



## Использование математических методов для формализации элементов образовательного процесса

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, связанные с математизацией научных дисциплин, универсальностью математических методов, возможностью применения математических моделей в педагогике.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, математические методы в педагогике, методы обучения в педагогике, графовые модели.

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 [1], Л. Б. Ительсон [2], В. В. Краевский [3] и др.).

Примеры различных математических моделей можно найти в работах педагогов В. М. Блинова [4], В. И. Загвязинского [5], Л. Б. Ительсона [6], Н. М. Тимофеевой [7, 8] 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.

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: появление в педагогике; разработка отдельных методов и направлений; осмысление и обобщение возможностей математического моделирования в педагогической науке.

Взяв за основу классификации, используемые экономикой и психологией, можно выделить классификации применяемых в педагогических исследованиях методов математического моделирования. В результате получены следующие *классификации моделей* (рис. 1).



Рис. 1. Классификации математических моделей

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.) [7] 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.

Представленная характеристика методов математического моделирования дает возможность некоторого педагогического обобщения областей их применения в образовательном процессе. Результаты представлены в таблице (табл. 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 [9, 10], а также комплекс алгоритмов, связанных с построением траектории обучения группы [11, 12]. 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.

Разработанные подходы к организации элементов образовательного процесса с использованием методов математического моделирования явились эффективными и реализуемыми в автоматизированных системах, демонстрацией этого явилась программа «Траектория обучения», основанная на комплексе алгоритмов, связанных с построением траектории обучения группы.

Программа «Траектория обучения» используется разработанной нами системой обучения применению методов математического моделирования в педагогике. Данная система активно использует широкий круг методов математического моделирования, современные методы обучения, автоматизированные системы, к числу которых относится программа «Траектория группы».



Подготовленность педагогов к применению методов математического моделирования в педагогике имеет покомпонентную структуру. Необходимыми и достаточными структурными элементами подготовленности педагогов к применению методов математического моделирования в педагогике являются следующие компоненты: содержательный (теоретический); операционный; мотивационный.

Обучение педагогов применению методов математического моделирования в педагогике реализуется через три этапа: начальный (ретроспективно-диагностический, проектировочно-установочный периоды), основной (дискрептивно-диагностический период) и итоговый (контрольно-нормативный период). Выделенные этапы обучения педагогов исследуемому качеству соответствуют этапам педагогической деятельности и имеют конкретные цели, содержание, специфические формы, методы, средства работы (табл. 2).

Таблица 2

## Подготовленность педагогов к применению методов математического моделирования в педагогике

Цели	Содержание	Формы работы	Средства, методы и приемы
<b>НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП</b> <b>РЕТРОСПЕКТИВНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД</b>			
1. Выявление индивидуальной степени подготовленности педагогов к применению методов математического моделирования в педагогике. 2. Установление наличного состояния умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике в сравнении с прошлым	1. Определение степени овладения методами математического моделирования в педагогике. 2. Установление исходного уровня развития навыков подготовленности педагогов к применению методов математического моделирования в педагогике. 3. Выявление степени подготовленности педагогов к применению методов математического моделирования в педагогике. 4. Анализ государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по соответствующей специальности, позволяющий получить представления о развитии умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике в прошлом. 5. Построение ретроспективной индивидуально-личностной модели развития умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике	1. Проведение контрольных работ. 2. Анкетирование. 3. Беседа	Таблица-матрица общей нормативной модели развития умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике



Продолжение таблицы 2

Цели	Содержание	Формы работы	Средства, методы и приемы
<b>ПРОЕКТИРОВОЧНО-УСТАНОВОЧНЫЙ ПЕРИОД</b>			
1. Постановка и конкретизация целей развития умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике. 2. Проектирование путей достижения поставленных целей. 3. Создание программы саморазвития педагогов. 4. Построение траектории обучения группы и траектории выравнивания знаний каждого педагога до уровня знаний группы	1. Построение нормативной индивидуально-личностной модели развития умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике на основе общей модели. 2. Выявление противоречий и закономерностей индивидуального развития в сравнении с общей нормативной моделью	1. Беседа. 2. Консультация	1. Таблица-матрица общей нормативной модели развития умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике. 2. Программа «Траектория обучения»
<b>ОСНОВНОЙ ЭТАП ДИСКРЕПТИВНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД</b>			
1. Реализация составленной программы саморазвития каждым обучающимся. 2. Осознанное формирование умений и навыков применения методов математического моделирования в педагогике	Обучение умениям и навыкам применения методов математического моделирования в педагогике, их развитие и совершенствование	1. Занятия курса «Методы математического моделирования в педагогике». 2. Групповые и индивидуальные проекты	1. Программа фрагмента дисциплины «Методология психолого-педагогических исследований» (магистерская программа 540204 «Информатика в образовании») 2. Методическая разработка «Применение методов математического моделирования в педагогике» [13]. 3. Монография «Методы математического моделирования в обучении» [14]. 4. Программы «Траектория обучения» (автор О. М. Киселева и др.)
<b>ИТОГОВЫЙ ЭТАП КОНТРОЛЬНО-НОРМАТИВНЫЙ ПЕРИОД</b>			
1. Оценка степени реализации программы развития и саморазвития педагогов. 2. Коррекция с учётом общей нормативной модели	1. Проведение контрольной работы. 2. Оценка учебных достижений педагогов	1. Анкетирование. 2. Тестирование. 3. Коллективный и индивидуальный анализ проектов	Различные методы контроля учебных достижений



Результаты внедрения системы обучения применению методов математического моделирования в педагогике показывают положительную динамику развития умения использовать методы математического моделирования в педагогике и, как следствие, повышение эффективности применения знаний в данной области.

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

## Ссылки на источники

1. Загвязинский В. И. Проектирование региональных образовательных систем // Педагогика. – 1999. – № 5. – С. 8–13.
2. Ительсон Л. Б. Математические и кибернетические методы в педагогике. – М.: Просвещение, 1964. – 248 с.
3. Краевский В. В. Научное исследование в педагогике и современность // Педагогика. – 2005. – № 2. – С. 13–20.
4. Блинов В. М. Эффективность обучения (методологический анализ определения этой категории в дидактике). – М.: Просвещение, 1976. – 192 с.
5. Загвязинский В. И. Указ. соч.
6. Ительсон Л. Б. Указ. соч.
7. Тимофеева Н. М. Проектирование учебных словарей по педагогическим дисциплинам. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2010. – 118 с.
8. Тимофеева Н. М. Попытка формализации педагогической науки путем систематизации её терминосистемы // Информатика и образование. – 2008. – № 4. – С. 105–107.
9. Тимофеева Н. М. Проектирование учебных словарей по педагогическим дисциплинам: дисс. ... канд. пед. наук. – Смоленск, 2004. – 215 с.
10. Тимофеева Н. М. Концепция проектирования словаря по обучению математике // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 5. – Вып. 4. – 2006. – URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-12-html/timopheeva/timopheeva.htm>.
11. Киселева О. М. Применение математических моделей в педагогике. Обучение в группе // Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 5. – Вып. 4. – 2006. – URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-12-html/kiseleva/kiseleva.htm>.
12. Тимофеева Н. М., Киселева О. М. Моделирование и формализация системы понятий педагогической науки // Осенние научные чтения 2010: сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции. – Киев, 2010. – С. 76–82.
13. Киселева О. М. Применение методов математического моделирования в педагогических исследованиях: учебно-методическое пособие. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2007. – 52 с.
14. Киселева О. М., Сенькина Г. Е., Емельченков Е. П. Методы математического моделирования в обучении: монография. – Смоленск: Смол. гос ун-т, 2007. – 112 с.

**Kiseleva Olga,**

*Ph.D., assistant professor of information technology, Smolensk State University, Smolensk*

[Foxy003@yandex.ru](mailto:Foxy003@yandex.ru)

## The use of mathematical methods for formalization of elements of the educational process

**Abstract.** The points under discussion are connected with the process of mathematizing scientific disciplines, universal nature of mathematical methods, opportunities for using mathematical models in Pedagogy.

**Keywords:** mathematical modeling, mathematical methods in Pedagogy, methods of teaching in Pedagogy, graph model.

ISSN 2304-120X



9 772304 11201351

## Рекомендовано к публикации:

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»