

УДК 37.012.4

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Киселева О. М., Тимофеева Н. М., Быков А. А.

*ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет», Смоленск, Россия (214000, Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: fizmat@smolgu.ru*

Проведен анализ использования методов математического моделирования в педагогических исследованиях. Уточнено определение математического моделирования в педагогике, исходя из особенностей предметной области. Выделены основные этапы становления методов математического моделирования в соответствии с потребностью автоматизации педагогического процесса. На основе существующих классификаций в психологии и экономике предложена классификация применяемых в педагогических исследованиях методов математического моделирования. А также выделены области представления педагогического объекта методами математического моделирования. Описаны функции математических моделей в образовательном процессе: описательная, управленческая, исследовательская, интерпретационная, прогностическая. Обобщен алгоритм применения отдельных методов математического моделирования в обучении: 1) построение модели элементов образовательного процесса; 2) экспериментирование с моделью; 3) интерпретация результатов на языке педагогики. Представленные материалы демонстрирует эффективность применения методов математического моделирования в образовательном процессе.

Ключевые слова: математическое моделирование, математические методы в педагогике.

## THE FORMALIZATION OF ELEMENTS OF THE EDUCATIONAL PROCESS ON THE BASIS OF MATHEMATICAL METHODS

Kiseleva O. M., Timopheeva N. M., Bykov A. A.

*Smolensk State University, Smolensk, Russia (4 Przhevalsky St., Smolensk, 214000), e-mail: fizmat@smolgu.ru*

We analyzed how mathematical modeling methods are used in pedagogical research, clarified the definition of mathematical modeling in pedagogy, main stages of formation of mathematical modeling methods in accordance with the requirements of automatization of the educational process. On the basis of the existing classifications in psychology and economics offered the classification used in pedagogical research of mathematical modeling methods. And also highlighted areas of pedagogical representations of the object by means of mathematical modeling. Functions of mathematical models in the educational process are described: descriptive, management, research, interpretational, prognostic. We generalized the algorithm by which methods of mathematical modeling are applied in education: 1) construction of models of elements of the educational process; 2) experimentation with the model; 3) interpretation of results the language of pedagogy. That demonstrates the effectiveness of applying of mathematical modeling methods in the educational process.

Key words: mathematical modeling method, mathematical methods in pedagogy.

### Введение

В современной отечественной педагогике реализация целей, смыслов и ценностей образования связана, прежде всего, с необходимой их корреляцией с человеком, миром чувств и отношений, его культурой, экологией, моралью, творчеством. Это привело к появлению новой педагогической парадигмы — гуманистической. Вместе с тем гуманитарный характер педагогических теорий, в отличие от математических, не в полной мере способен обеспечить точность характеристик образовательного процесса. Применение математических методов к элементам процесса обучения увеличивает требования к однозначности педагогических понятий и придает педагогической науке строгость, которая ей так необходима. Поэтому, на наш взгляд, в педагогике необходима система интеграции

математических методов с современными гуманитарно-ориентированными педагогическими методиками и технологиями.

Среди различных математических методов, которые могут быть использованы для формализации процесса обучения, особую роль играет математическое моделирование, поскольку оно позволяет точно фиксировать структурные изменения любой системы и отражать их в количественной форме. *Математические модели* необходимы для анализа эффективности функционирования образовательных систем, прогнозирования и проектирования их развития. Обращение же к моделям, отражающим закономерности процесса обучения, позволяет управлять познавательной деятельностью учащихся, учитывая меру влияния различных факторов, определяющих её успешность.

На актуальность проблемы применения математических методов в педагогической науке указывали многие учёные, которые занимались вопросами методологии педагогики (В. И. Загвязинский, Л. Б. Ительсон, В. В. Краевский и др.).

Примеры различных математических моделей можно найти в работах педагогов: В. М. Блинова, В. И. Загвязинского, Л. Б. Ительсона и др.

В настоящее время представлен достаточно обширный математический аппарат для моделирования педагогических объектов (семантические сети, алгебраические методы и др.). Однако в процессе обучения методы математического моделирования не нашли адекватного своей значимости применения, несмотря на то, что суть процесса познания неразрывно связана с моделированием. Это связано с тем, что в основе обучения лежит построение образа изучаемого объекта в психике обучаемого, фиксирующего его основные свойства и отношения. Во многих случаях подобное фиксирование удобнее выполнять в математической форме.

