

DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-6-169-185  
УДК 330.47



Научная статья | Методология и технология профессионального образования

## РАЗРАБОТКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЦИФР ПРИЕМА

*Л.Г. Амирханян, А.Г. Амирханян,  
А.А. Сараев, А.В. Смирнов*

***Цель.** Основная проблема вузов заключается в том, что существует проработанная система утверждения и распределения контрольных цифр приема между образовательными организациями, но отсутствует единая система распределения бюджетных и платных мест внутри укрупненных групп направлений и специальностей (УГСН). В связи с этим предлагается разработать многокритериальную модель распределения бюджетных и платных мест внутри УГСН, которая будет являться инструментом анализа востребованности тех или иных направлений среди абитуриентов и учета рисков не заполнения направлений, на которые может быть выделено больше, чем будет желающих.*

***Метод или методология проведения работы.** Основу исследования образуют многокритериальная оптимизация, нормализация данных, аддитивная свертка, построение матрицы БКГ.*

***Результаты.** Разработанная модель позволяет составить оптимальное для университета распределение, которое можно использовать как для конкретной УГСН, так и для всего университета в целом, что обеспечивается многоуровневой оптимизацией, которая была использована для решения поставленной задачи. Также модель позволяет учесть риски не заполнения мест и минимизировать их.*

***Область применения результатов.** Результаты исследования могут быть применены в сфере прогнозирования набора абитуриентов.*

***Ключевые слова:** матрица Бостонской консалтинговой группы; многоуровневая оптимизация; приемная кампания; оценка рисков*

*Для цитирования.* Амирханян Л.Г., Амирханян А.Г., Сараев А.А., Смирнов А.В. Разработка многокритериальной модели распределения контрольных цифр приема // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2023. Т. 14, № 6. С. 169-185. DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-6-169-185

Original article | Methodology and Technology of Professional Education

## DEVELOPMENT OF A MULTICRITERIA MODEL OF DISTRIBUTION OF ADMISSION QUOTAS

*L.G. Amirkhanyan, A.G. Amirkhanyan,  
A.A. Saraev, A.V. Smirnov*

**Objective.** *The main problem of higher education institutions is that there is a well-developed system of approval and distribution of admission control figures between educational organizations, but there is no unified system of distribution of budgetary and paid places within enlarged groups of directions and specialties (UGSS). In this regard, it is proposed to develop a multi-criteria model for the distribution of budgetary and paid places within the USGS, which will be a tool for analyzing the demand for certain directions among applicants and considering the risks of not filling the directions, which may be allocated more than the number of applicants.*

**Method or methodology of work.** *The research is based on multi-criteria optimization, data normalization, additive convolution, construction of the BCG matrix.*

**Results.** *The developed model makes it possible to compile the optimal distribution for the university, which can be used both for a specific USGS and for the whole university, which is ensured by multilevel optimization, which was used to solve the problem. Also the model allows to take into account the risks of not filling the places and minimize them.*

**Scope of application of the results.** *The results of the study can be applied in the field of enrollment forecasting.*

**Keywords:** *Boston Consulting Group matrix; multi-level optimization; admissions campaign; risk assessment*

***For citation.** Amirkhanyan L.G., Amirkhanyan A.G., Saraev A.A., Smirnov A.V. Development of a Multicriteria Model of Distribution of Admission Quotas. Russian Journal of Education and Psychology, 2023, vol. 14, no. 6, pp. 169-185. DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-6-169-185*

## **Введение**

Повышение уровня доступности высшего образования, которое соответствует требованиям инновационного развития экономики, потребностям общества, считается главной целью политики Министерства образования РФ [6]. Одним из используемых направлений для решения данной задачи является совершенствование системы прогнозирования потребности в специалистах, которая коррелирует с научно-техническим развитием страны, дает работодателям возможность эффективно решать проблемы комплектования предприятий кадрами с необходимым уровнем и качеством образования [3]. Именно поэтому очень важно планировать распределение бюджетных мест и платных, в частности, в привязке к актуальным потребностям поступающих, эффективности приема предыдущего года и тенденциям на рынке [2]. В связи с этим возникает необходимость в разработке модели распределения бюджетных и платных мест внутри укрупненных групп направлений и специальностей (УГСН).

