УДК 378.012

Е. Г. Булатова,
В. С. Черепанов

К ВОПРОСУ О СТАТУСЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПЕДАГОГИКИ

В статье рассмотрено обоснование нового научного направления – математической педагогики как раздела педагогики, занимающегося математическими моделями педагогических объектов и явлений. Показано, что математическая педагогика удовлетворяет всем шести требованиям, предъявляемым в науковедении к научным направлениям.

Ключевые слова: математическая педагогика, математическая модель, научное направление.

In article examined basis of picked in structure pedagogical sciences new scientific direction – mathematical pedagogic. She is occupied with mathematical models of pedagogical objects and phenomenon. Show, that mathematical pedagogic satisfy by all six demands which produced for scientific direction in science.

Key words: a mathematical pedagogic, a mathematical pattern, a scientific tendency.

Как известно, математика является универсальным языком науки, поэтому наблюдается прогрессирующий процесс проникновения математики и ее методов в гуманитарные, общественные и социальные науки (музыка, экономика, психология, лингвистика, социология, юриспруденция, педагогика). Привлечение математических методов в педагогику способствует более глубокому познанию реальных педагогических проблем и «решению следующих педагогических задач: 1) планированию и проведению педагогических экспериментов; 2) обработке результатов экспериментов; 3) построению количественных моделей различных проблем обучения и воспитания»[5]. Кроме того, как справедливо утверждает А. М. Новиков [9], «математические средства позволяют систематизировать эмпирические данные, выявлять и формулировать количественные зависимости и закономерности … используются как особые формы идеализации и аналогии (математическое моделирование)».

В настоящее время становится ясно, что снижение уровня математического образования сказывается и на качестве научно-педагогической деятельности. В современных работах об уровне и качестве выполняемых диссертационных исследований отмечается, что имеют место «экспериментальная слепота, состоящая в слабой прогнозируемости результатов опытных разработок, их уместности, обоснованности, глубине и эффективности воздействия, недостаточная корректность применяемых методов» [13], «низкое владение базовыми статистическими процедурами и математическими методами исследования» [12], «55% диссертаций не имеют никаких упоминаний об измерении и обработке экспериментальных данных», «менее чем в каждой пятой из работ применялись адекватные статистические методы» [10].

К сожалению, в последнее время повсеместно наблюдается сокращение содержания математических программ, уменьшение общего объема часов занятий; наметился значительный разрыв между уровнем математической подготовки будущих педагогов и уровнем требований к исследовательским (диссертационным) работам. Существует ряд причин снижения уровня математического образования педагогов. В частности, в учебных планах педагогических вузов и педагогических университетов фактически отсутствуют такие дисциплины, как «Математические методы в педагогических исследованиях», «Основы тестологии», «Введение в экспериментальную педагогику» и др. Поскольку их нет в федеральном компоненте государственного образовательного стандарта, некоторые вузы, используя возможности регионального и вузовского компонентов, пытаются включить их в учебные планы (например, это сделано на кафедре «Профессиональная педагогика» ИжГТУ).

Все вышеперечисленное позволяет говорить о том, что назрела настоятельная необходимость в обосновании нового научного направления – математической педагогики. В педагогических исследованиях математика используется

- для планирования эксперимента и прогнозирования ожидаемых результатов;
- статистической обработки результатов исследования;
- разработки и построения математических моделей различных педагогических явлений, процессов и состояний.

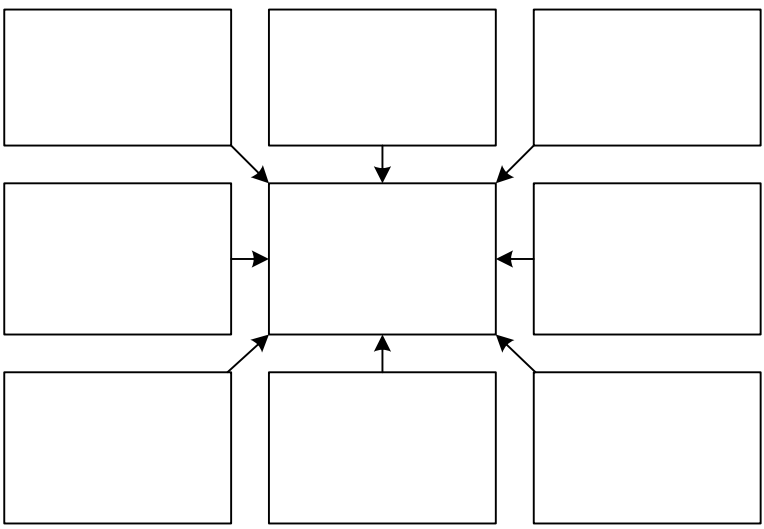
На основании этого объектом математической педагогики следует считать развитие математических методов, которые применяются для построения и изучения математических моделей педагогической действительности (в том числе и в области планирования и обработки результатов педагогического эксперимента), а предметом – математические модели, описывающие основные закономерности педагогических объектов и явлений.

