

Экономика и образование

Н.Н. Хридина, канд. пед. наук, докторант,
советник по вопросам образования аппарата
полномочного представителя
Президента РФ в УрФО, Екатеринбург

МЕТОДЫ ПРИКЛАДНОЙ СТАТИСТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЕМ

В условиях, когда история стала полигоном экзистенциального испытания самой возможности будущего человека и человечество столкнулось с глобальными проблемами своего развития, возросло бремя социальной ответственности за принятие тех или иных решений, политическую стратегию их реализации, социальные последствия и масштаб потерь от возможных ошибок. Тем более это относится к такой традиционно консервативной сфере деятельности, как образование, где опасность ошибок граничит с последствиями экологических катастроф или популяционных депрессий.

Однако сегодня даже на государственном уровне нет однозначной стратегии развития образования, и эта сфера, являющаяся основой духовного, социального, экономического и культурного развития общества и государства, подвергается не всегда просчитанным совершенствованиям, реформам, модернизациям...

Вот почему проигрывание возможных сценариев развития событий, построение прогностических моделей; различные формы и виды экспертных оценок проектов, программ, рекомендаций и решений; прогнозирование и планирование в жизни общества и его подсистем выдвигается на передний план науки и практики.

На практике довольно часто приходится встречаться с ситуацией, когда органы управления различного уровня являются не столько институтами, анализирующими, прогнозирующими, планирующими и управляющими процессом развития систем образования, сколько фиксирующими состояние и констатирующими проблемы.

Это объясняется, прежде всего, скудностью используемых методов анализа информации и исследований объекта управления и происходит из-за отсутствия знаний и практики применения соответствующего инструментария, а также из-за недостатка квалифицированных специалистов среди управленцев, владеющих современными методами оценки, выработки и принятия решений. В то время как методы анализа широко используются в практике научных исследований, их применение в управлении образованием давно назрело. Исследование собственно проблем управления образованием без опоры на общена-

учные методы представляется бессмысленным, если не сказать более – вредным.

Основная цель настоящей статьи – выделить и обсудить некоторые современные методы исследований, которые представляются перспективными для педагогики в целом, теории и практики управления образованием, в частности.

В настоящее время все шире применяются различные **экспертные системы**. Они незаменимы при решении сложных задач оценивания и выбора стратегий развития социальных объектов, в том числе системы образования, при анализе и прогнозировании ситуаций с большим числом значимых факторов – всюду, когда необходимо привлечение знаний, интуиции и опыта многих высококвалифицированных специалистов-экспертов.

Проведение современных экспертиз основано на использовании методов математической статистики, прежде всего, статистики объектов нечисловой природы, и с применением вычислительной техники.

Статистические методы анализа нечисловых данных довольно хорошо приспособлены для применения в экономике, социологии и экспертных оценках, поскольку в этих областях от 50 % до 90 % данных являются нечисловыми.¹ Но в педагогических исследованиях используются крайне редко, хотя именно в них, где практически весь образовательно значимый массив информации находится в нечисловых данных и непараметрических показателях, они могли бы быть наиболее полезны.

Согласно классификации статистических методов прикладная статистика делится на следующие четыре области²:

- статистика (числовых) случайных величин,
- многомерный статистический анализ,
- статистика временных рядов и случайных процессов,
- статистика объектов нечисловой природы.

Первые три из этих областей являются классическими. Четвертая – только еще входит в массовое сознание специалистов. Ее именуют также статистикой нечисловых данных или попросту нечисловой статистикой, которая активно развивалась в России с начала 70-х годов под влиянием запросов прикладных исследований в технических, медицинских и социально-экономических науках.

К 90-м годам прошлого века статистика объектов нечисловой природы выделилась в качестве самостоятельного направления, ядром которого являются методы статистического анализа данных произвольной природы.³

Следует отметить, что в статистике объектов нечисловой природы, как и в других областях прикладной математической статистики и прикладной математики вообще, одна и та же математическая схема может с успехом применяться и в технических исследованиях, и в медицине, и в социологии, и в образовании, и для анализа экспертных оценок.

¹ Титма М.Х., Тодинг Л.М. / Социологические исследования. 1986. С.123-128.

² Прикладная статистика. Методы обработки данных. Основные требования и характеристики. М.: ВНИИ-Стандартизации, 1987. 64 с.