## **Материалы и методы**

Для того, чтобы избежать случаев с не заполнением выделенных мест на тех или иных направлениях, необходимо учесть риски, связанные с меньшим интересом абитуриентов к некоторым направлениям. Учет рисков можно сформировать на основе матрицы БКГ, которую разработаем на основе статистических данных по темпам роста проходных баллов на каждой кафедре, а также по расчете относительной доле выделенных мест на кафедру по отношению КЦП [11]. Это позволит нам учесть и развивать сильные стороны «трудных подростков», которые занимают низкую долю КЦП и изначально слабую позицию, чтобы они перешли в категорию «звезд», активно развивающиеся и уже в настоящий момент имею-

щие большой интерес со стороны абитуриентов, а в свою очередь постараться избавиться от «собак», которые представляют низкий интерес и не требуют каких-либо изменений. По данным критериям уже будет возможно принять более оптимальное решение, так как в нашей модели будет заложен учет рисков, который позволит скорректировать распределение.

По исходным данным составим общую математическую модель оптимизационной задачи. Для начала определим целевые функции,  $Z$  – функция, описывающая максимизацию поступающих с учетом коэффициентов престижности, отраженная в формуле 1,  $W$  – функция, которая позволяет минимизировать уровень риска, связанным с возможным не заполнением выделенных мест, в соответствии с формулой 2 [1]. Опишем данные целевые функции следующим образом:

$$Z = \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S K_{rij}^s X_{rij}^s \rightarrow \max \quad (1)$$

$$W = \sum_{r=1}^R l_r^h \cdot \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^S X_{rij}^s \rightarrow \min \quad (2)$$

где  $r$  – номер направления подготовки или специальности;

$i$  – номер реализуемого профиля обучения (кафедры);

$j$  – номер группы зачисления;

$s$  – номер основы обучения (платная или бюджетная основа обучения);

$X_{rij}^s$  – количество зачисленных на  $r$ -ое направление/специальность на  $i$ -ю кафедру в  $j$ -ую группу по  $s$ -ой основе обучения;

$K_{rij}^s$  – коэффициент престижности на  $r$ -ое направление/специальность  $i$ -ой кафедры в  $j$ -ой группе по  $s$ -ой основе обучения;

$l_r^h$  – степень возникновения незаполненных мест на  $r$ -ом направлении.

Расчет степени возникновения незаполненных мест на направлении/специальности будет производиться на основе БКГ матрицы, поскольку с помощью данного инструмента можно выявить самые перспективные направления в МГТУ имени Н.Э. Баумана и самые слабо развивающиеся специальности. Таким образом, учесть риски,

связанные с заполнением мест, можно на основании полученных данных. Исходными данными для построения будут проходные баллы, которые формируются в результате приемной кампании, и общее количество мест на кафедре в текущем периоде и в предыдущем периоде.

На осях матрицы будут отражены темпы роста проходных баллов (а), а также относительная доля выделенных мест на кафедре по отношению к КЦП (b). В этом случае степени возникновения незаполненных мест можно рассчитать следующим образом по формуле 3:

$$l_r - 1 - a_r \cdot b_r \quad (3)$$

где  $l_r$  – степень возникновения незаполненных мест на  $r$ -ом направлении;

$a_r$  – темп роста проходных баллов на  $r$ -ом направлении;

$b_r$  – относительная доля выделенных мест на кафедре по отношению к КЦП на  $r$ -ом направлении.

Это связано с тем, что в случае низкого темпа роста проходных баллов на каком-то из направлений и большой доли выделенных мест может возникнуть риск не заполнения этих мест, если темп роста низкий и мест не так много по отношению к КЦП, степень возникновения риска будет малым.

Однако данные значения, множество которых отражено в формуле 6, будут варьироваться в большом диапазоне, поэтому полученные значения необходимо будет нормировать так, чтобы значения степени риска по каждой кафедре находились в диапазоне от 0 до 1 [8]. Нормировать значения будем по отношению к эталонному значению степени риска по формуле 5.

$$l_r = (l_1 \dots l_R) \quad (4)$$

$$l_r^h = \frac{l_r}{l_3} \quad (5)$$

где  $l_r^h$  – степень возникновения незаполненных мест на  $r$ -ом направлении после нормировки данных;

$l_r$  – степень возникновения незаполненных мест на  $r$ -ом направлении до нормировки данных;

$l_3$  – эталонное значение степени возникновения незаполненных мест среди всех направлений.

Для решения задачи распределения воспользуемся одной из математических операций функционального анализа – сверткой [9, стр. 387]. Это необходимо применить к двум целевым функциям  $Z$  и  $W$ , описанным ранее, для создания третьей функции, которая будет представлять модифицированную версию одной из первоначальных. Данную операцию свертки будем производить на основе распределения веса каждой функции. Весовые коэффициенты каждой целевой функции рассчитаем на основе экспертного метода с учетом следующего соотношения по формуле 6 [5]:

$$\alpha + \beta = 1 \quad (6)$$

где  $\alpha$  – вес первой целевой функции  $Z$ ;

$\beta$  – вес второй целевой функции  $W$ .

В результате этого можно определить значение весовых коэффициентов, как  $\alpha = 0,5$  и  $\beta = 0,5$ . Это объясняется тем, что значимость этих двух критериев одинакова, в связи с этим и весовые коэффициенты эксперты выделили равными.

В этом случае после интегральных преобразований получаем следующую функцию, которую будем использовать для моделирования, в соответствии с формулой 7 [10]:

$$G = \alpha \cdot Z + \beta \cdot W \rightarrow \max \quad (7)$$

В результате получается многоуровневая многокритериальная оптимизационная задача, так как данную модель можно использовать, как на определенное направление или УГСН, так и для всего университета в целом, что позволяет масштабировать на все направления подготовки. Поскольку в описании математической модели используется множество  $r = (1 \dots R)$ , которое описывает направления подготовки (специальности), то это позволяет рассмотреть задачу распределения как многоуровневую. Суть многоуровневой оптимизации можно рассмотреть на рисунке 1.

Благодаря сведению задачи распределения к многоуровневой можно сформировать оптимальный план приема на 1-ый курс по всем укрупненным группам направлений подготовки, что делает модель универсальной для пользования приемной комиссией при распределении мест.

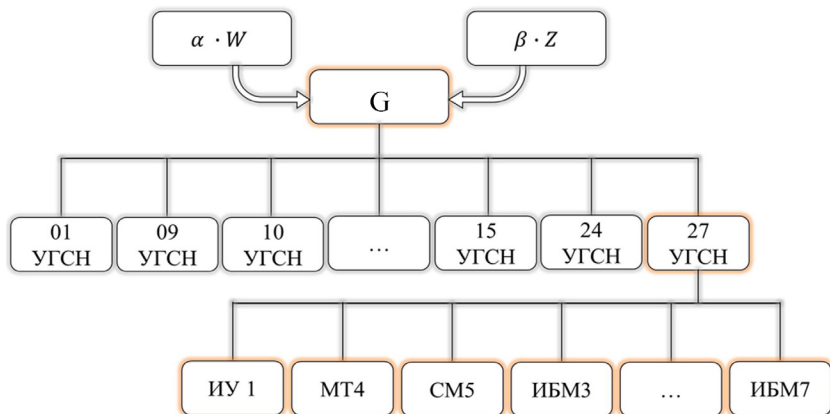


Рис. 1. Структура многоуровневой оптимизации в рамках МГТУ имени Н.Э. Баумана

## Результаты

Приведем примера расчета модели распределения КЦП в 2022 году на основе исходных данных по приему абитуриентов в 2021 году.

Для построения матрицы БКГ требуются статистические данные, представленные в таблице 1. Потенциал кафедр будет определяться на основе заполнения как бюджетных мест, выделенных по КЦП, так и мест с платной основой обучения.

Таблица 1.

Статистические данные для построения матрицы БКГ

Кафедра	Количество платных и бюджетных мест		Объем КЦП	Темп роста проходных баллов	Относительная доля КЦП
	2020 год	2021 год			
МТ4	22	20	22	0,92	0,0074
ИУ1	23	24	16	1,09	0,0054
СМ5	23	40	20	1,36	0,0067
ИБМ2	45	40	30	0,75	0,0101
ИБМ3	44	36	33	0,92	0,0111
ИБМ4	39	33	30	0,91	0,0101
ИБМ5	24	26	15	0,58	0,0051
ИБМ6	45	49	30	0,61	0,0101
ИБМ7	52	55	30	0,55	0,0101

Для построения матрицы БКГ по оси ОУ будут откладываться относительные доли КЦП кафедр, а по оси ОХ – темпы роста проходных баллов кафедр. Диаметр «пузырьков» определяется по количеству платных и бюджетных мест на кафедре. Исходя из данных, указанных в таблице выше, построим матрицу БКГ, которая представлена на рисунке 2.

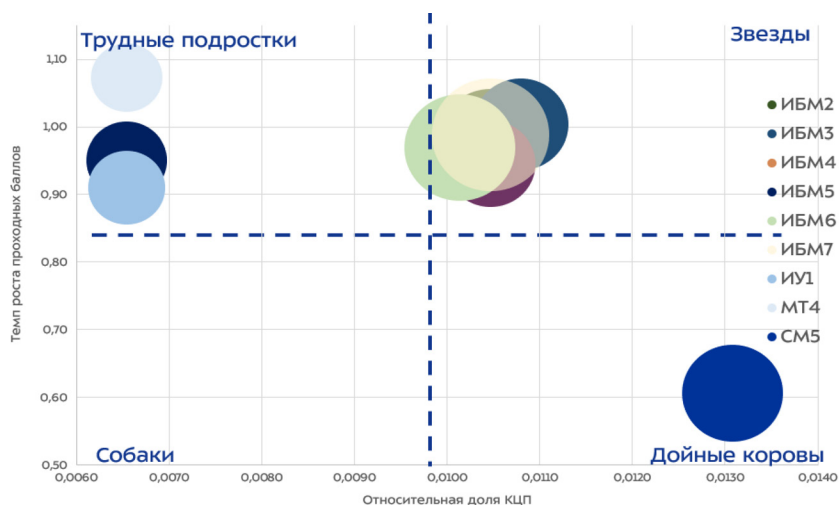


Рис. 2. Матрица БКГ по кафедрам 27 УГСН по данным за 2021 год

Результат от построения матрицы БКГ можно оценить так:

- Наиболее перспективными кафедрами являются СМ5, МТ4, ИУ1, ИБМ3, ИБМ2, так как они находятся в области «звезд». Это связано с тем, что на этих кафедрах много выделенных бюджетных мест и формируется хорошая конкурсная ситуация, что в свою очередь повышает проходные баллы;
- Стоит обратить внимание на то, что часть кафедр попала в квадрант с «трудными подростками», а именно это кафедры ИБМ5, ИБМ7, характерная особенность которых относительно низкая доля КЦП с медленно растущими проходными баллами. Моделирование должно учесть, что их надо развивать, чтобы они попали в зону «звезд».



Теперь можно рассчитать по построенной матрице БКГ уровень риска, связанный с заполнением выделенных мест. Для этого сначала определим риски по каждой кафедре, а затем рассмотрим по направлению. Представим расчеты в таблице 2.

Таблица 2.

**Расчет степени возникновения незаполненных мест на направлении**

Направление	Кафедра	<i>a</i>	<i>b</i>	$l_{r \text{ каф}}$	$l_r$	$l_r^h$
27.03.01	МТ4	0,92	0,0074	0,9931	0,9931	0,1111
27.03.04	ИУ1	1,09	0,0054	0,9941	1,9850	0,2221
	СМ5	1,36	0,0067	0,9908		
27.03.05	ИБМ2	0,75	0,0101	0,9924	5,9583	0,6667
	ИБМ3	0,92	0,0111	0,9897		
	ИБМ4	0,91	0,0101	0,9908		
	ИБМ5	0,58	0,0051	0,9970		
	ИБМ6	0,61	0,0101	0,9938		
	ИБМ7	0,55	0,0101	0,9944		

Распишем первую целевую функцию в формуле 8, связанную с максимизацией числа абитуриентов с учетом критериев престижности:

$$Z = K_{\text{МТ4}}^{\text{бюджет}} * (X_{01,\text{МТ4},1}^{\text{бюджет}} + X_{01,\text{МТ4},2}^{\text{бюджет}}) + K_{\text{МТ4}}^{\text{платка}} * (X_{01,\text{МТ4},1}^{\text{платка}} + X_{01,\text{МТ4},2}^{\text{платка}}) + \dots + K_{\text{ИБМ7}}^{\text{платка}} * (X_{05,\text{ИБМ7},1}^{\text{платка}} + X_{01,\text{ИБМ7},2}^{\text{платка}}) \rightarrow \max \quad (8)$$

Далее опишем вторую целевую функцию в формуле 9, которая предполагает учет рисков не заполнения выделенных мест:

$$W = l_{01}^h * (X_{01,\text{МТ4},1}^{\text{бюджет}} + X_{01,\text{МТ4},2}^{\text{бюджет}} + X_{01,\text{МТ4},1}^{\text{платка}} + X_{01,\text{МТ4},2}^{\text{платка}}) + \dots + l_{05}^h * (X_{05,\text{ИБМ2},1}^{\text{бюджет}} + X_{05,\text{ИБМ2},2}^{\text{бюджет}} + X_{05,\text{ИБМ2},1}^{\text{платка}} + X_{05,\text{ИБМ2},2}^{\text{платка}} + \dots) + X_{05,\text{ИБМ7},1}^{\text{бюджет}} + X_{01,\text{ИБМ7},2}^{\text{бюджет}} + X_{05,\text{ИБМ7},1}^{\text{платка}} + X_{01,\text{ИБМ7},2}^{\text{платка}} \rightarrow \min \quad (9)$$

После расчета данных целевых функций будем производить свертку, результат которой будет нам необходим для оценки моделирования.

С учетом того, что на 27 УГСН в 2022 было выделено 263 бюджетных места и что есть верхние и нижние пороги по численности

студентов в пределах одной группы в размере 16 и 30 мест. Соответственно можно описать ограничение по выделенному количеству КЦП в виде строгого равенства в количестве 263 мест, отразим это в уравнении 1 [7]. Суммарное количество бюджетных и платных мест в одной группе ограничиваем двумя границами, верхними и нижними, поэтому эти ограничения можно описать в виде двойного нестрого неравенства, представленные в строках 2 – 20 в полученной системе ограничений. Также важно учесть еще ряд ограничений, связанные с тем, что в результате расчетов коэффициентов престижности было обнаружено, что какие-то кафедры пользуются большей популярностью у абитуриентов [4]. Именно поэтому стоит добавить нижние пороговые значения, которые будут коррелировать с рассчитанными коэффициентами, они будут определять минимальное количество бюджетных и платных мест на определённой кафедре в соответствии со спросом на кафедру по результатам приемной кампании прошлых лет, отразим это в виде неравенств 29 – 38. Кроме того, очевидно, что значения переменных не должны быть отрицательными, что также отразим в системе ограничений, отраженной в формуле 10.

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{01,MT4,1}^{\text{бюджет}} + X_{01,MT4,2}^{\text{бюджет}} + X_{04,ИУ,1}^{\text{бюджет}} + \dots + X_{05,ИБМ7,2}^{\text{бюджет}} = 263 \quad (1) \\ 16 \leq X_{01,MT4,1}^{\text{бюджет}} + X_{01,MT4,1}^{\text{платка}} \leq 30 \quad (2) \\ 16 \leq X_{01,MT4,2}^{\text{бюджет}} + X_{01,MT4,2}^{\text{платка}} \leq 30 \quad (3) \\ \dots \\ 16 \leq X_{05,ИБМ7,2}^{\text{бюджет}} + X_{05,ИБМ7,2}^{\text{платка}} \leq 30 \quad (20) \\ X_{01,MT4,1}^{\text{бюджет}} + X_{01,MT4,2}^{\text{бюджет}} \geq 16 * K_{MT4}^{\text{бюджет}} \quad (21) \\ \dots \\ X_{05,ИБМ7,1}^{\text{бюджет}} + X_{05,ИБМ7,2}^{\text{бюджет}} \geq 16 * K_{ИБМ7}^{\text{бюджет}} \quad (28) \\ X_{01,MT4,1}^{\text{платка}} + X_{01,MT4,2}^{\text{платка}} \geq 16 * K_{MT4}^{\text{платка}} \quad (29) \\ \dots \\ X_{05,ИБМ7,1}^{\text{платка}} + X_{05,ИБМ7,2}^{\text{платка}} \geq 16 * K_{ИБМ7}^{\text{платка}} \quad (38) \\ X_{01,MT4,1}^{\text{бюджет}}, X_{01,MT4,2}^{\text{бюджет}}, \dots, X_{05,ИБМ7,2}^{\text{платка}} \geq 0 \end{array} \right. \quad (10)$$

