях используют вербальное и концептуальное моделирование: словесное выражение базовых идей и их графическое отображение. В статье предпринята попытка обосновать потенциал эволюционного моделирования к развитию образовательной системы. **Теоретический анализ.** Интерпретация терминологии классической эволюционной теории дает основание отметить наличие в системе профессионального образования аналогов биологических процессов наследственности, отбора и изменчивости. Уточнение стратегий эволюционного моделирования позволяет распространять его принципы на развитие системы профессионального образования. Показана возможность моделировать вариативный характер развития профессионального образования. Отмечено, что любой элемент системы профессионального образования может стать точкой ее роста при соответствующих условиях внешней среды. Приведены примеры негативных последствий игнорирования принципов эволюционного развития профессионального образования в пользу его форсированного стимулирования. **Заключение.** Единая концептуальная основа и наличие в образовательной системе аналогов опорных понятий, применяемых в эволюционном моделировании (ген, генотип, фенотип, пригодность, мутация, память, поколение) позволяют исследовать профессиональное образование как самоорганизующуюся систему, обладающую адаптивными механизмами.

**Ключевые слова:** модель, моделирование, профессиональное образование, развитие, эволюционная теория

**Для цитирования:** Максимова Е. А. Принципы эволюционного моделирования в исследовании развития профессионального образования // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 345–349. <https://doi.org/10.18500/1819-7671-2022-22-3-345-349>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

**Principles of the evolutionary modelling in the research of the development of professional education**

**E. A. Maksimova**

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Elena A. Maksimova, [maksimolena@yandex.ru](mailto:maksimolena@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5677-3780>

**Abstract. Introduction.** Modelling is an important step in the analysis of a complex system functioning. It allows to define how the elements of the system are joined together, how they function; and to plan the directions of their development in the future. Traditionally two types of modelling are used in pedagogical research, verbal and conceptual ones. The former is the verbal expression of the ideas; the latter is their graphical mapping. The present article is an attempt to support the principles of the evolutionary modelling in the research of the development of the system of professional education. **Theoretical analysis.** Interpretation of the terminology of the classical theory of evolution shows that there are analogues of the biological processes of heredity, selection, and variation in the system of professional education. Clarification of the strategies of evolutionary modelling allows applying its principles to the development of professional education. It is shown that there are possibilities to model variable development of professional education. It is pointed that any element of the system of professional education can become its growing point provided the favorable conditions are created. Some examples of the negative effects of ignoring the principles of evolutionary development are supplied. **Conclusion.** The conclusion is drawn that common



conceptual basis and analogues of the reference notions used in the evolutionary modelling (gen, genotype, phenotype, suitability, mutation, memory, generation) lead to research professional education as a self-organizing system bearing adaptive mechanisms.

**Keywords:** model, modelling, professional education, development, theory of evolution

**For citation:** Maksimova E. A. Principles of the evolutionary modelling in the research of the development of professional education. *Izvestiya of Saratov University. Philosophy. Psychology. Pedagogy*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 345–349 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7671-2022-22-3-345-349>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

## Введение

Разработка моделей является неотъемлемой составляющей в исследовании развития любой сложноорганизованной системы. Модель как функциональное подобие системы позволяет более эффективно ориентироваться в исследуемой системе и управлять ею [1]. Модель служит образцом опыта при переосмыслении образовательных процессов [2]. Причинно-следственные динамические связи элементов позволяют понять, как при воздействии на один из них может быть изменен весь моделируемый объект [3].

Моделирование соотносено с будущим, поскольку дает возможность прогнозировать развитие системы на основе ее сущностных признаков, специфики взаимосвязи ее элементов и их единства с внешней средой. В периоды активных преобразований востребованность в прогностических моделях возрастает ввиду их способности обозначить направления дальнейшего развития, потенциальные точки роста, выявить слабые звенья и т.д. С этой точки зрения оптимально определение модели как объекта, который: а) в достаточной для исследователя степени подобен реальному изучаемому объекту; б) адекватен целям исследования [4]. Такая формулировка позволяет сфокусироваться на элементах системы, взаимосвязь которых дает целостное представление о ее функционировании и развитии, и отказаться от иных элементов, чрезмерно усложняющих моделируемые процессы, поскольку в моделировании принцип целостности неизбежно преобладает над принципом полноты.

