

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОСТРОЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ НАУЧНО- ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ: АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Макарова Л.Н.*

Россия, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина  
mako20@inbox.ru

Одним из активно развивающихся направлений реформирования системы современного высшего образования является ориентация на индивидуализацию подготовки научно-педагогических кадров, как важного условия для формирования конкурентоспособной специалиста. Причина актуализации данной проблемы связана с поиском эффективных способов построения индивидуальных образовательных траекторий аспирантов и преподавателей вуза, одним из которых и является математическое моделирование.

К сожалению, когда речь идет о математических методах в педагогике и психологии, как правило, подразумевается лишь применение стандартных математических (статистических) методов для анализа и обработки результатов эксперимента и для установки простейших количественных закономерностей и связей ((Дж. Гласс, М.И. Грабарь, Н.Ф. Джужа, К. Иберла, Л.Б. Ительсон, В.П. Мизинцев, В.И. Михеев, Е.В. Сидоренко, Г.В. Суходольский и др.). Основоположник отечественной *математической психологии* В.Ю.Крылов считает, что подобная особенность характерна лишь для первой ступени развития науки, которая совпадает с этапом зарождения науки, ее вычлениением как самостоятельной дисциплины, сбором и систематизацией экспериментальных данных. Например, для психологии это 60 – 70-е года XIX века: развитие теории измерений в психологии и математических моделей представления и анализа данных (факторный анализ, многомерное шкалирование и др.)

Второй этап (с 50-х годов XX века) подразумевает построение математических моделей некоторых психических явлений и процессов, используя, как правило, готовый математический аппарат: аппарат марковских случайных процессов для моделирования процессов обучаемости (модели Аткинсона, Бауэра, Буша, Мостеллера, Одли, Спенса, Эстеса); методы теории автоматического регулирования для моделирования поведения человека в ситуации вероятностного выбора (В.Ю. Крылов, Д. Люс, М.Л. Цетлин); методы теории игр – для описания коллективного поведения (Т.Н. Савченко), геометрическая модель описания векторов движения субъекта в особом целостном психологическом поле (К. Левин), модель рефлексивного поведения человека (В.А. Лефевр) и т.п.

Однако на этом этапе, наряду с получением существенных результатов в описании и моделировании психических процессов и особенностей человеческого поведения, обнаружилась и ограниченность возможностей применения «чужого» аппарата, разработанного для других наук, имеющих гораздо более простой предмет исследования, чем психология или педагогика [1].

В.Ю. Крылов считает, что сейчас в психологии идет третий этап – создание собственного специализированного математического аппарата для исследования и моделирования психических процессов и функций. Это связано с началом обобщения и синтеза теоретических представлений психологической науки, с развитием системного и синергетического подходов в психологии и созданием основ теоретической психологии: «описание тех или иных психологических явлений при помощи математических методов является не только средством обработки данных наблюдения и эксперимента, но также мощным средством их обобщения, а, следовательно, и построения психологической теории».

Развитие синергетики и нелинейной динамики продемонстрировало новое видение единства мира, заключающееся в том, что существует очень небольшое число различных *сценариев самоорганизации* и переходов порядок – хаос в нелинейных открытых диссипативных системах, которые возникают практически везде при моделировании явлений, свя-

занных с живой природой или социумом и являющимися основными объектами мягкого моделирования [2].

Это обусловлено, в первую очередь, тем, что в процессе самоорганизации происходит выделение, так называемых, *параметров порядка* – ведущих переменных, которые определяют динамику всех остальных величин, характеризующих описываемый объект, и поведение многомерных, а часто и бесконечномерных, систем можно представить как поведение системы, описываемой малым числом переменных, – базовой моделью (Г. Николлис, И. Пригожин, Г. Хакен). По мнению Н.А. Митина такой подход позволяет надеяться на то, что возможно успешное моделирование сложнейших процессов, изучаемых науками о человеке, в частности педагогикой и психологией.

В русле синергетического подхода выполнен ряд теоретических исследований, результаты которых обязательны при использовании метода математического моделирования в педагогике и психологии: Г.Г. Малинецкий, Н.А. Митин, И.Н. Трофимова и А.Б. Потапов провели структурный анализ индивидуальных различий и построение динамических моделей, они же разработали математическое моделирование системы высшего образования. В Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша разработана макромодель высшего образования (С.П. Курдюмов, С.П. Капица).