Используем функцию «Поиск решений» в MS Excel для решения данной многокритериальной задачи, подробнее с которым можно

ознакомиться в приложении Б. Результатом функционирования модели получилось следующее распределение мест внутри 27 УГСН МГТУ имени Н.Э. Баумана, представленное в таблице 3.

Таблица 3.

Распределение мест внутри 27 УГСН на 2022 год

НП(С)	Кафе-дра	Количество бюджетных мест в 1-ой группе	Количество бюджетных мест во 2-ой группе	Количество платных мест в 1-ой группе	Количество платных мест в 2-ой группе
27.03.01	МТ4	15	15	-	-
27.03.04	ИУ1	17	17	16	16
	СМ5	22	22	8	8
27.03.05	ИБМ 2	16	16	14	14
	ИБМ 3	21	21	9	9
	ИБМ 4	19	19	11	11
	ИБМ 5	10	4	13	13
	ИБМ 6	7	7	26	26
	ИБМ 7	7	7	20	20

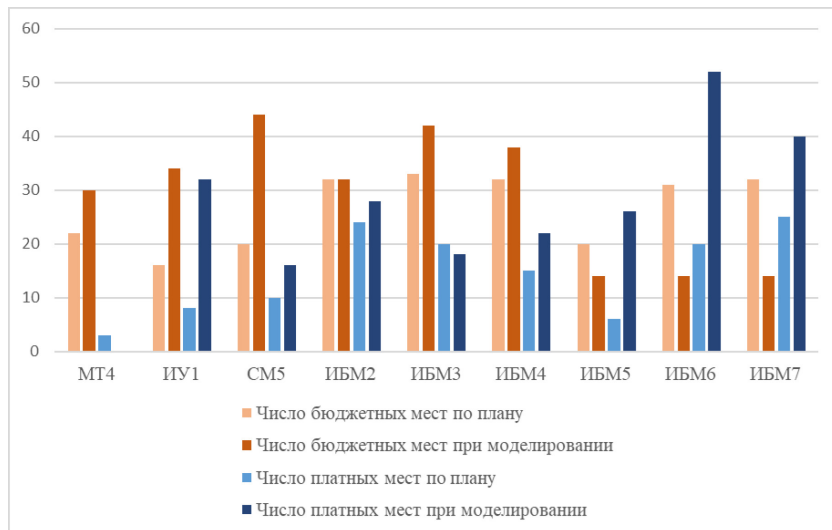
При заданном условии целевой функции оптимальное распределение бюджетных мест принимают значения (30, 34, 44, 32, 42, 38, 14, 14, 14), оптимальное распределение платных мест принимают значения (0, 32, 16, 28, 18, 22, 26, 52, 40), при этом первая целевая функция принимает значение  $g = 129$ .

### Обсуждение результатов

Сравним план приема на 1-ый курс с результатами моделирования по каждой кафедре с точки зрения распределения платных и бюджетных мест. Результаты сравнения представим на рисунке 3.

Оценим оптимальность распределения мест при моделировании на основе результатов приемной кампании 2022 года, как заполнились выделенные места и на какие кафедры был больший ажиотаж. Можно однозначно выделить то, что на некоторых кафедрах желающих поступить на платную основу значительно меньше, чем количество выделенных мест, поэтому логично определять большее количество мест с платной основой обучения на те кафедры, где есть

спрос от абитуриентов, а там, где интерес поступающих сдвигается на поступление по бюджетной основе, лучше распределить максимально возможное число мест от КЦП на эти кафедры.



**Рис. 3.** Сравнение распределения мест по кафедрам по плану и при моделировании

По результатам моделирования наибольшее количество мест было распределено на кафедры ИУ1, СМ5, ИБМ3 и ИБМ2, так как по тенденциям нескольких лет интерес абитуриентов к этим образовательным программам только увеличивается, также растут и проходные баллы на эти кафедры, поэтому оптимально распределять большее количество мест на них, чтобы в том числе не было проблем с недобором на бюджетные места. На это в первую очередь повлияли коэффициенты престижности, которые основываются на проходных баллах прошлых лет, количеству поступающих с достижениями в олимпиадном движении и т.д. Также можно заметить, что изменилось распределение мест с платной основой обучения, что обусловлено заполняемостью мест, которые были выделены. Количество желающих поступить на кафедры ИБМ6, ИБМ7 и ИУ1 столь велико, что можно максимизировать количество платных мест,

абитуриенты заинтересованы в поступлении на эти программы подготовки вне зависимости от наличия большого количества бюджетных мест и готовы обучаться и на платной основе.

Нетрудно заметить, что моделирование сильно разнится с планом приема на 1-ый курс, однако в случае ручного распределения мест не всегда удастся воспользоваться приоритизацией направлений, так как необходимо учитывать статистические данные результатов приемной кампании прошлых лет и актуализировать под тенденции текущего года. Именно поэтому использование данной оптимизационной задачи формирует более корректное и рациональное распределение мест.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанная модель позволяет составить оптимальное распределение бюджетных и платных мест обучения и минимизировать риски при наборе абитуриентов. Также в рамках данного исследования было подробно рассмотрено распределение бюджетных и платных мест на одном из УГСН, но применить моделирование можно в том числе и на другие направления подготовки, что позволяет масштабировать функциональность задачи.

### **Заключение**

Разработанная модель оценивания востребованности направлений является важнейшим инструментом для определения приоритета распределения контрольных цифр приема (КЦП). Благодаря данному механизму вузы смогут обеспечивать полноту распределения КЦП и минимизировать риск возврата КЦП, повысить доступность интересующих образовательных программ для абитуриентов, приблизить количество мест обучения к потенциальному количеству трудоустроенных выпускников.

### ***Список литературы***

1. Гребенникова И.В. Методы оптимизации: учебное пособие. Екатеринбург: УрФУ. 2017. С. 148.
2. Гуртов В.А. Прогнозирование потребностей экономики в квалифицированных кадрах: обзор подходов и практик применения // Университетское управление: практика и анализ. 2017. Т. 21. № 4(110). С. 130-161.

3. Зарубина Н.К. Оценка сложности получения контрольных цифр приема вузом // Молодежь и XXI век - 2016: Материалы VI Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 25–26 февраля 2016 года. Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2016. С. 48-53.
4. Михель А.А. Алгоритмизация принятия управленческих решений об установлении контрольных цифр приема в системе высшего образования // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2015. № 1(8). С. 15.
5. Поляков В.А. Метод аддитивной свертки при многокритериальной оценке управленческих решений в экономике // Научные исследования и разработки. Экономика. 2022. Т. 10. № 3. С. 61-64.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.07.2008 г. № 543 «Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении среднего профессионального образования (среднем специальном учебном заведении)» URL: <http://government.ru/docs/all/64810/> (дата обращения: 13.11.2023)
7. Правила приема МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2023 г. URL: <https://bmstu.ru/documents> (дата обращения: 13.11.2023)
8. Старовойтов В.В. Нормализация данных в машинном обучении // Информатика. 2021. Т. 18. № 3. С. 83-96.
9. Таха Х.А. Введение в исследование операций, 7-е издание. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. С. 912.
10. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. М.: Радио и связь, 1992. С. 504.
11. GOST R ISO/IEC 31010–2011. Risk management – Risk assessment techniques. М.: Verlag Standards, 2012.