В педагогической теории и практике главным образом используют вербальное и концептуальное моделирование. Вербальное моделирование – это словесное выражение замысла исследования и прочих его атрибутов; концептуальное связано с формализацией вербальной модели, ее графическому или структурному отображению [5]. Полагаем, что в педагогических исследованиях не в полной мере используется потенциал эволюционного моделирования. Целью статьи является анализ основных идей эволюционного моделирования, интерпретация его терминологии, показ потенциала в исследовании проблем развития профессионального образования.

## Теоретический анализ

Эволюционный подход в исследовании образовательных систем формируется на стыке наук. Он развивается на основе классических принципов теории эволюции системы под влиянием факторов наследственности, отбора и изменчивости [6]. Несмотря на исходное отсутствие социокультурной проблематики в теории Ч. Дарвина, факторы наследственности, отбора и изменчивости есть и в социокультурных системах. В частности, наследственность прослеживается в межпоколенных традициях, нормах, в мировоззрении, в системе взаимоотношений – эти факторы имплицитны и не рефлексируются. Функция отбора – это проверка жизнеспособности унаследованных характеристик в новых реалиях. В профессиональном образовании эту функцию выполняет образовательная парадигма, очерчивающая общий контур развития системы. Изменчивость предполагает адаптацию характеристик системы к социально-экономическим, социокультурным, технологическим и иным условиям в обществе.

В соответствии с устоявшимся определением эволюционное моделирование представляет собой процесс, который: а) основан на принципах популяционной генетики; б) объединяет компьютерные методы моделирования; в) направлен на исследование поведения искусственных систем; г) использует терминологию эволюционной биологии [7].

Наиболее полно принципы эволюционного моделирования разработаны в исследованиях искусственного интеллекта, виртуального управления, развития программного обеспечения. В гуманитарных науках специальных исследований эволюционного моделирования не проводилось. Тем не менее применение термина «эволюционное моделирование» и соответствующих принципов является обоснованным.

Прежде всего, понятийный аппарат эволюционной теории адекватен развитию профессионального образования, что было отмечено выше. Кроме того, алгоритмы моделирования, основанные на общей теории систем, являются универсальными.



Можно предположить, что эволюционное моделирование, объединяя компьютерные методы моделирования, требует специального программного обеспечения и маловероятно получит широкое распространение по этой причине. Однако заметим, что из основных методов эволюционного моделирования (эволюционные стратегии, эволюционное программирование, генетические алгоритмы и генетическое программирование) разработка эволюционных стратегий изначально не предполагала применение компьютеров. Несомненно, создание алгоритмов и программ невозможно без надлежащего программного обеспечения [8]. Вместе с тем для разработки стратегии достаточно ее вербализации и концептуализации.

С учетом проведенного теоретического анализа можно заключить, что в развитии профессионального образования эволюционное моделирование представляет собой прикладное исследование, в котором механизм его развития объясняется характеристиками эволюционных процессов.

### Результаты и их обсуждение

Одним из ключевых принципов эволюционного моделирования является вероятностный характер прогнозируемых процессов. Иными словами, будущее состояние системы зависит от условий внешней среды в большей степени, чем от ее исходного состояния. Обоснованные положения, в соответствии с которыми при определенных условиях каждый элемент системы может стать точкой ее роста [9], актуализируют именно вариативный и вероятностный прогноз.

Привлекательна идея сведения эволюции целостной системы к процессу эволюции ее элементов [10]. Нет ли в этом противоречия ключевому признаку системы – ее эмерджентности, несводимости целого к сумме составляющих? При первом приближении такое разложение единого процесса на совокупность составляющих и их последующее объединение как раз представляется отходом от принципа целостности. Однако в соответствии с гипотезой единства состояний и взаимодействий [11, 12] сложное поведение является совместной реализацией простых актов взаимодействия, поэтому весь процесс существования системы – наследование ее характеристик, адаптация под условия внешней среды и усложнение структуры – осуществляется синхронно, составляющие его процессы взаимообусловлены. Такой подход становится более убедительным при сопоставлении терминологии и позволяет исследовать развитие профессионального образования в новом свете.

Отдельное внимание следует уделить вопросу терминологии. Исследователи, занимающиеся эволюционным моделированием, используют терминологию, характерную для популяционной генетики (генотип, фенотип, пригодность, поколение, мутация, память). Мы провели семантический анализ опорных терминов, который показал, что в педагогических исследованиях широко используются общегуманитарные аналоги специфической терминологии, которые понятны без дополнительных разъяснений. Так, например, «генотип» как исходная позиция для развития, начало, базовые характеристики, в сфере образования представлен совокупностью характеристик (базовых форм организации, технологий, содержания образования, специфики взаимодействия субъектов и т.д.), сохраненных в системе с предыдущего уровня ее развития. Фенотип как множество потенциальных решений задачи [8] в контексте развития образования является совокупностью его характеристик, приобретенных в процессе взаимодействия с внешней средой и в соответствии с собственной логикой развития, независимо от исходных характеристик (новые организационные формы, инновационные технологии и т.д.). Аналогом поколения в нашем представлении выступает период доминирования образовательной парадигмы, для которой характеристики системы являются оптимальными. Поэтому смена парадигмы – это не полный отказ от нее, а сужение области ее применения, необходимое обновление характеристик.

