

УДК 519.862.6

ПОПУЛЯЦИОННАЯ СОЦИОМЕТРИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Мазуркин П.М.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru

Образовательные организации и части (студенты, профессорско-преподавательский состав, учебно-вспомогательный персонал и др.) вполне можно представить как популяции. Цель статьи – показать возможности идентификации результатов деятельности вузов биотехническим законом. В каждый момент времени могут образовываться популяции (отличники, середняки и т.д.) или по кастам (преподаватели и др.) по успеваемости в жизни. Рассмотрены распределения результатов тестирования студентов по учебным дисциплинам по общеизвестной шкале 2, 3, 4 и 5.

Ключевые слова: вузы, дисциплины, тесты, оценки, распределения, закономерности

POPULATION SOTSIOMETRIKA EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Mazurkin P.M.

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

Educational organizations and units (students, faculty, teaching and support staff, etc.) may well be thought of as a population. *Article purpose* – to show possibilities of identification of results of activity of universities the biotechnical law. At any time, may form a population (excellent, middle peasants and so on) or caste (teachers, etc.) on progress in life. The distribution of test results of students on academic subjects by well-known scale of 2, 3, 4 and 5.

Keywords: universities, discipline, tests, evaluation, distribution patterns

Образовательные организации (вузы и др.), а также их части (студенты, профессорско-преподавательский состав, учебно-вспомогательный персонал и др.), по статистическим данным [1] вполне возможно представить как популяции. В этом случае применим биотехнический принцип [2, 3], который как частный случай включает в себя закон распределения Ципфа – Парето – Мандельброта. *Цель статьи* – показать возможности идентификации результатов деятельности вузов биотехническим законом.

Популяция – совокупность особей одного вида. Она является элементарной единицей эволюционного процесса и формой существования вида [4]. Таким образом, под словосочетанием «популяционная эконометрика» мы понимаем измерение и изучение экономических объектов (в данном случае образовательных организаций) как совокупностей (популяций) развивающихся особей. В итоге социокультурная динамика количественно измеряется относительно популяций (учащиеся, обучающие и др.).

Причем популяции в каждый момент времени могут образовываться по успеваемости в научно-учебном процессе (отличники, хорошисты, середняки, двоечники, должники и т.д.) или по кастам (профессура, преподаватели, ассистенты и др.) успеваемости в жизни.

Такие структуры назовем динамически популяциями, так как одна и та же особь может изменять свой статус и переходить из одной популяции в другую (самый длинный переход образовательных преобразований – это «абитуриент → профессор»).

Результаты тестирования. Рассмотрим распределения результатов тестирования студентов по различным учебным дисциплинам. Шкала оценки 2, 3, 4 и 5 общеизвестна (для статистического моделирования предпочтительна 100-балльная шкала).

По статистическим данным [1, с. 37, рис. 2.1] получена (табл. 1) вероятность распределения (%) оценок по тесту «высшая математика»

$$P = 0,00083312B^{36,6692} \exp(-10,12363B^{0,99201}) + 7,6361. \quad (1)$$

Таблица 1

Результаты тестирования студентов, %

Балл, <i>B</i>	Тест «Высшая математика»				Общетехнический тест			
	\hat{P}	<i>P</i>	ε	Δ , %	\hat{P}	<i>P</i>	ε	Δ , %
2	7,8	7,80	-2e-05	-0,00	9,5	10,94	-1,44	-14,16
3	29,6	29,60	2e-05	0,00	49,4	49,37	0,03	0,06
4	47,9	47,90	9e-06	0,00	28,6	28,68	-0,08	-0,28
5	14,7	14,70	2e-05	0,00	12,5	11,03	1,47	11,76

Апостериорная информация, появляющаяся в ходе статистического моделирования, а также при анализе параметров математической модели и показателей её адекватности, позволяет сформулировать эвристические выводы о деятельности вузов, а в данном примере – по тесту и процессу тестирования по высшей математике. Такая работа должна быть налажена в научно-информационном центре вуза. Во многих случаях возможно сделать выводы и о доброкачественности самого процесса тестирования, а также о работе команды экспертов. В данной статье эти вопросы не рассматриваются.

Остатки между фактическими \hat{y} и y расчетными значениями показателя аккреди-

$$P = 0,001965B^{48,7374} \exp(-14,3302B^{1,0140}) + 10,6930. \quad (2)$$

Доверительная вероятность этой модели составляет $100 - 15,16 = 84,84\%$.

Наложение распределений результатов тестирования для группы вузов, по-

– эталон

$$P = 4,4129B^{15,9891} \exp(-5,4503B^{0,9394}); \quad (3)$$

– вуз N

$$P = 2,4990B^{23,7165} \exp(-6,4009B^{1,1540}) + 0,1533. \quad (4)$$

Таблица 2

Результаты тестирования школьной подготовки первокурсников, %

Балл B	Эталон				Вуз N			
	\hat{P}	P	ϵ	Δ , %	\hat{P}	P	ϵ	Δ , %
2	8,0	8,29	-0,29	-3,63	22,6	22,60	5e-05	0,00
3	42,9	42,66	0,24	0,56	68,8	68,80	6e-05	0,00
4	36,5	36,85	-0,35	-0,96	8,3	8,30	3e-05	0,00
5	12,6	12,18	0,41	3,25	0,3	0,30	-5e-06	-0,00

Эталонный вуз имеет распределение успеваемости по элементарной математике, уравнение которого полностью соответствует биотехническому закону [2, 3]. Наложение распределений возможно исследовать путем сопоставления формул (3) и (4). Таким образом, результаты тестирования вполне возможно моделировать биотехническим законом и конструкциями статистических моделей на его базе.

Популяции обучающихся. Рассмотрим доли студентов, обучающихся по каким-то группам учебных дисциплин. Известно [1, с. 50], что для профильных университетов доля студентов, обучающихся по профессиональным образовательным программам естественнонаучного и математического профиля, в основном, не превышает

$$\alpha = 98,22 \exp(-0,004953r^{5,5411}) + 5,0177r^{7,1288} \exp(-2,0403r), \quad (5)$$

тации определяются по формуле $\epsilon = \hat{y} - y$, а относительная погрешность идентификации – $\Delta = 100\epsilon / \hat{y}$. При этом адекватность модели оценивается по максимальной относительной погрешности Δ_{\max} .

Это на порядок ужесточает требования к статистическим моделям в сравнении с известными критериями верификации (Фишера, хи – квадрат и др.) и одновременно значительно облегчает работу по структурно-параметрической идентификации устойчивых законов распределения, многие из которых являются частными случаями биотехнического закона.

Общетехнический тест описывается менее точным уравнением (табл. 1)

казанное в [1, с. 38, рис. 2, 3] графически, вполне возможно выполнить по соответствующим математическим моделям (табл. 2):

10%. Статистические характеристики математического ожидания, может быть, и имеют какую-то концептуальную основу, но следует признать, что среднестатистического вуза просто не существует.

Поэтому применение методологии массового статистического материала по закону нормального распределения Гаусса в социокультурной динамике вызывает значительные сомнения. Нас больше всего заинтересовали данные по вузам, выпавшим из основной группы (какое сожаление для классической статистики и какая радость для неугомонной эвристики).

Как и для популяций биологических объектов (студенты и преподаватели – это разумные ...) получено уравнение из двух составляющих

первое из которых соответствует закону гибели [2, 3, 5], а второе – упрощенному биотехническому закону стрессового возбуждения (табл. 3), где α – доля (вероятность)

студентов, обучающихся по профессиональным программам естественнонаучного и математического профиля, %; r – ранг популяции, начиная с максимальной доли.

Таблица 3

Изменение доли студентов, %

Ранг r	Обучающихся по ПрОП ЕНМ				Обучающихся по ПрОП ГСЭ			
	$\hat{\alpha}$	α	ε	$\Delta, \%$	$\hat{\alpha}$	α	ε	$\Delta, \%$
0	100,0	98,22	1,78	1,78	100,0	-	-	-
1	96,5	98,33	-1,89	1,96	84,7	84,70	-6e-04	-0,00
2	90,0	89,86	0,14	0,16	55,6	55,58	0,02	0,04
3	38,8	38,87	-0,07	-0,18	45,7	45,81	-0,11	-0,24
4	28,7	28,07	0,63	2,20	40,0	39,83	0,17	0,43
5	16,2	17,90	-1,70	-10,49	35,3	35,38	-0,08	-0,23
6	10,2	8,54	1,66	16,27				

По данным [1, с. 52], вузы с ярко выраженной гуманитарной направленностью составляют более 30%. Из них «выпали» особи, имеющие долю студентов, обучаю-

щихся по гуманитарным и социально-экономическим образовательным программам.

Их множество описывается уравнением вероятности рангового распределения

$$\alpha = 100 \exp(-0,4447r^{0,5280}) + 53,1064r^{-1,4553} \exp(-0,9470r), \quad (6)$$

которое имеет аномальное второе составляющее (изменился знак интенсивности роста на отрицательный знак гибели по экспоненциальному закону).

количество вузов, прошедших процедуру государственной аккредитации, образуют одну популяцию. Тогда по данным [1, с. D3-D10] возможно находить волновые закономерности изменения численности Z групп (популяций) вузов.

Это эвристически означает, что неладно в поведении совокупности вузов. При этом доверительная вероятность формулы по данным табл. 3 составляет не ниже 99,57%.

Ранг специальности R расставим по убыванию численности групп вузов. Для первых 25 позиций получено следующее уравнение (табл. 4) распределения численности вузов

Популяции вузов. Пусть по заданной специальности (направлению подготовки)

$$Z = 67,01 \exp(-0,2770R^{0,4569}) + 0,06285R^{4,7769} \exp(-0,6283R) \sin(\pi R / 20,008 + 1,8107), \quad (7)$$

Таблица 4

Изменение количества вузов, прошедших процедуру государственной аккредитации по 25 специальностям, шт.

R	\hat{Z}	Z	ε	$\Delta, \%$	R	\hat{Z}	Z	ε	$\Delta, \%$
0	67	67,01	-0,01	-0,01	13	25	24,97	0,03	0,12
1	51	50,83	0,17	0,33	14	25	24,41	0,59	2,36
2	43	-	-	-	15	24	24,00	-0,002	-0,01
3	43	43,78	-0,78	-1,81	16	23	23,06	-0,66	-2,87
4	43	42,24	0,76	1,77	17	23	23,33	-0,33	-1,43
5	41	40,68	0,32	0,78	18	23	22,99	0,01	0,04
6	38	38,63	-0,63	-1,66	19	23	22,61	0,39	1,70
7	36	36,10	-0,10	-0,28	20	23	22,22	0,78	3,39
8	33	33,38	-0,38	-1,15	21	22	21,79	0,21	0,95
9	32	30,82	1,18	3,69	22	21	21,36	-0,36	-1,71
10	21	-	-	-	23	21	20,92	0,08	0,38
11	26	26,99	-0,99	-3,81	24	20	20,48	-0,48	-2,40
12	26	25,79	0,21	0,81					

Максимальная относительная погрешность, после исключения двух точек при $R = 2$ и $R = 10$, составляет всего 3,81%, то есть доверительная вероятность распреде-

ления численности вузов по первым 25 специальностям составляет не ниже 96,19%.

Поэтому уравнение (7) можно считать очень высокоадекватным.

Всего в распределении участвуют 284 специальности. Для каждого подмножества специальностей, у которых равны число вузов, определим средневзвешенные точки S . Например, элитная каста специальностей, по которым имеется аккредитация только по одному вузу, содержит группу специальностей от ранга 188 до ранга 284, то есть 97 специальностей. Тогда получим переходную формулу

$$s = R_1 + 0,5(R_2 - R_1),$$

$$Z = 67,868 \exp(-0,2788s^{0,4537}) + 0,1683 \exp(0,01606s) \sin(\pi s / (2,0396 - 0,0009011s)) + 2,3962. \quad (8)$$

поэтому для элитной касты специальностей имеем

$$s(Z = 1) = 188 + 0,5(284 - 188) = 188 + 48 = 236,0.$$

Аналогично были подсчитаны ранги каст специальностей. Например при $R = 0$ получим $s(Z = 67) = 0,0$. Далее одиночные касты исключаются, поэтому вторая точка будет при $s(Z = 23) = 18,0$ и так далее.

В табл. 5 приведены результаты расчетов по уравнению

Таблица 5
Изменение количества вузов, прошедших процедуру государственной аккредитации по кастам специальностей, шт.

s	\hat{Z}	Z	ε	$\Delta, \%$	s	\hat{Z}	Z	ε	$\Delta, \%$
0.0	67	66,98	0,02	0,03	59,5	11	11,61	-0,61	-5,55
18.0	23	23,56	-0,56	-2,43	70,5	10	10,29	-0,29	-2,90
25.0	20	20,00	-0,001	-0,01	82,5	9	8,94	-0,06	-0,67
30.5	18	17,90	0,10	0,56	96,5	8	7,72	0,28	3,50
35.5	17	16,65	0,35	2,06	112,5	7	6,80	0,20	2,86
40.0	16	15,37	0,63	3,94	130,5	6	6,46	-0,46	-7,67
44.5	14	14,03	-0,03	0,21	164,5	2	2,23	-0,23	-11,50
49.0	13	12,79	0,21	1,62	236,0	1	0,99	0,01	1,00
53.5	12	11,90	0,10	0,83					

В статистической модели (8) появилась волновая функция, показывающая изменение длины волны по мере возрастания шкалы каст специальностей. Наибольшее внимание необходимо уделять элитной касте специальностей, так как: *во-первых*, здесь отсутствует конкуренция внутри России за качество специальности; *во-вторых*, именно здесь находятся ростки будущих изменений в сфере образования и, прежде всего, платных образовательных услуг.

Касты специальностей с большими численностями вузов превращаются в некоторые условные организации (функциональные структуры):

во-первых, предоставляющие населению общее высшее образование, и из-за этой односторонней деятельности теряющие чувство стратегической перспективы;

во-вторых, их существование подчиняется законам рынка, и они становятся вполне самостоятельными (в том числе и в финансовом отношении).

Во втором случае конъюнктура недолговременная и не представляет собой надежную основу долгосрочного прогнозирования высшего образования в России. Прорывы в мировой системе высшего образования могут дать только представители научной касты вузов.

Заключение

Статистическое моделирование применимо к различным социокультурным явлениям и процессам. Популяционная эконометрика, дополненная нашим биотехническим подходом к идентификации структур статистических моделей, становится эффективным инструментом в анализе популяций различных типов социокультурных объектов, в том числе и образовательных организаций. Их совокупности ведут себя как биологические популяции, а отдельные компоненты каждого из образовательной организации – как биологические особи (в некоторых случаях даже как органы организмов).

В связи с этим задача прогнозирования циклической динамики социально-экономических явлений в сфере образования заключается в том, чтобы какими то способами и средствами обеспечить: *во-первых*, сохранение и продолжение устойчивых тенденций роста и прогрессивного развития образовательных процессов; *во-вторых*, разработку превентивных систем мероприятий по предотвращению снижения значимости влияния, то есть повышения критерия устойчивого развития, динамических составляющих поведения образовательных организаций и их отдельных компонент.

Критерием устойчивого развития (в аналитической форме) образовательных организаций в России следует принять отношение устойчивых тенденций к сумме устойчивых тенденций и динамических стохастических изменений показателей аккредитации.

При этом данные [1] представляют собой только один срез во времени. Для идентификации динамических статистических эконометрических моделей, создаваемых на основе биотехнического закона [5], необходимы не менее 5-7 срезов во времени. Если подобрать систему из наиболее общих показателей деятельности образовательных организаций, то появится возможность выявления статистических моделей эволюции, например высшего образования в России с момента его возникновения (за более чем 400 лет).

Подробнее о моделировании: набрать в Google «Мазуркин Петр Матвеевич». Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/12032 МОН РФ.

Список литературы

1. Анализ результатов работы аккредитационной коллегии по государственной аккредитации высших учебных заведений (01.04.1997 – 01.05.1998) // Отчет Научно-информационного центра государственной аккредитации. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998.
2. Мазуркин П.М. Биотехническое проектирование: справочно-методическое пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1994. – 348 с.
3. Мазуркин П.М. Статистическая биометрия и экология. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 36 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
5. Мазуркин П.М., Сабанцев Ю.Н. Эконометрика и прогнозирование промышленного производства. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 42 с.