

Прогнозирование рынка образовательных услуг на базе цифровых технологий

Prediction of the market for educational services based on digital technologies

doi 10.26310/2071-3010.2020.257.3.010



А. А. Федотов,
к. э. н., доцент, врио ректора
✉ fedotov@oreluniver.ru

A. A. Fedotov,
PhD, associate professor, acting rector



Л. Н. Борисоглебская,
д. э. н., профессор, проректор по научной
и проектно-инновационной деятельности
✉ boris-gleb@rambler.ru

L. N. Borisoglebskaya,
doctor of economic sciences, professor,
vice-rector for scientific
and project-innovative activity



С. М. Сергеев,
к. т. н., старший научный сотрудник, Инжиниринговый
центр технологий цифровой среды для обеспечения
комплексной безопасности: телекоммуникации, средства
связи и энергоэффективность/доцент,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
✉ sergeev2@yandex.ru

S. M. Sergeev,
candidate of technical sciences, senior researcher,
Engineering center for digital environment technologies
for comprehensive security: telecommunications,
communications and energy efficiency/assistant professor,
Peter the Great St. Petersburg polytechnic university



Я. О. Лебедева,
к. э. н., докторант/старший преподаватель,
кафедра P1 менеджмента организации,
БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова
✉ yana-lebedeva@bk.ru

Ya. O. Lebedeva,
candidate of economic sciences,
doctoral/senior lecturer, department of P1
organization management, BSTU «Voenmeh»
n. a. D. F. Ustinov

Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева

Oryol state university n. a. I. S. Turgenev

В настоящее время рынок образовательных услуг во всем мире развивается под влиянием инновационных технологических и организационных решений. Современная концепция образования, учитывающая требования Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), нацелена на возможность выбора студентом ряда дисциплин, исходя из их собственных предпочтений. Так как стандартными методами не представляется возможным предсказать какие предметы интересуют каждого конкретного обучающегося, необходимо использовать цифровые технологии для обработки информации, предоставляемой сайтами-агрегаторами и поисковыми порталами. Данные сведения отражают статистические данные по степени заинтересованности абитуриента в том или ином направлении профессиональной подготовки. Исходя из этих вероятностных характеристик, становится возможным построить матрицу потребительских предпочтений, рассматривая студента как потребителя образовательных услуг. Статья посвящена решению этих задач на базе цифровых технологий с применением методов стохастической оптимизации, математической теории поиска решений в условиях неопределенности, компьютерного моделирования.

Currently, the market for educational services around the world is developing under the influence of innovative technological and organizational solutions. The modern concept of education, taking into account the requirements of the Federal State Educational Standards (GEF), is aimed at the student being able to choose a number of disciplines based on their own preferences. Since using standard methods it is not possible to predict which subjects interest each particular student, it is necessary to use digital technology to process the information provided by sites by aggregators and search portals. This information reflects statistical data on the degree of interest of the applicant in a particular area of professional training. Based on these probabilistic characteristics, it becomes possible to build a matrix of consumer preferences, considering the student as a consumer of educational services. The article is dedicated to solving these problems on the basis of digital technologies using stochastic optimization methods, the mathematical theory of finding solutions in the face of uncertainty, and computer modeling.

Ключевые слова: рынок образовательных услуг, математическое моделирование, цифровые технологии.

Keywords: educational services market, mathematical modeling, digital technologies.

Одной из задач национального проекта РФ «Образование» является формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, основанной на принципах справедливости, всеобщности и направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию всех обучающихся [1].

Современная система образования в России направлена на формирование единства образовательного пространства в стране. Вузы при оказании услуг в сфере образования по направлениям подготовки бакалавров, специалистов и магистров, должны учитывать требования Федеральных государственных образова-

тельных стандартов (ФГОС), которые определяют, прежде всего, структуру основных образовательных программ, условиях их реализации и результаты освоения.

В тоже время, принятие управленческих решений [2], при оказании услуг в сфере образования, должно проводиться с учетом баланса разнонаправленных показателей в рамках действующего законодательства. Трансформация системы взаимоотношений на рынке образовательных услуг, прежде всего, обусловлена цифровизацией и растущей конкуренцией вузов. Анализ рыночной ситуации в области оказания образовательных услуг имеет важнейшее значение для оценки перспектив

привлечения абитуриентов в учебное заведение в условиях неопределенности внешней среды.

В настоящее время основными факторами, влияющими на деятельность высших учебных заведений, становятся общее снижение количества абитуриентов, вызванное демографическими причинами, связанная с конкурентной обстановкой волатильность спроса на образовательные услуги. Традиционное моделирование работы менеджмента в условиях неполной информации заключается в формировании математического описания, как правило, на основе линейных функций [4].

Такой метод, обладая достаточной простотой и наглядностью, не может дать в итоге приемлемых для практических целей результатов. Необходимым является разработка и внедрение методов прогнозирования рынка образовательных услуг на базе цифровых технологий, результаты которого можно использовать при разработке структуры основных образовательных программ, предлагаемых вузом, в соответствии с требованиями ФГОС, в части формируемой участниками образовательного процесса.

Теоретический анализ планирования деятельности на рынке образовательных услуг

Вопросы анализа рисков принятия решений в условиях неопределенности решаются методами теории исследования операций [3]. Так как современная молодежь, представители которой являются потенциальными абитуриентами, в подавляющем большинстве ориентируется на интернет-ресурсы, то для решения поставленной в настоящей статье задачи, необходимо привлечь возможности цифрового обмена информацией.

В общем виде предварительные сведения W_i , полученные от таких масштабных поисковиков, как Яндекс, Google и другие, выглядят в виде набора векторов: $W_i = \{p_i, D_1, D_2, \dots, D_N\}$, где p_i — доля потенциального пула абитуриентов, $i=1, 2, \dots, M$;

$$\sum_i p_i = 1,$$

M — число исследуемых групп; D_k для $k=1, 2, \dots, N$ наименование (вид) предлагаемого направления обучения или группы дисциплин; N — количество направлений обучения по которым допускается образовательная деятельность. Из указанных данных, можно сформировать матрицу отражающую статистику предпочтений по выбору желаемых профессиональных компетенций $P = \{p_{ij}\}$ где $i, j = 1, 2, \dots, N$, элементы которой показывают долю предпочтений при выборе i -го направления обучения j -му.

Далее решение задачи можно разделить на три варианта.

1. Предлагать набор направлений подготовки, по которым вуз имеет кадровый состав, и проводить свою образовательную деятельность, не затрачивая средства на продвижение новых направлений или на исследование работы конкурентов. Выбор данного подхода позволяет сконцентрироваться на собственных компетенциях, не расходуя денежные средства и ресурсы времени. В качестве

отрицательного момента стоит отметить риск возможных потерь из-за неопределенности спроса на образовательные услуги.

- Провести исследование текущей и перспективной образовательной деятельности других конкурирующих учебных заведений с целью определения их политики в области привлечений абитуриентов как потребителей образовательных услуг. Использование такого подхода требует дополнительных затрат.
- Смешанная стратегия заключающаяся в продолжении деятельности по первому варианту с одновременной оценкой работы конкурирующих [5] учебных заведений с целью определения наиболее выгодного предложения на следующий учебный год.

Оценка представленных трех вариантов с точки зрения экономической выгоды позволит спланировать деятельность высшего учебного заведения на следующий плановый период оптимальным образом.

Практический пример прогнозирования рынка образовательных услуг на базе цифровых технологий

Продemonстрируем порядок и алгоритм решения на задаче ограниченной размерности на примере кампании по набору абитуриентов для обучения по коммерческой специальности в одном из вузов России, в ходе которой проводился опрос, где претендентам на обучение предлагалось определить степень привлекательности следующих направлений профессиональной подготовки:

- «Организация и управление бизнесом в сфере торговли»;
- «Международная торговля»;
- «Маркетинг в коммерческой деятельности»;
- «Логистические системы в торговле».

Полученные статистические данные по этим направлениям формализовано представим в виде соответствия D_k для $k=1, 2, 3, 4$.

Соответственно запишем значения векторов W_i . Их компонентами служат показатели интереса абитуриентов в порядке убывания предпочтений.

В современных условиях [6] проникновения цифровых технологий необходимые для расчета данные можно будет получать онлайн, а исследование проводить в режиме реального времени, что позволит перейти на этапе планирования к современной системе опережающих показателей. В результате статистической обработки данных опроса получено следующее распределение:

$$W_1 = \{6,5\%, D_4, D_3, D_2, D_1\},$$

$$W_2 = \{18,5\%, D_3, D_3, D_1, D_4\},$$

$$W_3 = \{32\%, D_2, D_1, D_4, D_3\},$$

$$W_4 = \{43\%, D_1, D_4, D_3, D_2\}.$$

Отметим, что условие полноты группы событий (сумма p_i равна единице для $M=4$) выполнено. Об-

Таблица 1

Представление задачи при выборе варианта 1

Вариант 1		U ₁	
		D ₂	D ₄
U ₂	D ₁	43%	93,5%
	D ₃	68%	18,5%

работка с помощью ЭВМ позволяет построить уже полную матрицу предпочтений в следующем виде:

$$\begin{pmatrix} * & 1-p_{21} & 1-p_{31} & 1-p_{41} \\ p_{21} & * & 1-p_{32} & 1-p_{42} \\ p_{31} & p_{32} & * & 1-p_{43} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & * \end{pmatrix},$$

где p_{ij} — степень предпочтения направления обучения D_i перед D_j , $i, j=1, 2, 3, 4$.

Окончательно сформируем следующую матрицу согласно данным опроса:

$$P = \begin{pmatrix} D_1 & D_2 & D_3 & D_4 \\ D_1 & * & 43\% & 75\% & 93,5\% \\ D_2 & 57\% & * & 32\% & 50,5\% \\ D_3 & 25\% & 68\% & * & 18,5\% \\ D_4 & 6,8\% & 49,5\% & 81,5\% & * \end{pmatrix}.$$

Последующее решение для рассматриваемых трех вариантов стратегий строится на полученных данных.

Рассмотрим случай конкуренции двух образовательных учреждений U_1 и U_2 в процессе набора студентов на обучение. Пусть U_2 может концентрировать деятельность на направлениях D_1, D_3 , а в свою очередь сфера интересов U_1 лежит в направлениях D_2, D_4 . Для математической модели названия и порядок их не имеет значения.

В первом варианте работы можно построить следующее представление задачи (табл. 1).

Матрица решения будет нами использована как решение двойственной задачи линейного программирования для поиска равновесия по Нэшу. Заложив данные в ЭВМ, получим следующую картину (рис. 1).

Введем обозначения: α — доля направления обучения D_1 в учебном плане U_2 , соответственно β — доля направления обучения D_2 в учебном плане U_1 . Тогда составив уравнение баланса

$$S = \beta [43\% \alpha + 68\% (1 - \alpha)] + (1 - \beta) [93,5\% \alpha + 18,5\% (1 - \alpha)]$$

для поиска решения α^*, β^* возьмем частные производные:

Таблица 2

Представление задачи при выборе варианта 2

Вариант 2		U ₁			
		D ₁ -D ₂	D ₁ -D ₂	D ₁ -D ₄	D ₁ -D ₄
		D ₃ -D ₂	D ₃ -D ₄	D ₃ -D ₂	D ₃ -D ₄
U ₂	D ₁	43%	43%	93,5%	93,5%
	D ₃	68%	18,5%	68%	18,5%

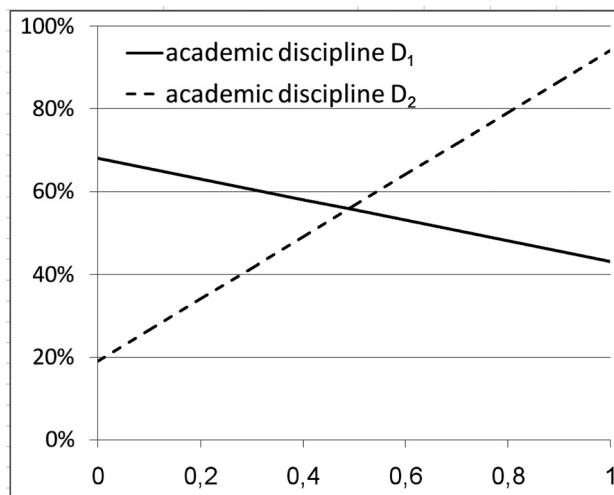


Рис. 1. Процесс поиска решения

$$\frac{\partial S}{\partial \alpha} = 0 \text{ и } \frac{\partial S}{\partial \beta} = 0.$$

Отсюда получив, $\alpha^*=0,495$, $\beta^*=0,75$ подставим их в любое из уравнений для определения значений H^*_1 доли абитуриентов учреждения U_1 из общей массы, претендующих на получение образование и, соответственно H^*_2 доли учреждения U_2 :

$$H^*_1 = 43\% \cdot 0,495 + 68\% \cdot 0,505 \approx 55,63\%,$$

$$H^*_2 = 100\% - 68\% \cdot 0,75 - 18,5\% \cdot 0,25 \approx 44,37\%.$$

Это и даст искомые цифры для планирования деятельности, полученные из условия распределения потока поступающих абитуриентов между образовательными учреждениями.

Теперь рассмотрим второй вариант, когда были произведены затраты на исследование деятельности других участников рынка образовательных услуг с целью наиболее выгодного участия в кампании по привлечению абитуриентов. В этом варианте, задача представлена в следующем виде (табл. 2).

В этом случае поиск решения проводится по теореме Нэша. Соответственно для U_1 имеем:

$$\min_{\text{the columns}} \max = 43\%,$$

для U_2 имеем:

$$\max_{\text{strings}} \min = 43\%.$$

Так как в данном случае имеется чистое равновесие, то учебному заведению U_2 необходимо максимум внимания уделять развитию направления образования D_1 , в свою очередь учебному заведению U_1 исходя из полученной информации о деятельности другого, необходимо максимум внимания уделять развитию направления образования D_2 .

В третьем варианте наблюдается более сложная картина. Поскольку за первый период, например за учебный год, проводится анализ деятельности учебных заведений, то соответственно часть общего пула потенциальных студентов объемом в r процентов, будет заинтересована в других предложениях от U_2 и потеряна для U_1 .

Представление задачи при выборе варианта 3

Вариант 3		U1				D2	D4
		Выжидание оценка ситуации					
		D_2	D_2	D_4	D_4		
		D_2	D_4	D_2	D_4		
U_2	D_1	$r + 43(1-r)$	$r + 43(1-r)$	$r + 93,5(1-r)$	$r + 93,5(1-r)$	43	93,5
	D_3	$r + 68(1-r)$	$r + 18,5(1-r)$	$r + 68(1-r)$	$r + 18,5(1-r)$	68	18,5

В третьем варианте задача определения доли лиц заинтересованных в обучении имеет вид (табл. 3).

Задав в качестве численного примера $r=20\%$, заложим данные в ЭВМ и получим следующую диаграмму (рис. 2):

На рис. 2 стрелкой отмечен вариант равновесия по Нэшу, который дает искомое решения. Для его поиска необходимо решить уравнение:

$$0,544\alpha + 0,348(1-\alpha) = 0,43\alpha + 0,68(1-\alpha),$$

откуда получим $\alpha^* \approx 0,744$. Теперь можно определить значения H^*_1 доли учреждения U_1 :

$$H^*_1 = 0,544 \cdot 0,744 + 0,348(1 - 0,744) \approx 49,38\%,$$

$$H^*_2 \approx 50,62\%.$$

Теперь можно свести полученные результаты в таблицу (табл. 4).

Представленные в табл. 4 данные показывают распределение общего числа абитуриентов заинтересованных в основных образовательных программах конкурирующих учебных заведений. Отметим, что все рассуждения, а также математические формализмы [7] были построены на основе данных статистики предпочтений потребителей образовательных услуг. Роль менеджмента вузов состоит в экономическом расчете затрат на проведение обучения по данным дисциплинам, а также на мероприятия по изучению ситуации в конкурентной среде.

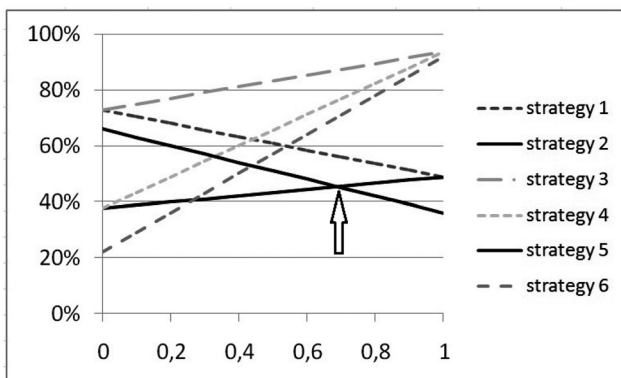


Рис 2. Набор диаграмм решения варианта 3

Выводы

Современные цифровые технологии дают возможность планировать деятельность высших учебных заведений на длительный горизонт. При этом необходимо выстраивать основные образовательные программы, ориентируясь на устремления учащихся приобретать навыки необходимые для успешной карьеры. Высокие стандарты подготовки, сочетание *hardskills*, учет *softskills*, позволят получить преимущество в конкурентном процессе предоставления образовательных услуг.

Современный абитуриент при выборе высшего учебного заведения отдает предпочтение Интернет-ресурсам, как основным источникам информации о рынке образовательных услуг. Одновременно, возможности сетей Web 4.0 дают обширный материал обратной связи, позволяющий собирать статистику по предпочтениям будущих студентов, сегментации их по целому ряду признаков, таких, как география, возраст, дата окончания средней школы, круг интересов и другие сведения, что позволяет менеджменту университетов гибко трансформировать программы обучения, соблюдать баланс базовой и вариативной части.

Аналогичные системы обратной связи реализованы ведущими университетами, включая аккредитацию European Quality Improvement System. Тренд на цифровизацию, включая использование математических моделей и систем искусственного интеллекта, позволит принимать в процессе планирования работы вузов оптимальные с экономической точки зрения управленческие решения и планировать деятельность в соответствии с требованиями рынка [8]. На основе использования цифровых технологий в процессах прогнозирования рынка образовательных услуг вузы могут планировать свою деятельность на несколько лет вперед, в первую очередь, определяя оптимальный выбор направлений обучения в части, формируемой участниками образовательного процесса, а также кадровые, финансовые и материально-технические ре-

Таблица 4
Результаты использования методов прогнозирования рынка образовательных услуг на основе цифровых технологий

Доля	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
U_1	55,63%	43%	49,38%
U_2	44,37%	57%	50,62%

сурсы, учитывая требования федеральных государственных образовательных стандартов.

Таким образом, применение методов прогнозирования рынка образовательных услуг на базе цифровых технологий, представленных в статье,

прежде всего, даст возможность вузам разработать оптимальную структуру основных образовательных программ, соответствующих не только требованиям действующего законодательства, но и запросам рынка.

Список использованных источников

1. Паспорт национального проекта «Образование» (утв. Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 г. № 16). <http://www.consultant.ru>.
2. Л. Н. Борисоглебская, С. М. Сергеев, Я. О. Лебедева. Моделирование устойчивости деятельности институциональных инвесторов на основе использования методики оценки HYIP-проектов//Иновации. 2018. № 1 (231). С. 95-100.
3. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev. Promotion based on digital interaction algorithm//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042032.
4. L. N. Borisoglebskaya, V. V. Provotorov, S. M. Sergeev, E. S. Kosinov. Mathematical aspects of optimal control transference processes in spatial networks//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042025.
5. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev, A. P. Khudyakov. Automated storage and retrieval system for Industry 4.0 concept//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOPConf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 032036.
6. S. Sergeev, L. Borisoglebskaya, O. Pilipenko. Economically Optimal Digital Solutions to Manage Integrated Network Flows//Proceedings of the 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension (SICNI 2018). P. 416-421.
7. L. N. Borisoglebskaya, S. M. Sergeev. Model of assessment of the degree of interest in business interaction with the university//Journal of Applied Economic Sciences. 2018. Vol. 12. № 8. P. 2423-2448.
8. S. M. Sergeev. Expansion of DEA methodology on the multimodal conception for the 3PL/ Editor in chief O. Ja. Kravets//In: Modern informatization problems in simulation and social technologies Proceedings of the XXIII-th International Open Science Conference. 2018. P. 169-176.

References

1. Passport of the national project «Education» (approved by the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects under the President of the Russian Federation, protocol № 16 dated December 24, 2018). <http://www.consultant.ru>.
2. L. N. Borisoglebskaya, S. M. Sergeev, Ya. O. Lebedeva. Modeling the sustainability of institutional investors based on the use of HYIP-project assessment methodology// Innovations. 2018. № 1. P. 95-100.
3. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev. Promotion based on digital interaction algorithm//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042032.
4. L. N. Borisoglebskaya, V. V. Provotorov, S. M. Sergeev, E. S. Kosinov. Mathematical aspects of optimal control transference processes in spatial networks//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 042025.
5. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev, A. P. Khudyakov. Automated storage and retrieval system for Industry 4.0 concept//International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering», MIP: Engineering-2019. 2019 IOPConf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 537 032036.
6. S. Sergeev, L. Borisoglebskaya, O. Pilipenko. Economically Optimal Digital Solutions to Manage Integrated Network Flows//Proceedings of the 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension (SICNI 2018). P. 416-421.
7. L. N. Borisoglebskaya, S. M. Sergeev. Model of assessment of the degree of interest in business interaction with the university//Journal of Applied Economic Sciences. 2018. Vol. 12. № 8. P. 2423-2448.
8. S. M. Sergeev. Expansion of DEA methodology on the multimodal conception for the 3PL/ Editor in chief O. Ja. Kravets//In: Modern informatization problems in simulation and social technologies Proceedings of the XXIII-th International Open Science Conference. 2018. P. 169-176.