ISSN 2500-316X (Online)

https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102

УДК 51-77

Оптимизационные процедуры в задаче маркетинга образовательных услуг на этапе формирования политики набора абитуриентов в вузы

В.А. Рогова,
Р.В. Шамин@

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва 119454, Россия
@Автор для переписки, e-mail: shamin@mirea.ru

В статье рассмотрены оптимизационные процедуры в маркетинге образовательных услуг при формировании маркетинговой стратегии нового набора в вузе. Рассмотрена математическая модель для формализации целевой функции при оценке результатов нового набора в вузе, которая является основой для создания оптимизационных процедур. Результаты нового набора характеризуются количественными и качественными показателями, которые включают в себя численность абитуриентов, а также средний балл ЕГЭ.

Предложена экономико-математическая модель для оптимального определения параметров нового набора, обеспечивающая сбалансированную политику его осуществления. При этом показана важность минимального порога баллов ЕГЭ, которые должен набрать абитуриент для зачисления в вуз. Увеличение этого параметра способствует тому, что увеличивается средний балл ЕГЭ у зачисленных студентов, но при этом уменьшается количество студентов, зачисленных на места с полным возмещением затрат. Рассмотрена оптимизационная задача, с помощью которой возможно вычислить оптимальное значение этого параметра.

Предложена теоретико-игровая математическая модель для моделирования влияния маркетинговых мероприятий и случайных факторов на результат нового набора, с помощью которой можно формировать ранжированный перечень мероприятий и оптимальное распределение ресурсов. Использование теоретико-игрового подхода позволяет эффективно учитывать факторы неопределенности, которые влияют на результаты нового набора. При этом предложен максиминный подход, с помощью которого определяется оптимальная стратегия маркетинговых мероприятий при организации нового набора в вузе. Предложена общая схема использования оптимизационной модели и приведен алгоритм, с помощью которого получается оптимальная маркетинговая стратегия нового набора и оптимальное распределение ресурсов на обеспечение этих мероприятий.

Ключевые слова: маркетинг образовательных услуг, оптимизационная задача, новый набор, теоретико-игровая модель, оптимальная стратегия, оптимальное распределение ресурсов.

Для цитирования: Рогова В.А., Шамин Р.В. Оптимизационные процедуры в задаче маркетинга образовательных услуг на этапе формирования политики набора абитуриентов в вузы. *Российский технологический журнал.* 2020;8(5):91-102. https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102

Optimization procedures in the problem of marketing educational services at the stage of forming a policy for recruiting applicants to universities

Vera A. Rogova,
Roman V. Shamin@

MIREA – Russian Technological University, Moscow 119454, Russia
@Corresponding author, e-mail: shamin@mirea.ru

The article discusses the optimization procedures in the marketing of educational services in the formation of a marketing strategy for a new recruitment in a university. A mathematical model for formalizing the objective function when evaluating the results of a new recruitment at a university is considered, which is the basis for creating optimization procedures. The results of the new recruitment are characterized by quantitative and qualitative indicators, which include the number of applicants, as well as the average USE score.

An economic and mathematical model is proposed for the optimal determination of the parameters of a new set, which provides a balanced policy for implementing a new set. At the same time, the importance of the minimum threshold of USE scores that an applicant must collect for admission to a university is shown. An increase in this parameter contributes to the fact that the average USE score of enrolled students increases, but at the same time the number of students enrolled in places with full cost recovery decreases. An optimization problem is considered, with the help of which it is possible to calculate the optimal value of this parameter.

A game-theoretic mathematical model is proposed for modeling the influence of marketing activities and random factors on the result of a new set, with the help of which it is possible to form a ranked list of activities and the optimal allocation of resources. Using the game-theoretic approach allows you to effectively take into account the uncertainties that affect the results of the new set. At the same time, a maximin approach is proposed, with the help of which we calculate the optimal strategy of marketing activities when organizing a new recruitment at a university. At the same time, a general scheme for using the optimization model is proposed and an algorithm is presented with the help of which we obtain a calculated optimal marketing strategy for implementing a new recruitment at a university and an optimal allocation of resources to ensure these activities.