Роль математизации психолого-педагогического знания заключается в развитии логической структуры психолого-педагогических теорий «от описательных к гипотетико-дедуктивным и далее к аксиоматизированным содержательным» (В.Ю. Крылов). Однако этому мешают существенные методологические проблемы, связанные с неоднозначностью понятийного аппарата педагогики. Как следствие, область действия математики в педагогике ограничена, в основном, анализом простейших ситуаций – различными видами статистической обработки данных, несложными моделями обучения, управления и т.д. Сложные педагогические явления, процессы, связанные с появлением у целого свойств, которыми не обладает ни одна из частей, с трудом поддаются математическому анализу. Поэтому вопрос о степени математизации и об адекватном математическом аппарате необходимо решать отдельно, применительно к каждой психолого-педагогической проблеме, исходя из внутренних потребностей и логики ее развития.

Особое значение в этом контексте приобретает метод математического моделирования в педагогике и психологии. Под теоретической моделью какого-либо явления понимается, как известно, его приближенное описание, данное на каком-либо формальном языке, отражающее изучаемые стороны явления настолько, что исследование модели может дать о нем новые знания (А.И. Уемов, Л.М.Фридман). То есть модель – это копия реального объекта исследования, воспроизводящая наиболее существенные его характеристики и свойства, принципы организации и функционирования, выступающие определяющими по отношению к результатам.

При моделировании следует учитывать мнение Л.Заде, который выдвинул принцип несовместимости, утверждающий, что высокая точность описания несовместима с большой сложностью системы, точность описания и сложность в первом приближении обратно пропорциональны. Математические модели в качестве упомянутого формального языка используют математический аппарат, что позволяет преодолеть ограниченность принципа Л.Заде: математический язык, являясь наиболее точным, способен описывать развитие и эволюцию очень сложных объектов и явлений различной природы. Систематичность, емкость, строгость описания и удобство обработки – вот важнейшие черты математических моделей, определяющие эффективность их использования в современных гуманитарных исследованиях.

Содержательное описание педагогических процессов на языке математики составляет суть математического моделирования, которое, отражая диалектику отношений между педагогикой и математикой, имеет следующую логику: построение педагогического конструкта – математическая модель – педагогическая интерпретация полученных результатов. Кроме того, математический язык описания удобен для оценки возможностей даль-

нейшей реализации поставленных проблем в виде конкретной вычислительной модели [3].

Проведенный анализ работ в контексте исследуемой темы показал, что моделирование как метод исследования, используется в педагогических работах часто, но именно как педагогическое моделирование (В.Г. Афанасьев, А.П. Беляева, В.П. Беспалько, С.В. Бондаренко, М. Вартофский, М.А. Викулина, Б.С. Гершунский, А.Н. Дахин, Н.В. Кузьмина, П.С. Осипов, В.В. Половинкина, Н.Г. Салмина, Р.Х. Шакурова, Г.П. Щедровицкий и др.). Математическое моделирование рассматривается в работах чаще всего в контексте метода, которым должны овладеть студенты при изучении математических дисциплин (А.В. Бобровская, О.М. Киселева, Л.Н. Мамадалиева, С.Ю. Полякова, Н.А. Тарасова, В.М. Усатова и др.). Применительно к педагогике и психологии как и раньше преимущественно изучаются различные возможности использования математических методов в данных науках (Н.А. Арменинова, М.С. Мирзоев, Л.В. Чуйко).

Можно выделить лишь незначительное количество работ, авторы которых используют математическое моделирование в своих педагогических исследованиях: И.П. Лебедева раскрывает с помощью данного метода скрытые механизмы проявления активности ученика при изучении учебного материала различной сложности, О.М. Киселева строит математические модели знаний группы учеников и траектории индивидуального выравнивания знаний, Ю.П. Антонов и Е.С. Солодова построили математическую модель с памятью учащегося, которая позволяет не только анализировать процедуру усвоения, запоминания информации в процессе обучения, но и изучать явление генерации новой информации обучаемым.

Применительно к системе высшего образования математические модели используют в своих исследованиях Т.К. Голушко (пространственная модель профессионализма преподавателя вуза), Р.И. Кузьмин (специфика корреляционно-регрессионного моделирования в рамках психолого-педагогических исследований), Л.Н. Макарова (математическая модель индивидуального стиля педагогической деятельности преподавателя высшей школы), М.В. Старцев (модель взаимодействия субъектов образовательного процесса в вузе), Е.А. Солодова (математическая модель для определения оптимальной структуры учебной группы в технических вузах), И.А. Шаршов (динамическая модель интегрального процесса профессионально-творческого саморазвития субъектов в вузе).

К сожалению, в настоящее время отсутствуют целостные исследования, связанные как с теоретическим обоснованием математического моделирования личностно-профессионального становления аспирантов и преподавателей вуза в системе повышения квалификации, так и с разработкой практических способов реализации моделей данных индивидуальных процессов.

Особую значимость приобретает метод математического моделирования при построении индивидуальных образовательных траекторий в системе подготовки научно-педагогических кадров. В последнее десятилетие в научной литературе активно разрабатывается понятие «индивидуальная траектория». Анализ психологической и педагогической литературы показал, что разные авторы определяют его по-разному. Наиболее распространенным являются понятия «индивидуальная образовательная траектория» (ИОТ), «индивидуальный образовательный маршрут». Они разрабатываются именно для того, чтобы обеспечить качественную, индивидуальную, штучную подготовку отдельного специалиста, компетентного в сфере своей профессиональной деятельности. Ведь без способности сделать выбор, должной готовности к жизненному и профессиональному самоопределению студент теряет возможность эффективно реализовать себя в условиях рыночной экономики.

Индивидуальный образовательный маршрут рассматривается учеными как целенаправленно проектируемая дифференцированная образовательная программа (С.В. Воробьева, Н.А. Лабунская, А.П. Тряпицына, Ю.Ф. Тимофеева и др.), которая определяется образовательными потребностями, индивидуальными способностями и возможностями учащегося, а также стандартами образования. Наряду с этим, существует понятие «инди-

видуальная образовательная траектория» (Е.А. Александрова, И.Ф. Бережная, Н.В. Боброва, Г.А. Бордовский, Н.Г. Зверева, Е.А. Климов, А.М. Маскаева, В.С. Мерлин, Н.Н. Суртаева, А.В. Хуторской, И.С. Якиманская и др.), обладающее более широким значением и предполагающее несколько направлений реализации: содержательный (вариативные учебные планы и образовательные программы); деятельностный (специальные педагогические технологии); процессуальный (организационный аспект).

А.В. Хуторской рассматривает ИОТ как персональный путь реализации личностного потенциала каждого ученика в образовании через осуществление соответствующих видов деятельности [4]. Г.М. Кулешова выявляет элементы образовательной программы, обеспечивающие реализацию индивидуальной образовательной траектории учащихся. Т.А. Собина выделяет структурные компоненты индивидуальной образовательной программы, Е.А. Александрова распространяет понятие «индивидуальная образовательная траектория» не только на сферу обучения, но и воспитания.

Рассматривая понятие ИОТ с практических позиций, В.В. Селезнева отмечает, что сегодня в обучении обучающемуся предоставляется право на свободный и самостоятельный выбор из целого ряда возможных альтернатив деятельности (поведения), и он осуществляет свой выбор, исходя из своих индивидуальных интересов и потребностей. В данном процессе преподаватель организует вариативное многофакторное поле выбора и дает возможность каждому ученику двигаться по своей собственной, индивидуальной траектории. Тем самым моделируется дерево возможностей. Статистически общее количество ветвей этого дерева значительно превосходит численность учащихся в классе. Таким образом, у каждого учащегося есть реальная возможность сделать свой собственный выбор и двигаться по своей собственной «ветви» или по индивидуальной траектории учения.

И.Ф. Бережная в своем исследовании отмечает, что педагогическое проектирование индивидуальных образовательных траекторий будущего специалиста будет эффективным, если: педагогическое влияние преподавателей адекватно индивидуальным особенностям студентов и адаптивно происходящим изменениям; деятельность, в которую включается студент, органично связана с потребностями профессиональной практики, с одной стороны, и с интересами самого студента, с другой [5].

Однако на практике современный образовательный процесс в высшей школе недостаточно ориентирован на учет и развитие индивидуальных способностей, как студентов, так и аспирантов и преподавателей.

#### Литература

1. Шаршов И.А. Профессионально-творческое саморазвитие субъектов образовательного процесса в вузе: дис... д-ра пед. наук. Белгород, 2005.
2. Макарова Л.Н. Теоретические основы развития индивидуального стиля педагогической деятельности преподавателя высшей школы: дис... д-ра пед. наук. Белгород, 2000.
3. Шаршов И.А., Макарова Л.Н. Специфика моделирования взаимодействия преподавателей и студентов в вузе //Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. Т. 17. № 3. С. 1054-1058.
4. Хуторской А.В. Развитие одаренности школьников. Методика продуктивного обучения. М., 2000.
5. Бережная И.Ф. Педагогическое проектирование индивидуальной траектории профессионального развития будущих специалистов в образовательном процессе вуза. Воронеж, 2012.