Хотя в области представления педагогического объекта методами математического моделирования имеется достаточное количество работ, общей теории применения этих методов в педагогике разработано не было и возможности этого средства в обучении остаются до сих пор недостаточно раскрытыми.

Цель исследования: анализ возможностей формализации элементов образовательного процесса на основе математических методов.

Для получения представленных результатов авторами был использован комплекс методов теоретического и эмпирического характера с учетом специфики каждого этапа исследовательской работы:

- теоретический анализ научной литературы по теме исследования;
- изучение передового педагогического опыта;
- диагностические методы.

В современных условиях развития педагогической науки педагог должен не только хорошо разбираться в существующих методах и средствах исследования, но и уметь применять их на практике.

Рассмотрим круг проблем, связанных с общими вопросами применения методов математического моделирования для формализации процесса обучения. Под *математическим моделированием в педагогике* будем понимать научный метод количественного и структурного исследования и описания свойств и закономерностей педагогических явлений и процессов с помощью математических моделей.

*Математическая модель* – это совокупность записанных на языке математики соотношений (формул, неравенств, уравнений, логических соотношений), определяющих характеристики состояния объекта в зависимости от его элементов, свойств, параметров, внешних воздействий.

Математическое моделирование представляет собой многофункциональное дидактическое средство, объективное в силу использования математических моделей в качестве математической основы.

В процессе развития подходов к применению методов математического моделирования в педагогике можно выделить следующие *этапы становления методов математического моделирования* в соответствии с потребностью автоматизации педагогического процесса: 1) появление в педагогике; 2) разработка отдельных методов и направлений; 3) осмысление и обобщение возможностей математического моделирования в педагогической науке.

Взяв за основу классификации, используемые экономикой и психологией, получаем следующие *классификации* моделей, применяемых в педагогических исследованиях:

1. В соответствии с общей классификацией математических моделей:

- 1) структурные (неметрические);
- 2) функциональные (метрические);
- 3) структурно-функциональные (смешанные).

2. По целевому назначению:

- 1) теоретико-аналитические (общенаучные);
- 2) прикладные (специальные).

3. По степени идеализации:

- 1) дескриптивные;
- 2) нормативные.

В образовательном процессе математические модели способны выполнять разнообразные функции: описательную, управленческую, исследовательскую, интерпретационную, прогностическую и др.

1. Описательная функция предполагает рассмотрение педагогического объекта в виде математической модели с тем, чтобы выделить в нем существенные свойства и отношения, отражающие его главное содержание. Поскольку это содержание подлежит дальнейшему анализу, то математическое моделирование педагогического объекта с целью его структурно-количественного анализа помогает понять, как устроен педагогический объект, какова его структура, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром. Важно показать, какую роль играет математическая модель для исследования конкретной темы, предупреждая от отождествления оригинала и его модели.

2. Управленческая функция математических моделей предполагает, что зафиксированные в них закономерности процесса обучения могут служить ориентиром для принятия педагогом научно обоснованных решений по его совершенствованию.

3. Исследовательская функция математических моделей означает, что они выступают в роли предмета или средства исследования. Наиболее ярко эта роль проявляется в результате постановки педагогического эксперимента. Однако и в повседневной профессиональной деятельности такие модели составляют дидактический арсенал учителя, поскольку он распределяет время для разных этапов урока, оценивает сложность учебного материала, ориентируясь на определенные критерии, и т.д. В результате педагог строит модели взаимосвязи параметров процесса обучения, опираясь на накопленный опыт преподавания.

4. Интерпретационная (объяснение, обобщение и исчерпывающее описание). Обычно акцент делается на объяснение, но не менее важно, что математическая модель позволяет в сжатой форме общего закона описать множество частных случаев, которые могут быть выведены из нее логически и не требуют специального описания. Функция обобщения большого числа данных с наибольшей убедительностью выступает на заключительных этапах педагогического исследования, когда жизнеспособность математической модели уже доказана многочисленными педагогическими экспериментами.

5. Математические модели выполняют также прогностическую функцию, так как зафиксированные в них количественные или структурные соотношения открывают возможности планирования педагогической деятельности, построения перспектив развития педагогической системы с учетом условий, для которых построена математическая модель. Реализация прогностической функции конкретной математической модели связана с экстраполяцией тенденций на основе статистических критериев с использованием различных методов прогнозирования.