Keywords: marketing of educational services, optimization problem, new set, game-theoretic model, optimal strategy, optimal resource allocation.

For citation: Rogova V.A., Shamin R.V. Optimization procedures in the problem of marketing educational services at the stage of forming a policy for recruiting applicants to universities. *Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal = Russian Technological Journal.* 2020;8(5):91-102 (in Russ.). https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102

Введение

Для большинства образовательных организаций высшего образования России в современных условиях их функционирования все большую значимость приобретает вопрос результативного проведения кампании нового набора и формирования контингента первокурсников, отвечающего целям развития самой образовательной организации. Поэтому успешно проведенный новый набор – это залог возможности осуществления образовательной деятельности не только в краткосрочной, но и в среднесрочной перспективе.

Однако практика показывает, что с каждым годом решать задачи нового набора вузам становится все труднее. Среди основных внешних (относительно системы высшего образования) факторов справедливо выделяется ухудшающаяся демографическая ситуация. По данным демографической статистики, за период с 2015 г. по 2019 г. численность населения страны в референтной возрастной группе (18 – 25 лет) сократилась на 19.5% [1]. Среди внутрисистемных факторов следует выделить сокращение количества бюджетных мест, а также повышающуюся ежегодно нормативную стоимость обучения, которая непосредственно влияет на устанавливаемую вузами стоимость обучения, и в силу невысокого уровня и тенденции снижения реальных доходов населения делает недоступным получение высшего образования на платной основе для определенной части молодых людей. В результате, динамика приема имеет тенденцию снижения: численность приема в вузы за период 2015 – 2019 гг. сократилась на 7.6%; прием на бюджетные места в государственных вузах за рассматриваемый период сократился на 2.8%, а на места с полным возмещением затрат – на 1.5% [2]. Если принять во внимание появление в системе высшего образования образовательных организаций, обладающих определенным статусом (федеральные университеты, национальные исследовательские университеты и, конечно, МГУ и СПбГУ, обладающие особым узаконенным статусом), становится совершенно очевидной тенденция дифференциации вузов, которая в совокупности с указанными выше факторами приводит к усилению конкуренции между образовательными организациями за привлечение абитуриентов.

Организуя новый набор, вузы стремятся не только к тому, чтобы привлечь как можно больше абитуриентов, но и к тому, чтобы эти абитуриенты обладали высокими «качественными» характеристиками: средний балл ЕГЭ, высокий балл по профильному предмету, наличие индивидуальных достижений и пр. И дело не только в том, что более подготовленные абитуриенты – это в последующем фактор повышения качества образовательного процесса, но и в том, что показатели качества нового набора являются показателями мониторинга деятельности вузов и используются в различных оценочных процедурах, по результатам которых принимаются многие важные для вузов решения, в том числе, выделение контрольных цифр приема.

Таким образом, современные условия функционирования образовательных организаций высшего образования требуют от вузов, с одной стороны, усилий по увеличению количества принятых на первый курс обучающихся; с другой стороны, желательно, чтобы это количество было достаточно высокого качества [3].

В своем стремлении повысить результативность нового набора образовательные организации все активнее используют маркетинговые инструменты, способствующие информированию абитуриентов, повышению их интереса к вузу, продвижению образовательных программ, реализуемых вузом, воздействию на увлеченность абитуриентов определенной профессиональной деятельностью. Организуя маркетинговую деятельность, образовательная организация должна четко понимать, в рамках какой стратегии нового набора она собирается действовать, какие из задач нового набора являются приоритетными. От этого зависит планирование маркетинговых мероприятий, их направленность, выбор соответствующих маркетинговых инструментов. Предлагаемая статья – это попытка привлечь для решения обозначенных задач математический инструментарий, позволяющий формализовать целевую функцию нового набора, наложить на нее существующие ограничения (условия приема и интересы образовательной организации) и сформулировать оптимизационную задачу в соответствии с заданными критериями.