³ Орлов А.И. // Экспертные оценки. Вопросы кибернетики. М.: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме "Кибернетика", 1979. Вып.58. С.17-33.

Прикладная статистика как методическая дисциплина не исчерпывает все многообразие фронта научных исследований в этой области. Поэтому к началу нового столетия наступило время от математико-статистических исследований перейти к применению полученных результатов на практике и внедрению методов математической статистики в такие области, как социальное управление и более конкретное его направление – управление образованием.

В управлении образованием до сих пор популярны параметрические методы анализа данных, которые требуют переработки больших массивов статистической информации, но выводы, которые можно сделать на их основе, не позволяют выходить на долгосрочные прогнозы развития системы образования, или на расчеты эффективности вложения финансовых средств в образовательный процесс.

Вместе с тем, с помощью непараметрических методов можно решать практически тот же круг статистических задач, что и с помощью параметрических.¹ Все большую роль играют непараметрические оценки плотности, непараметрические методы регрессии и распознавания образов (дискриминантного анализа).

Если в параметрических постановках на данные накладываются слишком жесткие требования – их функции распределения должны принадлежать определенному параметрическому семейству, то в непараметрических, наоборот, такие требования слабее! Необходимо лишь, чтобы функции распределения были непрерывны. Развитием этой идеи является **теория устойчивости (робастности) статистических процедур**, в которой предполагается, что распределение исходных данных мало отличается от некоторого параметрического семейства.²

Еще одно направление – **бутстреп** – связано с интенсивным использованием возможностей вычислительной техники. Основная идея состоит в том, чтобы теоретическое исследование заменить вычислительным экспериментом. Бутстреп, по Б.Эфрону, – один из вариантов **методов «размножения выборки»**³ и состоит в том, что методом Монте-Карло (статистических испытаний) выборки, которые являются вариантами исходной, многократно извлекаются из эмпирического распределения.

Перспективное и быстро развивающееся направление последних лет – **математическая статистика интервальных данных**. Речь идет о развитии методов математической статистики в ситуации, когда статистические данные – не числа, а интервалы, в частности, порожденные наложением ошибок измерения на значения случайных величин. Статистика интервальных данных идейно связана с интервальной математикой.⁴

За последнее время изучены проблемы регрессионного анализа, планирования эксперимента, сравнения альтернатив и принятия решений в условиях

¹ Холландер М., Вулф Д. Непараметрические методы статистики. М.: Финансы и статистика, 1985.

² Хьюбер П. Робастность в статистике. М.: Мир, 1984. 304 с.; Ф. Хампель, Э. Рончетти, П. Рауссеу, В. Штаэль. Робастность в статистике. Подход на основе функций влияния. М.: Мир, 1989. 512 с.

³ Efron B. / Ann. Statist. 1979. V.7. ч 1. P.1-26.

⁴ Шокин Ю.И. Интервальный анализ. Новосибирск: Наука, 1981. 284 с.

интервальной неопределенности. Разработаны подходы к рассмотрению интервальных данных в основных постановках регрессионного, дискриминантного и кластерного анализов. В частности, изучено влияние погрешностей измерений и наблюдений на свойства алгоритмов регрессионного анализа, разработаны способы расчета нотн и рациональных объемов выборок, введены и исследованы новые понятия многомерных и асимптотических нотн, доказаны соответствующие предельные теоремы.

Начата разработка интервального дискриминантного анализа, в частности, рассмотрено влияние интервальности данных на введенный А.И. Орловым показатель качества классификации. Изучено асимптотическое поведение оценок метода моментов и оценок максимального правдоподобия (а также более общих – оценок минимального контраста), проведено асимптотическое сравнение этих методов в случае интервальных данных. Найдены общие условия, при которых, в отличие от классической математической статистики, метод моментов дает более точные оценки, чем метод максимального правдоподобия.¹

Как оказалось, методы доказательства законов больших чисел допускают существенно более широкую область применения, чем та, для которой они были разработаны. А именно, ученым удалось изучить асимптотику решений экстремальных статистических задач, к которым, как известно, сводится большинство постановок прикладной статистики.²