Проведенный анализ существующих работ как по истории математического моделирования, так и по отдельным направлениям применения методов математического

моделирования в педагогике (работы Б. Битинаса, Дж. Гласса, Л. Б. Ительсона, К. А. Краснянской, В. И. Михеева, Г. В. Суходольского, В. С. Черепанова, В. Я. Якунина и др.) позволил выявить основные области использования методов математического моделирования для формализации элементов образовательного процесса и уделить особое внимание специфике математических моделей каждого из выделенных классов и особенностям его использования [2].

Представленная характеристика методов математического моделирования дает возможность некоторого педагогического обобщения областей их применения в образовательном процессе. Результаты представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

*Области применения методов математического моделирования в педагогике*

Методы математического моделирования	Область применения
Вероятностные методы	Конкретные свойства и связи отдельных педагогических явлений, которым неоднозначность педагогических процессов придает случайный (вероятностный) характер
Графовые методы	Педагогические объекты, которые обладают структурой (в такой форме можно моделировать и внешний вид, и поведение педагогического объекта)
Алгебраические методы	Педагогические процессы, в которых необходима формализация больших объемов информации
Методы линейного программирования	Применимы в тех случаях, когда можно однозначно количественно определить (оценить) результаты любого из выбранных решений
Методы теории игр	Педагогические процессы, в которых каждое выбранное действие может дать в разных случаях разные результаты с известной вероятностью

Обобщенный алгоритм применения отдельных методов математического моделирования в обучении включает следующие этапы: 1) построение модели элементов образовательного процесса; 2) экспериментирование с моделью; 3) интерпретация полученных результатов на языке дидактики и установление соответствия вывода о свойствах модели высказыванию о свойствах объекта.

На основе общих этапов математического моделирования возможно рассмотрение круга проблем, связанных с формализацией предметной области педагогики, которая является необходимой предпосылкой создания систем автоматизированного проектирования. В рамках графового моделирования были разработаны подходы к организации элементов исследовательской деятельности педагогов: алгоритмы исследования задачника на полноту, разработки учебных пособий справочного характера, построения модели обучения по

различным учебным пособиям и модели учебного словаря [5, 6], а также комплекс алгоритмов, связанных с построением траектории обучения группы [3, 4]. Все вышеперечисленные алгоритмы универсальны, т.е. не зависят от того, с какой предметной областью работает педагог, это следует из универсальности моделей, на основе которых они построены.

Таким образом, обобщение исторического опыта и выделение этапов использования методов математического моделирования в педагогических науках, выявление основных областей использования методов математического моделирования в обучении, обобщение и систематизация классификации применяемых в педагогике методов математического моделирования, описание функций математических моделей в образовательном процессе демонстрируют эффективность применения методов математического моделирования в образовательном процессе, обогащают теоретическое содержание исследований в области организации образовательного процесса и показывают дальнейшие перспективы в решении обозначенной проблемы.

В настоящее время результаты, представленные в статье, успешно используются авторами в работе со студентами 4, 5 курсов специальностей «Математика и информатика», «Информатика и английский язык», «Физика и информатика» при изучении дисциплин «Теория и методика обучения информатике» и «Современные методы обучения» физико-математического факультета Смоленского государственного университета.

#### **Список литературы**

1. Быков А. А. Техническая культура как одна из базовых составляющих педагогической культуры будущего учителя /А. А. Быков // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Челябинск, 2007. 9. С. 27 -38.
2. Киселева М. П. Информатика и новые информационные технологии в системе подготовки будущего учителя / М. П. Киселева // Педагогическая информатика. 2008. № 2. С. 36-40.
3. Киселева О. М. Применение методов математического моделирования в педагогике / О. М. Киселева, Г. Е. Сенькина // Вестник Поморского университета. 2007. № 3. С. 32 -36.
4. Киселева О. М. Применение методов математического моделирования в обучении: Дисс. ... канд. пед. наук. – Смоленск, 2007. – С. 181.
5. Тимофеева Н. М. Попытка формализации педагогической науки путем систематизации её терминосистемы / Н. М. Тимофеева // Информатика и образование. – 2008. № 4. – С.105-107.
6. Тимофеева Н. М. Проектирование учебных словарей по педагогическим дисциплинам: Дисс. ... канд. пед. наук. – Смоленск, 2004. – С. 215.

#### **Рецензенты:**

Сенькина Г. Е., д.п.н., профессор, зав. кафедрой методики обучения математике, физике и информатике, ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск.  
Боровикова Т. В., доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой управления, ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск.