РАЗДЕЛ XIII. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Магомедова Е.С., Магомедов Р.И.

Математическое моделирование инновационной деятельности в образовании

ФГБОУ ВО «Дагестанский Государственный университет»
(Россия, Махачкала)

doi: 10.18411/lj-01-2021-69

idsp: ljjournal-01-2021-69

Научный руководитель
Магомедова Е.С.

Аннотация

Инновационная деятельность позволяет обеспечить улучшение качества образования. Для выявления и анализа факторов обучения с помощью инструментов статистических методов, получены данные об основных закономерностях процесса обучения, определены основные критерии оценивания.

Проведя эмпирический анализ факторов на основе анкетирования групп студентов, построена математическая модель формирования траектории обучения для студента, выходным параметром которой являлся его рейтинг учебы. С помощью этой модели можно создать систему оптимизации учебного процесса.

Ключевые слова: эмпирический анализ, метод экспертных оценок, весовые коэффициенты, математическая модель, адекватность.

Abstract

Innovative activities help to improve the quality of education. To identify and analyze learning factors using the tools of statistical methods, data on the main regularities of the learning process are obtained, and the main evaluation criteria are determined. Having carried out an empirical analysis of factors based on a survey of groups of students, a mathematical model of the formation of a learning trajectory for a student was constructed, the output parameter of which was his study rating. Using this model, you can create a system for optimizing the educational process.

Keywords: empirical analysis, expert evaluation method, weight coefficients, mathematical model, adequacy.

Эффективность обучения учащегося в высших учебных заведениях значительно зависит от определенного количества факторов, которые влияют на его процесс обучения, поэтому поиск путей и средств повышения качества образования и качества обучения – предмет многих педагогических исследований.

В сфере образования инновационная деятельность играет важную роль, так как без нее трудно обеспечить улучшение качества образования. Под инновациями в образовании понимается процесс совершенствования педагогических технологий.

Для выявления и анализа факторов обучения применяют статистические методы, позволяющие получить данные об основных закономерностях процесса обучения, определить основные критерии оценивания. Проведя эмпирический анализ факторов, влияющих на процесс обучения, и построив математическую модель формирования траектории обучения для учащихся, можно создать систему оптимизации учебного процесса.

Объектом исследования являются студенты высших учебных заведений. Предмет исследования – математическое моделирование. Целью работы является выявление главных факторов, влияющих на процесс обучения учащегося, с помощью метода экспертных оценок, и построение математической модели обучаемого для последующей оптимизации обучения последнего.

Представим математическую « модель студента » в виде набора данных:

1. Входные данные – текущие базовые знания, личностные характеристики, предпочтения учащегося и другие факторы, учитываемые в процессе его обучения в высшем учебном заведении, которые будут определены тестированием:

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_6], \quad (1)$$

x_1 – оценка желания обучаться, $x_1 = [1, 2]$

x_2 – оценка наличия каких-либо других интересов, $x_2 = [1, 2, 3]$

x_3 – оценка свободного времени, $x_3 = [1, 2, 3]$

x_4 – оценка общения со своими сокурсниками и преподавателями, $x_4 = [1, 2, 3]$

x_5 – оценка материального положения, $x_5 = [1, 2, 3]$

x_6 – оценка базовых знаний учащийся по предмету, $x_6 = [1, 2, 3]$

2. Выходные данные – рейтинг (учебы) учащийся:

$$Y = [y], \quad (2)$$

y – рейтинг учащегося.

3. Параметры системы – значение весовых коэффициентов, влияющих на обучение.

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_6]. \quad (3)$$

Эти значения определяются методом экспертных оценок.

Математическую модель будем строить в следующем виде:

$$Y = x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + x_3 \cdot w_3 + x_4 \cdot w_4 + x_5 \cdot w_5 + x_6 \cdot w_6. \quad (4)$$

Для изучения влияния факторов на процесс обучения был проведен опрос среди группы учащихся 4курса с помощью анкетирования (рис. 5). Уровень значимости факторов обучения ранжируется от 1 до 6.

Таблица факторов, влияющих на процесс обучения.						
Уважаемые студенты, просим Вас принять участие в анкетировании с целью выявления наиболее значимых факторов, влияющих на Ваш процесс обучения, и оценить уровень значимости каждого фактора по 6-ти бальной шкале ¹ .						
Данное анкетирование анонимно, и его результаты будут только в обобщённом виде.						
Анкета						
Фактор / Важность фактора	1	2	3	4	5	6
Базовые знания предмета						
Желание/нежелание учиться						
Наличие свободного времени						
Общение с другими студентами и преподавателями						
Материальное положение						
Наличие других каких-либо интересов, связанных/несвязанных с учебой						

¹ 6 – высокий уровень значимости, 3-средний уровень значимости, 1 – низкий уровень значимости

рис.1. Анкета

Полученные данные опроса представлены в следующей таблице (табл. 1).

Табл. 1.

Результаты опроса

№ студента	Желание учиться	Наличие каких-либо интересов	Наличие свободного времени	Общение с другими учащимися	Материальное положение	Базовые Знания
1	5	3	2	4	1	6
2	5	4	2	3	1	6
3	5	4	3	2	1	6
4	4	2	6	3	1	5
5	5	3	4	1	2	6
6	5	3	4	2	1	6
7	6	1	5	2	3	4
8	5	1	4	2	3	6
9	5	2	3	4	2	6
10	3	5	4	1	2	6
11	6	4	3	2	1	5
12	4	6	3	2	1	5
13	4	3	6	2	1	5
14	5	3	4	1	2	6
15	5	3	4	2	1	6
16	4	5	2	3	1	6
17	5	3	3	1	2	6
18	4	5	3	2	1	6
19	6	3	3	2	1	5

Прежде чем найти коэффициенты факторов, проверим достоверность обработанных данных, т.е. согласованность во мнении экспертов (в данном случае учащихся). Для этого найдем коэффициент конкордации Кендалла:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (5)$$

где m – число экспертов, n – число факторов, S – среднее квадратическое отклонение.

$$W = \frac{12 \cdot 4387.5}{19^2 \cdot (6^3 - 6)} \approx 0,6945.$$

Так как $W > 0.6$, можно сказать, что степень согласования учащихся удовлетворительная.

Вычислим весовые коэффициенты по следующей формуле:

$$w_i = \frac{A_i}{A}, \quad (6)$$

где A_i – сумма значений каждого фактора экспертизы, A – общее число значений факторов экспертизы (данные табл.1).

$$w_1 = \frac{100}{459} \approx 0.2179, \quad w_2 = \frac{70}{459} \approx 0.1525, \quad w_3 = \frac{82}{459} \approx 0.1786,$$

$$w_4 = \frac{50}{459} \approx 0.1089, \quad w_5 = \frac{33}{459} \approx 0.0719, \quad w_6 = \frac{124}{459} \approx 0.2702.$$

Проведя корректировку первоначальных значений весовых коэффициентов, связанную с тем, что необходимо получить их с учетом максимального значения фактора по тесту, поделим первоначальные значения w_i на $x_{i\max}$.

Итоговые значения весовых коэффициентов будут равны:

$$w'_1 = \frac{0.2179}{2} \approx 0.1089, \quad w'_2 = \frac{0.1525}{3} \approx 0.0508, \quad w'_3 = \frac{0.1786}{3} \approx 0.0595,$$

$$w'_4 = \frac{0.1089}{3} \approx 0.0363, \quad w'_5 = \frac{0.0719}{3} \approx 0.0239, \quad w'_6 = \frac{0.2702}{3} \approx 0.09.$$

В результате построенная математическая модель будет иметь следующий вид:

$$Y = 0.1089 \cdot x_1 + 0.0508 \cdot x_2 + 0.0595 \cdot x_3 + 0.0363 \cdot x_4 + 0.0239 \cdot x_5 + 0.09x_6.$$

Так как данная математическая модель будет сравниваться с реальным рейтингом учащихся по 100 бальной шкале, следует ее видоизменить, умножив весовые коэффициенты на 100.

Получим следующую видоизмененную модель:

$$Y = 10.89 \cdot x_1 + 5.08 \cdot x_2 + 5.95 \cdot x_3 + 3.63 \cdot x_4 + 2.39 \cdot x_5 + 9x_6.$$

Для более быстрого тестирования и вычисления рейтинга учащихся по данной модели было создано web-приложение, написанное на языке C#, на фреймворке ASP MVC.

После прохождения теста учащимися получены следующие данные, которые необходимы для оценки точности, непротиворечивости и адекватности на основе рассогласованности между точными и полученными с помощью математической модели значениями.

Табл. 2

Результат тестирования учащихся

№	Рейтинг учащийся, полученный по модели	Рейтинг учащихся на сайте isu.dgu.ru	Δu
1	86,71024	80	6,71024
2	65,06899	62	3,06899
3	83,07916	80	3,07916
4	54,03050	52	2,03050
5	78,35875	75	3,35875
6	73,92883	69	4,92883
7	57,66158	61	-3,33842
8	63,03558	69	-5,96442
9	60,05810	64	-3,94190
10	59,84023	62	-2,15977
11	57,66158	62	-4,33842
12	53,44953	62	-8,55047
13	67,97386	64	3,97386
14	64,92375	61	3,92375

Относительная погрешность построенной модели $|\delta| \approx 6.42\% < 10\%$, что говорит о высокой точности модели.

Для оценки непротиворечивости достаточно, чтобы рассогласование между оригиналом и моделью имело характер простой ошибки измерений, что определяется критерием согласия Пирсона. Для этого поделим интервал $(-12; 12)$ на 6 равных

интервалов. Найдем число попаданий N_j и P_j вероятность попадания в j -й интервал (из 6).

Интервал	N_j	P_i
(-12;-8)	1	0.04
(-8;-4)	2	0.15
(-4;0)	3	0.31
(0;4)	6	0.31
(4;8)	2	0.15
(8;12)	0	0.04

Вычислим $\chi^2_{\text{наблюдаемое}} = 1,963902$ и по таблице критических значений χ^2 (уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $k = 6 - 2 = 4$) найдем критическое значение $\chi^2_{\text{крит.}}(0,05,4) = 9,488$.

Так как $\chi^2_{\text{наблюдаемое}} = 1.96 < \chi^2_{\text{крит.}} = 9.5$, гипотезу о нормальном распределении рассогласованности принимаем, соответственно можно говорить о непротиворечивости рассогласованностей.

Исходя из непротиворечивости рассогласованностей и высокой точности, можно считать данную модель адекватной.

В результате, на основе проведения эмпирического анализа факторов, влияющих на процесс обучения, построена математическая модель учащегося, выходным параметром которого являлся его рейтинг учебы. По данной модели были построено несколько моделей опрошенных учащихся и получена высокая точность с их реальными рейтингами.

На основании проделанного исследования, можно сделать вывод, что предоставленная математическая модель хорошо описывает рейтинг учебы учащегося. С ее помощью можно прогнозировать рейтинг первокурсников, для оптимизации их обучения в будущем.

Анализируя параметры построенной модели, можно сделать вывод, что студенты высоко оценили такой фактор учебы, как желание учиться, однако, при тестировании выявилось, что у большинства студентов группы нет желания учиться. А значит, в данной группе следует замотивировать учащихся к учебе. Существуют различные способы для повышения мотивации учащихся. Например, преподаватель должен показать учащимся, почему его предмет будет действительно полезен в их будущей деятельности. Проявить уважения к учащимся - студент является личностью, требующей соответствующего отношения.

Учащихся необходимо не только заинтересовать предметом, но и открыть для него возможности практического применения полученных знаний.

1. Кубланов М.С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов. Часть I. Моделирование систем и процессов. Издание третье, переработанное и дополненное: Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 108 с.: ил. 42, табл. 5.
2. Царева Е.Н. Применение экспертных методов в процессе оптимизации обучения. // Молодежный научно-технический вестник ФС77-51038, №1 (январь), 2014. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/685989.html>
3. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М ФИЗМАТЛИТ. 2005 — 320 с.
4. Краснощеков П. С., Петров А. А. Принципы построения моделей. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 264 с.