По мнению ряда исследователей, основополагающей категорией в моделировании выступает память. А. В. Суховерхов подчеркивает значимость именно памяти среди прочих факторов моделирования, поскольку она служит условием воспроизводства системы, ее адаптации к внешней среде на основе прошлого опыта и одновременно обеспечивает ее актуальное существование [13]. В. Э. Карпов сближает понятия «память» и «способность к самообучению»: моделирование системы без учета ее способности к самообучению, без учета памяти является отрывом от сущности эволюционной методологии [14]. Полагаем, в этом свете становится ясно, что абсолютно бесполезных реформ («проб» в терминологии эволюционного моделирования) не бывает, так как в системе вырабатываются механизмы, позволяющие сокращать число ошибок в будущем. Например, реформы конца XX – начала XXI в. показали, что ориентация на скорый экономический результат, на рентабельность, на решение социально-политических задач не



соответствует имманентной сущности профессионального образования – наращиванию потенциала будущих специалистов.

В ряду случайных проб и вариантов следует упомянуть о таком эволюционном феномене, как мутация. Согласно биологическому определению мутация представляет собой внезапное стойкое изменение исходных характеристик организма [15]. На наш взгляд, общегуманитарным аналогом данного определения, который распространен в проблемном поле педагогических исследований, является необоснованное изменение. Оно может возникать при форсированном внешнем воздействии на систему, для достижения экономических или политических целей. Например, в 1920-х гг. необоснованно резко менялись организационные элементы профессионального образования: как базовые формы организации, их территориальное распределение, так и формы организации непосредственно учебного процесса. Параллелизм подготовки, снижение академического статуса учебных заведений, резкая смена контингента и т.д. шли вразрез с внутренней логикой развития системы, которая состоит в том, что элемент системы может стать точкой ее роста только в том случае, когда в нем объективно (а не форсированно) накопятся противоречия, делающие дальнейшую адаптацию к внешней среде невозможной.

### Заключение

Проведенный анализ подтвердил допустимость распространения принципов эволюционного моделирования на исследование процесса развития профессионального образования, поскольку опорные термины эволюционного моделирования (ген, генотип, фенотип, пригодность, мутация, память, поколение) имеют аналоги в профессиональном образовании. Потенциал эволюционного моделирования образовательных процессов заключается в возможности учета в процессе моделирования не только факторов отбора наиболее сильных характеристик системы, обеспечивающих ее адаптивность, но и потенциально негативное влияние внешней среды, составленной совокупностью социально-экономических, социокультурных, технологических и прочих условий в обществе, которые могут препятствовать прогрессивному развитию профессионального образования. Единая концептуальная основа позволяет применять методы эволюционного моделирования к образовательной системе и исследовать ее как самоорганизующуюся, обладающую адаптивными механизмами.

### Список литературы

1. Назаретян А. П. Нелинейное будущее и проблема жизненных смыслов // Историческая психология и социология истории. 2012. Т. 5, № 2. С. 148–180.
2. Крылова Н. Б. Контексты как отражения условий и смыслов // Новые ценности образования : Контексты и подтексты образования. 2006. Вып. 5–6 (28–29). С. 70–84.
3. Уемов А. И. Логические основы моделирования. М. : Мысль, 1971. 312 с.
4. Могилевский В. Д. Методология систем : вербальный подход. М. : ОАО «Издательство «Экономика», 1999. 251 с.
5. Солодова Е. А. Новые модели в системе образования : Синергетический подход. М. : Книжный дом «Либроком», 2016. 344 с.
6. Дарвин Ч. Происхождение видов. М. : АСТ, 2017. 672 с.
7. Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Теория и практика эволюционного моделирования. М. : Физматлит, 2003. 432 с.
8. Аверченков В. И., Казаков П. В. Эволюционное моделирование и его применение. Брянск : Издательство БГТУ, 2009. 200 с.
9. Максимова Е. А. Закономерности эволюционных преобразований системы профессионального образования // Научное обозрение : гуманитарные исследования. 2016. № 4. С. 17–25.
10. Цетлин М. Л. Исследования по теории автоматов и моделирование биологических систем. М. : Наука, 1969. 316 с.
11. Букатова И. Л. Эволюционное моделирование и его приложения. М. : Наука, 1979. 232 с.
12. Fogel L. J. Intelligence Through Simulated Evolution: Forty Years of Evolutionary Programming Wiley-Interscience. New York, 1999. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/317034> (дата обращения: 16.06.2022).
13. Суховерхов А. В. Общая теория биологической и социальной памяти : семиотический и процессуальный подходы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 74. С. 638–654.
14. Карнов В. Э. Эволюционное моделирование. Проблемы формы и содержания // Новости искусственного интеллекта. 2003. № 5. С. 35–46.
15. Бурцев М. С. Исследование новых типов самоорганизации и возникновения поведенческих стратегий : дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 2005. 120 с.

### Reference

1. Nazaretyan A. P. Non-linear future and problem of the sense of life. *Istoricheskaya psikhologiya i sotsiologiya istorii* [Historical Psychology and Sociology of History], 2012, vol. 5, no. 2, pp. 148–180 (in Russian).



2. Krylova N. B. Contexts as a reflection of condition and senses. *Novye tsenosti obrazovaniya: Konteksty i podteksty obrazovaniya* [New Values in Education: Contexts and Hidden Curriculum], 2006, iss. 5–6 (28–29), pp. 70–84 (in Russian).
3. Uyemov A. I. *Logicheskie osnovy modelirovaniya* [Logical Basis of Modelling]. Moscow, Mysl' Publ., 1971. 312 p. (in Russian).
4. Mogilevskiy V. D. *Metodologiya system: verbalny podhod* [Methodology of the System: Verbal Approach]. Moscow, OAO Izdatel'stvo "Ekonomika", 1999. 251 p. (in Russian).
5. Solodova E. A. *Novye modeli v sisteme obrazovaniya* [New Models in the System of Education: Synergetic Approach]. Moscow, Knizhnyy dom "Librokom" Publ., 2016. 344 p. (in Russian).
6. Darwin Ch. *Proishozhdenie vidov* [The Origin of Species]. Moscow, AST Publ., 2017. 672 p. (in Russian).
7. Emelyanov V. V., Kureychik V. V., Kureychik V. M. *Teoriya i praktika evolyucionnogo modelirovaniya* [Theory and Practice of the Evolutionary Modelling]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2003. 432 p. (in Russian).
8. Averchenkov V. I., Kazakov P. V. *Evolucionnoe modelirovanie i ego primenenie* [Evolutionary Modelling and Its Application]. Bryansk, BGTU Publ., 2009. 200 p. (in Russian).
9. Maksimova E. A. Patterns of Evolutionary Transformations of the system of professional Education. *Nauchnoye obozreniye: gumanitarnye issledovaniya* [Scientific Review: Humanitarian Research], 2016, no. 4, pp. 17–25 (in Russian).
10. Tsetlin M. L. *Issledovaniya po teorii avtomatov i modelirovanie biologicheskikh sistem* [Research in the Theory of Automatic Machines and Modelling of Biological Systems]. Moscow, Nauka Publ., 1969. 316 p. (in Russian).
11. Bukatova I. L. *Evolucionnoe modelirovanie i ego prilozheniya* [Evolutionary Modelling and Its Application]. Moscow, Nauka Publ., 1979. 232 p. (in Russian).
12. Fogel L. J. *Intelligence Through Simulated Evolution: Forty Years of Evolutionary Programming* Wiley-Interscience. New York, 1999. Available at: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/317034> (accessed 16 June 2022).
13. Sukhoverkhov A. V. General History of the Biological and Social Memory: Semiotic and Process Approach. *Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Politechnical net Journal of Kuban State Agricultural University], 2011, no. 74, pp. 638–654 (in Russian).
14. Karpov V. E. Evolutionary modelling: Problems of the form and Content. *Novosti iskusstvennogo intellekta* [News of the Artificial Intelligence], 2003, no. 5, pp. 35–46 (in Russian).
15. Burtsev M. S. *Research of the new types of self-organization and appearing strategies of Behavior*. Diss. Cand. Sci. (Phys.). Moscow, 2005. 120 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 20.06.2022; одобрена после рецензирования 21.06.2022; принята к публикации 22.06.2022  
The article was submitted 20.06.2022; approved after reviewing 21.06.2022; accepted for publication 22.06.2022