В статистике в пространствах произвольной природы большую роль играют непараметрические оценки плотности, используемые, в частности, в различных алгоритмах регрессионного, дискриминантного, кластерного анализов. В нечисловой статистике предложен и изучен ряд типов непараметрических оценок плотности в пространствах произвольной природы, в частности, доказана их состоятельность, изучена скорость сходимости и установлен примечательный факт совпадения наилучшей скорости сходимости в произвольном случае с той, которая встречается в классической теории для числовых случайных величин.³

Выделен примерный перечень объектов нечисловой природы, в том числе:

- значения качественных признаков, т.е. результаты кодировки объектов с помощью заданного перечня категорий (градаций), например, различные системы оценки знаний;
- упорядочения (ранжировки) экспертами образцов продукции (при оценке ее технического уровня и конкурентоспособности) или заявок на проведение научных работ (при проведении конкурсов на выделение грантов), или характеристика образованности и воспитанности учащихся;
- классификации, т.е. разбиения объектов на группы, сходных между собой (кластеры), например, по степени выраженности социальных или профессиональных качеств и др.;

¹ Орлов А.И. // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1995. С. 114-124.

² Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 471 с.

³ Орлов А.И. Социология: методология, методы, математические модели. 1992. № 2. С.28-50.

- толерантности, т.е. бинарные отношения, описывающие сходство объектов между собой, например, сходства тематики научных работ, оцениваемого экспертами с целью рационального формирования экспертных советов внутри определенной области науки;

- результаты парных сравнений или контроля качества продукции по альтернативному признаку («годен» – «брак»), т.е. последовательности из 0 и 1, например, способен – не способен, сформированы навыки – не сформированы и т.д.;

- множества (обычные или нечеткие), например, зоны, пораженные коррозией, или перечни возможных причин аварии, составленные экспертами независимо друг от друга, или причины детских девиаций и др.;

- слова, предложения, тексты;

- вектора, координаты которых – совокупность значений разнотипных признаков, например, результат составления статистического отчета о научно-технической деятельности или заполненная компьютеризированная история болезни (или итоги контрольных работ, тестов и др.), в которой часть признаков носит качественный характер, а часть – количественный;

- ответы на вопросы экспертной, маркетинговой или социологической (психолого-педагогической) анкеты, часть из которых носит количественный характер (возможно, интервальный), часть сводится к выбору одной из нескольких подсказок, а часть представляет собой тексты; и т.д.

Примеры эти можно еще продолжать, в том числе и для задач управления образованием. Но прежде, чем показать задачи управления образованием и наиболее отвечающие им методы исследования, в том числе и современные методы прикладной статистики, целесообразно представить управленческую вертикаль в сфере образования в виде иерархической модели структурных единиц управления и дерева целей, присущих каждой из них (таблица).

**Иерархия управления образованием, дерево целей
и методы исследования объекта управления**

Уровень управления	Цель управления	Задачи управления	Группа методов	Методы исследования объекта
1	2	3	4	5
1. Государственный уровень	Формирование и развитие единого образовательного пространства на государственном и мировом уровнях	<ul style="list-style-type: none"> - реализация потребностей каждого человека в образовательной сфере, постоянное повышение образовательного уровня населения страны; - приведение системы воспитания и обучения населения в соответствие с образовательными потребностями личности, общества и государства, нормами отечественного и международного права; - подготовка новых поколений граждан к жизнедеятельности в условиях современного демократического общества, его социокультурных, научных и технологических достижений; - социальная интеграция различных групп общества независимо от их этнической принадлежности, психического и физического здоровья, доходов, религиозных и политических убеждений; - разработка и обеспечение государственных образовательных стандартов; - совершенствование системы подготовки педагогических кадров, ориентированной на мотивацию повышения квалификации и использование достижений психологических и педагогических наук. 	Общественные, математические, социологические, статистические методы	Метод прогнозирования, моделирования, рационального планирования экспериментов, теория распознавания образов, создания математических моделей, и др.
2. Управление образованием на уровне федеральных округов	Создание условий для развития единого образовательного пространства на уровне федеральных округов	<ul style="list-style-type: none"> - координация деятельности органов управления образованием субъектов федеральных округов; - контроль исполнения законодательства об образовании; - реализация функций по лицензированию, аттестации, аккредитации образовательных учреждений, делегированных Министерством образования РФ федеральным округам; - формирование и размещение образовательного заказа на подготовку специалистов в соответствии с межрегиональной (окружной) структурой занятости населения; - реализация гуманитарных проектов в сфере образования региона. 	Общественные, математические, социологические методы анализа данных нечисловой природы	Метод прогнозирования, моделирования, графические методы анализа данных и др. виды анализа