1. Математическая оптимизационная модель

Рассмотрим математическую модель для формализации целевой функции для оценки результатов нового набора в вузе, которая кладется в основу создания оптимизационных процедур.

Результаты нового набора характеризуется количественными и качественными показателями, основными из которых являются:

- численность абитуриентов, зачисленных на бюджетные места;
- численность абитуриентов, зачисленных на места с полным возмещением затрат;
- средний балл ЕГЭ.

Достижение определенных значений в финансово-экономическом отношении дает доход вуза в виде субсидии на выполнение государственного задания и доход от внебюджетной образовательной деятельности в части основных образовательных программ высшего образования.

Рассмотрим математическую модель целевой функции нового набора. В результате нового набора, без разделения уровней образования[1], осуществляется зачисление на бюджетные и платные места. Пусть количество бюджетных студентов равно N, а количество студентов, зачисленных на места с полным возмещением затрат, равно M. Введем обозначения: b_n – суммарное количество баллов ЕГЭ у студента с номером n, где $n = 1, 2, \ldots, N$. Соответственно, c_m – суммарное количество баллов ЕГЭ у студента, зачисленного на место с полным возмещением затрат, с номером m, где $m = 1, 2, ..., M$.

Каждый студент, зачисленный на бюджетное место, приносит доход, который мы обозначим через r_n для студента с номером n, в зависимости от выбранного направления подготовки или специальности. При этом студент, зачисленный на место с полным возмещением затрат, приносит доход, который мы обозначим через q_m для студента с номером m.

Таким образом, экономический результат нового набора выражается с помощью функции

$$F(B, C) = r_1 + r_2 + \ldots + r_N + q_1 + q_2 + \ldots + q_M,$$

[1] Модель целевой функции нового набора рассматривается применительно к приему на основные образовательные программы бакалавриата и специалитета ввиду отсутствия при поступлении на образовательные программы магистратуры учета баллов ЕГЭ.

где через C и B обозначены множества студентов, зачисленных на бюджетные места и места с полным возмещением расходов.

С другой стороны, результат нового набора может быть оценен с помощью среднего балла ЕГЭ у поступивших на первый курс студентов. Для этого введем функцию

$$G(B, C) = (b_1 + b_2 + \ldots + b_N + c_1 + c_2 + \ldots + c_M)/(N + M).$$

В итоге мы получаем следующую целевую функцию

$$H(B, C) = \alpha \cdot F(B, C) + \beta \cdot G(B, C),$$

где α и β суть положительные коэффициенты, с помощью которых мы приводим слагаемые, включающие значения функций F и G, к безразмерному виду. Другая роль этих коэффициентов состоит в том, чтобы указать приоритет задачи при оптимизации функций F и G.

Итоговая оптимизационная задача может быть сформулирована в следующем виде

$$H(B, C) \to \max, \tag{1}$$

где максимум берется по множествам B и C. С задачей (1) необходимо связать ограничения:

$$N \leq K,\ M \leq P, \tag{2}$$

где K – это количество бюджетных мест, выделенных вузу в рамках контрольных цифр приема (КЦП), а P – это максимальное количество студентов, которые могут быть зачислены в рамках платного набора.

2. Анализ оптимизационной задачи

С математической точки зрения оптимизационная задача (1), (2) имеет тривиальное решение, когда $N = K$ и $M = P$. Однако вуз не в полной мере может управлять числами N и M, а также множествами B и C, поскольку эти величины представляют собой случайные множества.

Маркетинговые мероприятия, реализуемые в рамках приемной компании вуза, могут изменить статистические характеристики этих случайных параметров.

В реальности, как правило, для нормально функционирующих вузов, имеет место равенство $N = K$, что означает, что на все бюджетные места произведен 100% набор студентов. Однако ситуация $M = P$ в технических вузах бывает крайне редкой.

Для множества В принципиальное значение имеет решение оптимизационной задачи

$$b_n \to \max,\ n = 1, 2, \ldots, N.$$

Заметим, что эта задача имеет ограничение – суммарный балл не может быть более 310, но для ее математической постановки это не существенно.

Величины b_n определяются конкурсом на соответствующие специальности, который в свою очередь определяет проходной балл, т.е. минимальное значение для величин b_n.

Для множества C принципиальное значение имеет величина M, которая определяет количество студентов, обучающихся на платных местах. При этом величины c_m определяются минимальным количеством баллов, при котором абитуриент может быть зачислен на первый курс. Эта величина определяется руководством вуза с учетом минимальных баллов, установленных нормативными документами. Обозначим эту величину через γ, тогда мы можем следующим образом конкретизировать условия для оптимизационной задачи:

$$c_m \geq \gamma,\ m = 1, 2, \ldots, M.$$

Величина γ играет принципиально важную роль при формировании приемной политики в вузе.

Имеют место следующие зависимости функций B и C от значения γ при прочих равных условиях

$$F(C(\gamma')) > F(C(\gamma'')),\ \text{если}\ \gamma' < \gamma''$$

и

$$G(B(\gamma'), C(\gamma')) < G(B(\gamma''), C(\gamma'')),\ \text{если}\ \gamma' < \gamma''.$$

Из этих соотношений мы видим, что функция F является убывающей, а функция G возрастающей в зависимости от параметра γ. Если предположить, что имеет место непрерывная зависимость этих функций относительно параметра γ, то тогда должно существовать значение γ^*, которое будет оптимальным для следующей оптимизационной задачи

$$H(B(\gamma), C(\gamma)) \to \max,$$

где максимум берется по величине γ. Таким образом, оптимальная величина определяется из следующего соотношения

$$\max\{\ H(B(\gamma), C(\gamma)) : \gamma\ \} = H(B(\gamma^*), C(\gamma^*)).$$

Проблема при определении величины γ^* связана с тем, что на значения функции H большое влияние оказывают многие факторы, которые могут быть разделены на следующие группы:

- фундаментальные факторы;
- факторы управления;
- конъюнктурные факторы;
- случайные факторы.

Фундаментальные факторы определяются собственно образовательными программами вуза и качеством образовательных услуг, но главным образом – имиджем вуза в глазах абитуриентов и традиционным отношением к вузу.

Факторы управления – это те факторы, которые определяются действием вуза в рамках разворачивающейся приемной компании, рекламными действиями, а также различными мероприятиями, проводимыми вузом в рамках привлечения абитуриентов.

Конъюнктурные факторы – это факторы, которые связаны с конкретной ситуацией, возникающей в рамках данной приемной компании. Например, резкое падение или повышение спроса на определенные образовательные программы, социальные и экономические факторы, влияющие на ход приемной компании и т.д.

Наконец, случайные факторы – это факторы, которые складываются в результате различных факторов неопределенности, присущих любым социальным и экономическим процессам [4].

3. Математическая модель оптимизации маркетинговой стратегии

Для решения поставленных задач перед новым набором студентов вузы могут использовать различные маркетинговые стратегии в зависимости от поставленных целей. Маркетинговую стратегию можно представить как набор маркетинговых мероприятий. При этом разнообразные маркетинговые мероприятия могут быть направлены на достижение различных целей, которые ставятся перед новым набором.

Мы рассмотрим математическую модель для ранжирования маркетинговых мероприятий с целью оптимизации результатов нового набора и выработки оптимальной маркетинговой стратегии [5].

Пусть мы рассматриваем K различных маркетинговых мероприятий. Тогда через вектор $X = (x_1, x_2, \ldots, x_K)$ обозначим приоритеты каждого мероприятия, которые будем выражать следующими значениями:

$$x_k \in [0, 1], k = 1, 2, \ldots, K,$$

$$x_1 + x_2 + \ldots + x_K = 1.$$

При этом полагаем, что нулевое значение величины x_k означает неприменимость данного мероприятия. Заметим, что если какое-либо значение $x_k = 1$, то это будет означать, что мы применяем только данное мероприятие. Разумеется, что случаи, когда $x_k \in \{0, 1\}$, являются вырожденными.