Кратко охарактеризуем структуру и содержание основных разделов математической педагогики (рисунок).

Педагогические объекты и явления очень сложны и разнообразны, поэтому при их экспериментальном исследовании требуется собрать и обработать огромный статистический материал. При планировании педагогического эксперимента (блок 1) применяется выборочный метод, который направлен на решение двух задач: 1) обоснования репрезентативности (представительности) выборочной совокупности либо статистической оценки и учета получаемых случайных ошибок при распространении результатов выборочного наблюдения на всю генеральную совокупность; 2) обоснования объемов выборочной совокупности, при которой ошибка не превысит заданной величины.

При обработке и анализе результатов педагогического эксперимента (блок 2) существенную роль играют методы теории вероятностей и математической статистики. Описательная статистика позволяет подытоживать и вос-

производить в виде таблиц или графиков данные того или иного распределения, вычислять среднее для данного распределения, его размах и дисперсию. Правила индуктивной статистики дают возможность выяснить, до какой степени можно путем индукции обобщить для большего числа объектов ту или иную закономерность, обнаруженную при изучении их ограниченной группы в ходе эксперимента или наблюдения. Корреляционный анализ позволяет узнать, насколько связаны между собой две переменные, с тем чтобы можно было предсказывать возможные значения одной из них, если известна другая. В этом же разделе математической педагогики рассматриваются предельные теоремы закона больших чисел, вопросы, связанные с эргодической гипотезой, проверкой гипотез, обоснованием выбора статистических критериев, регрессионным, дисперсионным и другими видами анализа.



Блок-схема основных разделов математической педагогики

Элементарная математическая педагогика (блок 3) включает в себя расчет количественных характеристик (трудоемкости образовательных программ в зачетных единицах, рейтинга в балльно-рейтинговых системах) и знаковые модели, в которых используются символические средства представления информации (гистограммы, полигоны, диаграммы и др.).

Математическая теория обучения (блок 4) занимается разработкой законов формирования и забывания знаний, таксономических моделей обучения и диагностики, тезаурусов, моделей учебных планов, рабочих программ, учебных квалитаксонов, обоснованием моделей ГОС, ЕГЭ.

Такой раздел математической педагогики, как моделирование и параметризация педагогических контрольных материалов (ПКМ) и педагогического

1. Планирование педагогического эксперимента

го инструментария (блок 5), занимается разработкой математических моделей анкет, тестов, кодификаторов, а также их валидизацией и сертификацией.

Математическое моделирование педагогических явлений (блок 6) решает задачи построения количественных моделей функционирования педагогических учреждений и квалификационных моделей (специалистов, выпускников, обучаемых).

В качестве раздела математической педагогики можно рассматривать и математические методы педагогической экспертизы (блок 7). Они являются надежным средством переработки слабо формализуемой и нечисловой информации, характерной для педагогических исследований, и используются для отбора экспертов, формирования экспертных групп и жюри педагогических конкурсов, оценки инновационных проектов, структурирования учебного материала и др.

В связи с бурным развитием вычислительной техники и вычислительной математики особое значение для исследования математических моделей педагогики приобретают методы, использующие ЭВМ. Поэтому компьютеризация педагогики и педагогических исследований способствует развитию и формированию такого раздела математической педагогики, как вычислительная математическая педагогика (блок 8), в рамках которой рассматриваются вопросы компьютеризации педагогического эксперимента, компьютерного анализа и обработки данных педагогических исследований, компьютерного моделирования в педагогике.

Общеизвестно, что любое направление, претендующее на статус научного, должно удовлетворять следующим шести условиям наличия:

– самостоятельного объекта исследования;

– эмпирической («донаучной») предыстории;

– теоретической базы;

– специфической проблематики;

– своего специфического понятийного аппарата;

– возможности повторения (верификации) получаемых научных результатов [11].

Рассмотрим, насколько эти условия реализуются по отношению к математической педагогике. Под математической педагогикой будем понимать самостоятельный раздел педагогики, занимающийся математическими моделями педагогических объектов и явлений. В качестве примеров математических моделей в сфере образования можно привести:

• формулы для оценки валидности и надежности педагогических анкет и тестов;

• статистические критерии для обработки результатов педагогических экспериментов;

• модели Раша и Бирнбаума в дидактической тестологии;

• законы формирования и забывания знаний у обучаемых (прочность, скорость усвоения, скорость забывания, структура знаний);

• эргодическая гипотеза (равенство средних по времени и средних по совокупности);

• формулы для обоснования репрезентативности выборочной совокупности (контрольных и экспериментальных групп) и объема выборок;

• типы распределений результатов педагогического эксперимента (нормальное распределение, биномиальное, Пуассона и др.);

• знаковые модели (схемы, таблицы, гистограммы и т. п.);

• таксономические модели (модели обучения и диагностики).