1	2	3	4	5
3. Орган управления образованием субъекта РФ	Создание условий для развития системы образования субъекта РФ	<ul style="list-style-type: none"> - развитие правовых отношений в сфере образования; - реализация государственных образовательных стандартов; - развитие форм гражданского участия и социального партнерства; - развитие информационного пространства региона; - поддержка и развитие профессионального потенциала системы образования; - развитие сети образовательных учреждений; - повышение роли экономических механизмов развития образования; - обеспечение государственных гарантий равных возможностей в образовании; - осуществление стратегического прогнозирования развития системы образования на основе программ социально-экономического развития территории и поддержка социального проектирования в сфере образования на базе изучения личностных ориентацией (потребностей) граждан. 	Социологические методы, методы прикладной статистики	Графические методы анализа данных, дискриминантный, кластерный анализ, корреляционный, регрессионный, факторный и др. виды анализа данных нечисловой природы
4. Муниципальный орган управления образованием	Обеспечение функционирования системы образования на муниципальном уровне	<ul style="list-style-type: none"> - создание и нормативное закрепление комплекса условий для эффективного осуществления (функционирования и развития) процессов образования; - определение политики образования (целей, задач, места и роли учреждений образования) в удовлетворении потребностей территории в выпускниках, имеющих соответствующий уровень образования; - установление возможного равенства и надежности условий для всех учреждений образования посредством правовой регламентации отношений; - развитие современных информационных связей между субъектами муниципальной системы образования. 	Социологические, качественные, параметрические методы статистики	Метод экспертных оценок, корреляционный, регрессионный, факторный и др. виды анализа, метод моды и медианы, дисперсия и др.

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
5. Образовательное учреждение	Обеспечение качества образования воспитательно-воспитательного процесса	<ul style="list-style-type: none"> - обеспечение качества образования в соответствии с требованиями образовательных стандартов; - формирование и развитие личности в целостном педагогическом процессе; - обеспечение непрерывности и доступности содержания и форм образовательно-воспитательного процесса; - широкая (полипрофильная) базисная подготовка обучающихся, позволяющая овладевать методами самосовершенствования путем образования, самовоспитания и саморегуляции, и адаптироваться в новых социально-экономических условиях; - проектирование и создание дифференцированной системы обучения и воспитания, оперативно и гибко реагирующей на изменения потребностей личности и общества; - мотивация повышения квалификации педагогов и использование достижений психологических и педагогических наук. 	Психолого-педагогические, социологические, качественные, социометрические методы	Методы анализа документов, сравнения, обобщения результатов педагогической деятельности, наблюдения, эксперимент, беседа, тестирование, анкетирование, интервьюирование и др.
6. Педагог	Обеспечение условий для развития, самореализации личности обучающихся	<ul style="list-style-type: none"> - изучение природных особенностей, задатков, способностей и потребностей обучающихся; - раскрытие потенциала учащихся посредством предоставления соответствующего их природным способностям содержания и уровня знаний; - развитие навыков познавательной и творческой деятельности обучающихся; - мотивация и стимулирование обучающихся к самообразованию и саморазвитию; - самообразование, совершенствование педмастерства и использование достижений науки и практики в педагогической деятельности педагогов. 	Психологопедагогические методы	Наблюдение, эксперимент, беседа, изучение документации и продуктов деятельности учащихся, тестирование, анкетирование, рейтинг, интервьюирование и др.

Такие методы как, педагогическое наблюдение, исследовательская беседа, изучение документации и продуктов деятельности учащихся, изучение и обобщение передового педагогического опыта, анкетирование, рейтинг, тестирование, интервьюирование и др., являются собственно педагогическими методами и хорошо исследованы в науке. Вместе с тем, они представлены в содержании высшего педагогического образования и широко освещены в педагогической литературе.

Владение этими методами является ключевой квалификацией профессии педагога и предметом диагностики в процессе аттестации на профессиональное мастерство.