### *References*

1. Grebennikova I.V. *Metody optimizatsii: uchebnoe posobie* [Methods of optimization: textbook]. Ekaterinburg: UrFU, 2017, p. 148.
2. Gurtov V.A. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [University management: practice and analysis], 2017, vol. 21, no. 4(110), pp. 130-161.

3. Zarubina N.K. *Molodezh' i XXI vek - 2016: Materialy VI Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii: v 4-kh tomakh, Kursk, 25–26 fevralya 2016 goda* [Youth and XXI century - 2016: Proceedings of the VI International Youth Scientific Conference: in 4 volumes, Kursk, February 25-26, 2016]. Kursk: Closed Joint Stock Company “Universitetskaya kniga”, 2016, pp. 48-53.
4. Mikhel A.A. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii* [Modeling, optimization and information technologies], 2015, no. 1(8), p. 15.
5. Polyakov V.A. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki. Ekonomika* [Research and Development. Economics], 2022, vol. 10, no. 3, pp. 61-64.
6. Decree of the Government of the Russian Federation from 18.07.2008 № 543 “On Approval of the Standard Regulations on the Educational Institution of Secondary Professional Education (Secondary Specialized Educational Institution)” URL: <http://government.ru/docs/all/64810/>
7. Rules of admission of MSTU named after N.E. Bauman, 2023 URL: <https://bmstu.ru/documents>
8. Starovoitov V.V. *Informatika* [Informatics], 2021, vol. 18, no. 3, pp. 83-96.
9. Taha H.A. *Vvedenie v issledovanie operatsiy* [Introduction to Operations Research]. M.: Publishing House “Williams”, 2005, p. 912.
10. Steuer R. *Mnogokriterial'naya optimizatsiya* [Multicriteria Optimization]. M.: Radio and Communication, 1992, p. 504.
11. GOST R ISO/IEC 31010-2011. Risk management - Risk assessment techniques. Moscow: Verlag Standards, 2012.

### **ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ**

**Амириханян Лиана Гариковна**, магистр 1 курса

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»*

*ул. 2-я Бауманская, 5, г. Москва, 105005, Российская Федерация*  
*amirkhanyanliana@yandex.ru*

**Амирханян Анна Гариковна**, магистр 2 курса

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»*

*ул. 2-я Бауманская, 5, г. Москва, 105005, Российская Федерация*  
*amirkhanyanana@yandex.ru*

**Сараев Алексей Андреевич**, магистр 1 курса

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»*

*ул. 2-я Бауманская, 5, г. Москва, 105005, Российская Федерация*  
*saraevalexey01@yandex.ru*

**Смирнов Андрей Валерьевич**, аспирант 1 курса

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»*

*ул. 2-я Бауманская, 5, г. Москва, 105005, Российская Федерация*  
*smiandrei5@gmail.com*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Liana G. Amirkhanyan**, master's 1<sup>st</sup> year

*Bauman Moscow State Technical University*

*5, 2-ya Baumanskaya Str., 5, Moscow, 105005, Russian Federation*

*amirkhanyanliana@yandex.ru*

*SPIN-code: 7569-2074*



**Anna G. Amirkhanyan**, master's 2<sup>nd</sup> year

*Bauman Moscow State Technical University*

*5, 2-ya Baumanskaya Str., 5, Moscow, 105005, Russian Federation*

*amirkhanyanana@yandex.ru*

**Aleksey A. Saraev**, master's 1<sup>st</sup> year

*Bauman Moscow State Technical University*

*5, 2-ya Baumanskaya Str., 5, Moscow, 105005, Russian Federation*

*saraevalexey01@yandex.ru*

*SPIN-code: 5452-1425*

**Andrey V. Smirnov**, 1<sup>st</sup> year postgraduate student

*Bauman Moscow State Technical University*

*5, 2-ya Baumanskaya Str., 5, Moscow, 105005, Russian Federation*

*smiandrei5@gmail.com*

*SPIN-code: 5919-9594*

Поступила 10.11.2023

После рецензирования 30.11.2023

Принята 10.12.2023

Received 10.11.2023

Revised 30.11.2023

Accepted 10.12.2023