При моделировании процессов нового набора мы должны учитывать не только применяемые вузом маркетинговые мероприятия, но и случайные факторы. Обозначим через Y набор реализовавшихся случайных факторов, а все возможные случайные факторы – через Ω, поэтому будем писать $Y \in \Omega$.

Сохраняя обозначения п. 1, запишем целевую функцию следующим образом

$$H(X, Y) = H(B(X), C(Y)) = \alpha \cdot F(B(X), C(Y)) + \beta \cdot G(B(X), C(Y)),$$

где рассматриваем, что результат нового набора B и C зависит от маркетинговых мероприятий X, а также от случайных факторов Y, поэтому в итоге мы рассматриваем только зависимость от переменных X, Y.

Оптимизационная задача состоит в максимизации значения функции $H(X, Y)$, но в отличие от ситуации п. 2, когда рассматривалась зависимость целевой функции только от результатов набора, сейчас мы имеем дело с ситуацией, когда контролируется только переменная X. В зависимости от реализации случайных факторов Y оптимальный «ответ» – выбор стратегии маркетинга X – будет различной. Однако рассматривая процесс нового набора, мы не можем выбрать значение вектора X по результатам случайных факторов Y, поскольку выбор маркетинговой стратегии необходимо делать до того, как будет реализовываться новый набор.

Если нам известны вероятности реализации случайных факторов $P(Y)$, то можно свести стохастическую оптимизационную задачу к классической задаче математического программирования с помощью процедуры усреднения, используя математическое ожидание

$$E_Y[H(X, Y)] = \sum H(X, Y) \cdot P(Y) \to \max,$$

где суммирование ведется по всем реализациям Y (в случае, когда Y – не дискретная величина, вместо суммы следует записать интеграл Лебега).

Однако при практическом использовании данной модели вероятности случайных факторов никогда не могут быть известны. При этом исторические данные набора предыдущих лет, вообще говоря, не в полной мере могут быть использованы в виду нестационарности случайных процессов, которые определяют реализацию Y [6].

Для решения оптимизационной задачи рассмотрим теоретико-игровую трактовку оптимизационной процедуры. Следуя подходу, развитому в теоретической математической статистике, мы будем рассматривать двух игроков: вуз и «природу». При этом у вуза есть стратегии X, а у «природы» – Y. Задача вуза состоит в том, чтобы максимизировать значение функции $H(X, Y)$, которая в теории игр называется функцией выигрыша, а задача «природы» – минимизировать значение этой функции [7]. Разумеется, что у нас нет оснований полагать, что «природа» имеет какие-либо цели, но для выбора оптимальной стратегии следует предполагать наихудший вариант развития событий [8].

Таким образом, мы имеем теоретико-игровую задачу с двумя игроками с противоположными функциями выигрыша. Такие игры называются антагонистичным играми. Хорошо известно, что антагонистичные игры имеют решения в смешанных стратегиях [9, 10]. Смешанными стратегиями называются распределения вероятностей среди возможных стратегий, когда стратегия выбирается случайным образом на основании выбранного распределения. Пара смешанных стратегий X^* и Y^* называется равновесными стратегиями, если для любых X и Y имеет место

$$H(X, Y^*) \leq H(X^*, Y^*) \leq H(X^*, Y).$$

Поиск равновесных смешанных стратегий представляет собой сложную вычислительную процедуру, поэтому на практике следует использовать максиминную процедуру для нахождения максиминного решения. Максиминное решение X^* – это такая стратегия, которая удовлетворяет следующему условию

$$\max_{(X)} \min_{(Y)} H(X, Y) = \min_{(Y)} H(X^*, Y).$$

При этом величина

$$V = \min_{(Y)} H(X^*, Y)$$

называется ценой игры. Величина цены игры показывает теоретический минимум, который будет достигнут при любой реализации случайных факторов.

Выбор максиминной стратегии – это довольно осторожная линия поведения, но в случае планирования маркетинговой стратегии нового набора использование максиминных стратегий является разумным, поскольку позволяет минимизировать риски, связанные с негативным воздействием случайных факторов [11, 12].

4. Интерпретация теоретико-игровой модели оптимизации

В предыдущем пункте мы построили теоретико-игровую модель поиска оптимальной стратегии выбора маркетинговых мероприятий с учетом случайных факторов, которые влияют на результат нового набора. Рассмотрим, каким образом следует интерпретировать полученный результат. Пусть в результате вычисления максиминной стратегии в рассматриваемой модели мы получили оптимальную стратегию

$$X^* = \left(x_1^*, x_2^*, \ldots x_K^*\right).$$

Поскольку компоненты вектора X^* – это числа из отрезка [0, 1], то можно получить упорядоченный набор компонент этого вектора по убыванию

$$x_{i1}^* \geq x_{i2}^* \geq \ldots x_{iK}^*,$$

где номера $i_1, i_2, \ldots, i_K$ соответствуют ранжированному перечню маркетинговых мероприятий для достижения целей нового набора.

Кроме того, полученный результат представляет собой не только ранжированный перечень маркетинговых мероприятий, но и дает возможность оптимального распределения ресурсов для обеспечения соответствующих маркетинговых мероприятий. Пусть на обеспечение маркетинговых мероприятий в вузе выделены ресурсы (финансовые, материальные, кадровые, организационные), которые мы будем измерять величиной R. Тогда для обеспечения k-го мероприятия целесообразно выделить ресурс

$$r_k = x_k \cdot R, k = 1, 2, \ldots, K.$$

При этом имеет место полное распределение ресурсов

$$r_1 + r_2 + \ldots + r_K = R.$$

Разумеется, что план распределения ресурсов, который получается в результате расчетов по предложенной модели, является лишь примерным, поскольку при реальном распределении ресурсов для обеспечения маркетинговых мероприятий, необходимо учитывать различные ограничения, связанные с ресурсным обеспечением нового набора.

5. Схема использования оптимизационной модели

Предложенная теоретико-игровая модель расчета оптимальной стратегии маркетинговых мероприятий для достижения заданных целей нового набора позволяет получать ранжированный перечень маркетинговых мероприятий и оптимальное распределение ресурсов. На практике для использования этой модели в вузах при оптимизации маркетинговых ресурсов, следует использовать схему, которую мы приводим на рисунке.

Приведем методику применения этой оптимизационной модели для проведения расчетов в виде алгоритма, состоящего из 9 шагов.

Шаг 1.

Определение списка возможных маркетинговых мероприятий. Примерный список этих мероприятий:

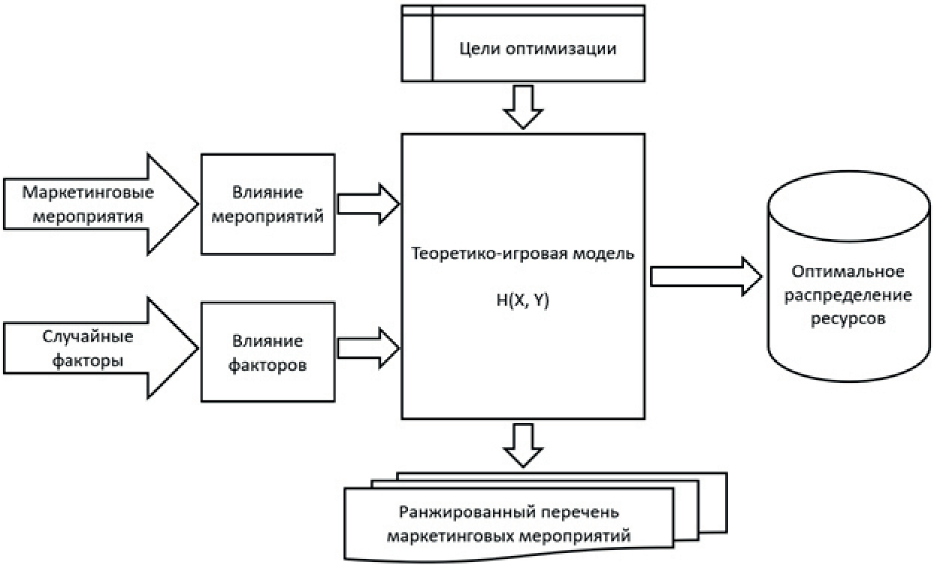

Рисунок. Схема применения оптимизационной модели.

- создание/модернизация образовательных программ с целью приближения их к популярным направлениям подготовки;
- выбор постоянных предприятий-партнеров;
- создание «интересных» лабораторий для студентов;
- проведение дополнительных занятий со школьниками (университетские субботы, инженерные каникулы, инженерные классы, программы Технопарка);
- система скидок;
- целевые места;
- реклама (стендовая, бумажная, интернет, ТВ и радио, популярные блогеры, социальные сети);
- PR и создание имиджа;
- «сарафанное радио»;
- реклама через студентов;
- создание отдельных технопарков;
- работа со школьниками в школах;
- организация летних каникул со школьниками.

Шаг 2.

Определение возможных случайных факторов, влияющих на новый набор. Эти факторы могут включать в себя:

- популярность различных направлений и специальностей подготовки;
- общий уровень баллов ЕГЭ;
- случайные социально-экономические факторы (инфляция, рост безработицы, форс-мажорные обстоятельства: стихийные бедствия, пандемия заболеваний и т.д.);
- изменение числа бюджетных мест;
- изменение нормативной и правовой базы.

Шаг 3.

Построение функциональной зависимости количества и качества (с точки зрения баллов ЕГЭ) студентов, обучающихся на бюджетной основе и с условием полного возмещения расходов на обучение, от примененных маркетинговых мероприятий и оценки случайных факторов.

Шаг 4.

Определение эмпирических коэффициентов α, β, которые задаются, исходя из политики вуза в отношении к целевым параметрам набора.

Шаг 5.

Расчет оптимального значения минимального порога баллов ЕГЭ для поступления в вуз величины γ^*.

Шаг 6.

На основании шагов 3–5 построение целевой функции (функции выигрыша) $H(X, Y)$.

Шаг 7.

Нахождение максиминного решения игровой задачи, определение оптимального вектора X^* и цены V.

Шаг 8.

Ранжирование перечня маркетинговых мероприятий по приоритетному влиянию на целевые показатели нового набора.

Шаг 9.

Расчет оптимального распределения ресурсов по ранжированному перечню мероприятий.

В результате применения этой схемы получаем рассчитанную оптимальную маркетинговую стратегию для осуществления нового набора в вузе и оптимальное распределение ресурсов.

Заключение

В статье предложена новая экономико-математическая модель для оптимизации маркетинговой стратегии вузов при проведении нового набора абитуриентов с учетом возможных случайных факторов, влияющих на результат набора.

Предложенная оптимизационная модель позволяет сформировать ранжированный перечень маркетинговых мероприятий по степени их влияния на целевые показатели планируемого нового набора, а также оптимальное распределение ресурсов для обеспечения маркетинговых мероприятий.

Дано теоретическое обоснование теоретико-игровой модели, а также приведены практическая схема и алгоритм для использования этой модели на практике.

Предложенный подход может быть использован при формировании маркетинговой стратегии и политики проведения нового набора вузами в современных условиях с учетом различных факторов неопределенности.

Литература:

1. Образование в России – 2016. Статистический бюллетень. М.: МИРЭА, 2016. 630 с.
2. Образование в России – 2020. Статистический бюллетень. М.: МИРЭА., 2020. 480 с.
3. Рогова В.А. Проблемы нового набора в вузы на инженерно-технические направления подготовки и специальности. *Экономика и предпринимательство.* 2018;8(97):1259-1266.
4. Шамин Р.В. Машинное обучение в задачах экономики. М: "Грин Принт", 2019. 140 с. ISBN 978-5-6042765-9-4

5. Shamin R.V., Uryngaliyeva A.A., Shermadini M.V., Filippov P.G. The model of evolutionary optimization of production processes at advanced technological enterprises. *Espacios.* 2019;40(20):26.