Что касается первого условия – наличия самостоятельного объекта исследования, то оно имеется в виде математических моделей, применяемых в педагогике, причем в классической педагогике пока нет отдельного посвященного им раздела. Как правило, они рассматриваются в разных разделах (модели Раша и Бирнбаума в тестологии, рейтинговые системы в педагогической квалиметрии и т. д.).

К предыстории математической педагогики можно отнести труды А. Сикорского по изучению умственного утомления школьников с помощью учета ошибок в диктантах (1879), Г. Эббингауза по запоминанию учебного материала (1885), К. Пирсона по математизации измерений в педагогике (1914–1930) и др. [3].

Наличие специфической проблематики математической педагогики обусловлено тем, что реальные педагогические объекты (обучаемый, педагог, воспитанник, воспитатель) или процессы (обучение, воспитание, педагогический контроль) изучаются математическими средствами (таксономическими моделями в когнитивной области, моделями измерения теории IRT – в тестологии).

Понятийный аппарат математической педагогики включает в себя понятия не только из педагогики, но и из математики, информатики, синергетики, педагогической кибернетики и тестологии [1–3; 6–8; 14]. Это, например, такие понятия, как дисперсия, среднее квадратическое отклонение, алгоритм, логит трудности задания, логит уровня знаний, интенсивность забывания знаний и др.

К теоретической базе математической педагогики следует отнести кибернетику (прежде всего такие ее разделы, как теория систем, теория управления и регулирования, теория информации и связи, теория моделирования, теория алгоритмов), математическую статистику (как раздел математики, в котором изучаются вопросы, связанные со сбором, систематизацией и обработкой результатов наблюдений массовых случайных явлений для принятия решений в условиях неопределенности), теорию IRT (моделирования и параметризации педагогических тестов) [2; 4; 6–8; 10; 14].

Выполнение последнего, шестого условия, а именно наличия науковедения – условия верификации научных результатов в математической педагогике, обусловлено тем, что повторяемость результатов педагогических исследований, проводимых с применением математических методов, возможна в статистическом толковании (на определенном уровне значимости, как правило, α = 0,01; 0,05; 0,10), в репрезентативных выборках [10].

Таким образом, все шесть условий, применяемых в науковедении для определения статуса новой науки или нового научного направления, в данном случае выполняются, и есть все основания утверждать, что математическая педагогика может иметь статус нового научного направления в системе педагогических наук.

В заключение сформулируем основные задачи, стоящие перед математической педагогикой на современном этапе:

- обоснование аксиоматики и концептуальной модели математической педагогики;
- типологизация математических моделей и методов, используемых в педагогических исследованиях;
- разработка технологии математического моделирования в сфере образования (дидактика, управление образованием);
- обоснование арсенала математических средств для обработки результатов педагогических экспериментов;
- определение основных направлений компьютеризации в сфере образования и пути их реализации.

Литература

1. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения. – М.: Мир, 1969. – 486 с.

2. Битинас Б. П. Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии. – Вильнюс, 1971. – 347 с.

3. Введение в экспериментальную педагогику: Учеб. пособие / Сост. В. С. Черепанов, О. В. Любимова. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2006. – 88 с.

4. Гайдышев И. П. Анализ и обработка данных: специальный справочник. – СПб: Питер, 2001. – 752 с.

5. Гнеденко Б. В. Математика как орудие педагогического исследования // Применение математических методов и ЭВМ в педагогических исследованиях: Сб. науч. тр. – Свердловск: Изд-во СГПИ, 1989. – С. 6–22.

6. Грабарь М. И., Краснянская К. А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 134 с.

7. Наследов А. Д. SPSS: Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. – СПб: Питер, 2007. – 416 с.

8. Нейман Ю. М., Хлебников В. А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. – М.: Прометей, 2000. – 168 с.

9. Новиков А. М. Докторская диссертация?: Пособие для докторантов и соискателей ученой степени доктора наук. – М.: Эгвес, 2003. – 120 с.

10. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

11. Рузавин Г. И. Методология научного исследования: Учеб. пособие. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 317 с.

12. Ситаров В. А. Миссия научного руководителя в повышении качества диссертационных работ // Сиб. пед. журн. – 2007. – № 8. – С. 28–33.

13. Фельдштейн Д. И. О состоянии и путях повышения качества диссертационных исследований по педагогике и психологии // Бюллетень ВАК. – 2008. – № 2. – С. 6–22.

14. Черепанов В. С. Основы педагогической экспертизы: Учеб. пособие. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2006. – 124 с.