

Математическое моделирование оценки качества функционирования образовательных организаций

Генеральный директор, к.т.н., СИС **Дьячков Ю.Н.**,
студент 4 курса **Дьячков М.Ю.**
ООО Научно-технический центр «Альбус»,
Российский университет дружбы народов
Российская Федерация

Рассмотрены вопросы математического моделирования оценки качества деятельности образовательных организаций. Проведённые исследования и полученные практические результаты могут стать основой для выполнения НИР, НИОКР с целью выработки научно обоснованных рекомендаций по эффективному построению и функционированию сложных образовательных систем, а также разработки с применением технологии DataMining автоматизированной (автоматической) системы интеллектуального анализа и обработки данных, получения новой качественной информации и синтеза оптимальных сложных систем.

Ключевые слова: математическое моделирование, оценка, система.

Система московского образования, как и всей России, переживает сложный и ответственный период своего реформирования. Потребность к совершенствованию возникает, когда появляется необходимость разрешить противоречие между требуемым и реальным результатом, между «хочу» и «могу». В настоящее время набирает обороты объединение дошкольных образовательных учреждений и школ в образовательные комплексы, а также образовательных комплексов - в образовательные комплексы (по мнению авторов, без учёта риска потери управляемости). Реорганизация происходит с целью повышения качества и доступности (экономической, содержательной, социальной, географической) образования, а также эффективности функционирования образовательных организаций [1, ст. 2 п. 18] (далее - ОО), в том числе за счёт получения синергетического (системного) эффекта.

ОО должна рассматриваться как сложная (семь и более элементов с взаимосвязями) система междисциплинарной природы – педагогическая, экономическая, социальная и организационная, в которой первичен образовательный процесс (обучение и воспитание [1, ст. 2 п. 1-3]). Её обследование целесообразно производить по основным функциональным зонам: научно-педагогическое, учебно-методическое, организационное, правовое, финансово-экономическое, кадровое, материально-техническое обеспечение [1, ст. 20 п. 3]. Образовательный комплекс как сложная организационная система обладает всеми основными признаками:

- наличие большого количества элементов при любом рациональном уровне детализации системы в модели;
- сложный характер межэлементных связей;
- разнообразие и сложность функций, выполняемых системой и ее элементами;
- необходимость сохранения единства структуры и алгоритма функционирования системы;
- наличие сложной значимой внешней среды.

Установлено, что эффективная (качественная) система должна иметь определенные свойства и подчиняться ряду требований. Построить эффективную образовательную систему, отвечающую вызовам времени, без её оценки, а также синтеза её структуры и алгоритмов функционирования невозможно. Данная проблема не имеет разработанной методологии получения решений. Математическое

моделирование - важнейший инструмент системных исследований ОО и её деятельности, который обладает следующими преимуществами:

- позволяет заранее определить успешность функционирования и рациональные варианты построения системы на этапах формирования замысла системы и её внешнего проектирования;
- позволяет спрогнозировать поведение системы;
- минимизирует затраты по сравнению с проведением натуральных экспериментов;
- уменьшает на несколько порядков время получения практически достоверных результатов оценок по сравнению с натурным экспериментом.

Под математической моделью будем понимать систему математических и/или логических правил, как правило, имеющую ограничения, которая отражает связи цели(ей), альтернатив, ресурсов и критерия, а также адекватно описывает объект (систему) и моделируемые процессы, позволяет осуществлять с достаточной точностью прогноз по исходным данным, в том числе разнородным (количественным и/или качественным, иное). Порядок разработки и внедрения математических моделей, как правило, включает следующие этапы:

- 1) разработка технического задания;
- 2) эскизное и техническое проектирование;
- 3) рабочее проектирование;
- 4) внедрение.

Под оценкой эффективности (внешняя оценка) функционирования или качества (внутренняя оценка) объекта (процесса) понимается оценка его действенности или успешности. Оценка эффективности работы ОО - это оценка её качества с точки зрения вышестоящей системы (в том числе её учредителя). Сущность оценки качества деятельности ОО заключается в формулировке математической постановки задачи, научно обоснованном выборе показателей и критерия этой оценки, разработке методики (моделей) оценивания, в которой адекватно сформулированы основные свойства ОО и внешней среды, а также протекаемых процессов в математических терминах.

Показатели (критерии) должны отвечать общепринятым требованиям: представительность, чувствительность, однозначность, вычислимость. Кроме того, использование системного подхода в исследованиях сложных систем предъявляет дополнительные требования к показателю (критерию) эффективности: характеризовать систему как единое целое; быть "внешним" по отношению к оцениваемой системе; не противоречить показателям эффективности (качества) основных ее элементов.

Собственно оценка качества деятельности ОО может быть качественной и/или количественной и, как правило, является многокритериальной. В исследовании многокритериальных задач для нахождения оптимального решения сводят многокритериальную задачу к однокритериальной и/или "отбраковывают" неэффективные решения.

В настоящее время в качестве главного показателя (критерия) оценки эффективности работы образовательного комплекса, подведомственного Департаменту образования города Москвы, выступает РЕЙТИНГ [2]. Он определяется по утверждённой методике, которая ежегодно совершенствуется. В ней многокритериальная задача сведена к однокритериальной путём построения одного "обобщенного" показателя, по которому принимается решение, как функция от всех значимых факторов с применением методов экспертной оценки. Этот подход имеет существенное допущение о «справедливом, объективном» эксперте и проблему компенсирования одних показателей за счёт других, а также, по мнению авторов, не учитывает следующие значимые факторы:

- доступность, в том числе кластеризацию образовательных комплексов по различным признакам, наличие открытого и/или скрытого отбора учеников, др.;
- образовательные условия, позиционируемые администрацией и педагогическими работниками;
- образовательные возможности, позиционируемые родителями и детьми;
- социальную миссию ОО;
- др.

Параметры РЕЙТИНГа рассчитываются на основе достоверных данных информационных систем города Москвы: ЕГЭ, ОГЭ (МЦКО, РЦОИ); олимпиады (ЦПМ); независимые диагностики (МЦКО); контингент дошкольников – база «Контингент»; др.

Авторами разработаны математические модели построения и исследования функционирования сложных систем [5-16], которые можно применить для адекватной оценки качества деятельности ОО. Основой методик (моделей) являются:

- ✓ системный подход;
- ✓ требование построения взаимоувязанных, сбалансированных показателей (критерия) оценки эффективности функционирования системы с показателями оценки качества её элементов;
- ✓ метод группового учета аргументов (далее - МГУА), методы математической статистики, идеи кластерного анализа, другие математические методы обработки разнородных данных.

Ключевым принципом системного анализа является необходимость исследовать процессы, а систему строить, а также обязывает исследователя двигаться от целого к частям и далее от частей к целому. Применительно к сложным организационным системам, выбор метода и формирование методики исследований ограничены требованиями системного анализа. В общем случае процедура системного анализа состоит из ряда исследовательских этапов:

- определение целей и задач исследований;
- определение объекта и предмета исследований;
- целенаправленный сбор и обработка данных и информации, относящейся к решаемым задачам исследований;
- выбор метода (методов) исследований;
- определение структуры объекта исследований, описание его свойств, организации и условий функционирования, разработка формализованной схемы объекта исследований;
- разработка концептуальной модели системы и ее программной реализации;
- исследование объекта с помощью натуральных экспериментов, моделей и неформальных подходов с целью синтеза состава и структуры системы, определение способа ее функционирования, проверки степени соответствия объекта исследований (системы) требованиям и др.

Приведенный порядок этапов является предпочтительным при проведении системного анализа, но не обязательным. Последовательность выполнения отдельных этапов может быть изменена в зависимости от объекта исследований и результатов выполненных ранее работ.

На качество функционирования ОО влияют различные факторы, в том числе экономический, неопределенности, организационный, агрегирования, информационный и другие значимые факторы. Показателями оценки качества ОО и её элементов могут выступать показатели РЕЙТИНГа, государственного заказа для ОО, качество [1, ст. 2 п. 29] и доступность образования, образовательные условия и возможности ОО, социальная миссия ОО, а также целевые индикаторы, определённые в Приказе Департамента образования города Москвы от 30.10.2014 №862 «Об

утверждении Положения об оплате труда руководителей государственных общеобразовательных организаций, подведомственных Департаменту образования города Москвы» [3], др. Систему предлагаемых взаимоувязанных, сбалансированных показателей целесообразно распространить для модификации методики РЕЙТИНГА (оценки эффективности ОО), а также использовать для самооценки качества функционирования ОО и её элементов.

Математическое моделирование требует для построения аналитических и имитационных моделей использовать математические методы обработки разнородных данных адекватные исследуемым процессам.

МГУА относится к методам вычислительной математики [5-7], основой которого являются алгоритм массовой селекции (принцип самоорганизации моделей) [7, С. 5-14], теорема Геделя о неполноте [6, С. 29-33], принцип сохранения свободы выбора Габора [7, С. 11-12]. Алгоритмы, основанные на МГУА [5-7], позволяют решать частные задачи прогнозирования, искусственного интеллекта, распознавания образов, классификации и др. Модификация и расширения МГУА современными математиками реализуется в коммерческих программах в виде ноу-хау. Авторы предложили усовершенствованный алгоритм МГУА с расширенным выбором способов целенаправленной регуляризации, опорных функций, внешних критериев, а также в нём дополнено математическое обоснование достаточно глубокого минимума критерия селекции.

В программном обеспечении также используются методы проверки гипотез с применением параметрических и порядковых критериев, а также дисперсионный, корреляционный, факторный, элементы регрессионного и идеи кластерного анализа, др. [8-11] для выделения значимых факторов, поиска оптимальной опорной функции, обнаружения значимых корреляций, тенденций и нетривиальных закономерностей, повышения достоверности прогноза и др.

Найденное эффективное математическое уравнение (модель) используется при построении рациональной системы и для исследования значимых факторов и процессов, в том числе управления, устойчивости, а также нахождения экстремальных точек, прогнозирования поведения системы за границами экспериментальных данных, реализации иных приложений. Таким образом, результаты исследований, полученные математическим моделированием, являются научно обоснованными.

Проведённые исследования и полученные практические результаты могут стать основой для разработки с применением технологии DataMining автоматизированной (автоматической) системы интеллектуального анализа и обработки данных, получения новой качественной информации и синтеза оптимальных сложных образовательных систем.

Литература

[1] Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации"

[2] Порядок выверки рейтинга школ, показавших высокие образовательные достижения учащихся, в 2013-2014 учебном году. Департамент образования города Москвы. Презентация

[3] Приказ Департамента образования города Москвы от 30.10.2014 N 862 «Об утверждении Положения об оплате труда руководителей государственных общеобразовательных организаций, подведомственных Департаменту образования города Москвы»

[4] Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений /Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В.Виноградова. – 4-е изд., доп. – М.: Азбуковник, 1997. – 944 с.

- [5] Ивахненко А.Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике. - Киев: "Техніка", 1971, - 372 с.
- [6] Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. - Киев: "Наукова думка", 1982, -296 с.
- [7] Ивахненко А.Г., Юрчаковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. - М.: "Радио и связь", 1987, - 120 с.
- [8] Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Книга 1. - М.: "Финансы и статистика", 1986, - 366 с.
- [9] Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Книга 2. - М.: "Финансы и статистика", 1986, - 351 с.
- [10] Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. - М.: "ФИЗМАТЛИТ", 2006, - 816 с.
- [11] Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. - М.: "Наука", 1968, - 288 с.
- [12] Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. - М.: "Наука", 1966, - 664 с.
- [13] Дьячков Ю.Н., др. ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ «Диагностика результатов учебной и игровой деятельности детей & АНАЛИЗ ДОУ – ВГК», 1000 CD. Руководство старшего воспитателя (руководителя структурного подразделения). – М.: ООО НТЦ «Альбус», «Ульяновский дом печати», 2009. – 96 с.
- [14] Дьячков Ю.Н., авторский коллектив Московского НИИ дошкольного образования им. А.В. Запорожца, др. ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ «"Истоки". Система мониторинга», 700 CD. – М.: ООО НТЦ «Альбус», 2010.
- [15] Дьячков Ю.Н., Дьячков М.Ю., др. ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ «"Примерная ООП ДО". Система мониторинга», 1000 CD. – М.: ООО НТЦ «Альбус», 2011.
- [16] Дьячков Ю.Н., др. «Управление ДОУ будущего». Серия: Современный руководитель. Научно-практический сборник статей. – М.: ООО НТЦ «Альбус», ООО «Сам Полиграфист», 2011. – 288 с.