6. Shamin R.V., Chursin A.A., Kokuytseva T.V., Ostrovskaya A.A., Semenov A.S. Modeling of growth-collapse processes and their applications to pricing management. *Int. J. Pure Appl. Math.* 2018;118(Special Iss. 18D):3741-3745.

7. Боровков А.А. Математическая статистика. Новосибирск: Наука, 1997. 771с. ISBN 5-86134-024-2

8. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 707 с.

9. Захаров А.В. Теория игр в общественных науках. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2019. 304 с. ISBN 978-5-7598-1941-7

10. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Шевкопляс Е.В. Теория игр. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 432 с. ISBN 978-5-9775-0484-3

11. Hurwicz L. The design of mechanisms for resource allocation. *Am. Econ. Rev.* 1973;63(2):1-30.

12. Демьянов В. Ф., Малоземов В. Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972. 368 с.

References:

1.Obrazovanie v Rossii – 2016. *Statisticheskii byulleten'* (Education in Russia – 2016. Statistical Bulletin). Moscow: MIREA Publishing House; 2016. 630 p. (in Russ.).

2. Obrazovanie v Rossii – 2020. *Statisticheskii byulleten'* (Education in Russia – 2020. Statistical Bulletin). Moscow: MIREA Publishing House; 2016. 480 p. (in Russ.).

3. Rogova V.A. Problems of a new kit for higher education institutions for engineering and technical directions of training and specialty. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and entrepreneurship.* 2018;8(97):1259-1266 (in Russ.).

4. Shamin R.V. *Mashinnoe obuchenie v zadachakh ekonomiki* (Machine learning in problems of economics). Moscow: "Grin Print"; 2019. 140 p. (in Russ.). ISBN 978-5-6042765-9-4

5. Shamin R.V., Uryngaliyeva A.A., Shermadini M.V., Filippov P.G. The model of evolutionary optimization of production processes at advanced technological enterprises. *Espacios.* 2019;40(20):26.

6. Shamin R.V., Chursin A.A., Kokuytseva T.V., Ostrovskaya A.A., Semenov A.S. Modeling of growth-collapse processes and their applications to pricing management. *Int. J. Pure Appl. Math.* 2018;118(Special Iss. 18D):3741-3745.

7. Borovkov A.A. *Matematicheskaya statistika* (Mathematical statistics). Novosibirsk: Nauka; 771 p. (in Russ.). ISBN 5-86134-024-2

8. Nejman Dzh., Morgenshern O. *Teorija igr i jekonomicheskoe povedenie* (Game theory and economic behavior). Moscow: Nauka; 1970. 707 p. (in Russ.).

[Neumann D., Morgenstern O. Theory of games and economic behavior. Princeton: Princeton University Press; 1953. 739 p.]

9. Zaharov A.V. *Teorija igr v obshhestvennyh naukah* (Game theory in the social sciences). Moscow: HSE's press; 2019. 304 p. (in Russ.). ISBN 978-5-7598-1941-7

10. Petrosjan L.A., Zenkevich N.A., Shevkopljas E.V. *Teorija igr* (Game theory). Sankt Peterburg: BHV-Peterburg; 2012. 432 p. (in Russ.). ISBN 978-5-9775-0484-3

11. Hurwicz L. The design of mechanisms for resource allocation. *Am. Econ. Rev.* 1973;63(2):1-30.

12. Dem'janov V. F., Malozemov V. N. *Vvedenie v minimaks* (Introduction to minimax). Moscow: Nauka; 1972. 368 p. (in Russ.).

Об авторах:

Рогова Вера Александровна, начальник Управления по работе с абитуриентами ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78).

Шамин Роман Вячеславович, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой информатики Института комплексной безопасности и специального приборостроения ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). Scopus Author ID:6506250832

About the authors:

Vera A. Rogova, Head of the Department for Work with Applicants, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow 119454, Russia).

Roman V. Shamin, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Head of the Department of Information of the Institute for Integrated Security and Special Instrument Engineering, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow 119454, Russia). Scopus Author ID:6506250832

Поступила: 30.06.2020; получена после доработки: 09.07.2020; принята к опубликованию: 31.07.2020.