

Задача нахождения равновесного распределения абитуриентов по вузам на основе результатов ЕГЭ

© 2010 Н.В. Симанчук

Самарский государственный аэрокосмический университет

им. академика С.П. Королева

(Национальный исследовательский университет)

E-mail: simanchuk@ssau.ru

Автором предложены различные варианты перераспределения абитуриентов, позволяющие решить задачу формирования контингента студентов вуза в условиях ужесточенной конкуренции на рынке образовательных услуг с учетом последствий демографического спада рождаемости населения.

Ключевые слова: вузы, абитуриенты, ЕГЭ, равновесное распределение, конкуренция, рынок образовательных услуг.

Нарастающий процесс несоответствия спроса и предложения специалистов по многим направлениям подготовки и специальностям на фоне стремительного роста численности студентов вузов и несогласованности с выпусками системы среднего образования приводит к тому, что экономика страны несет потери из-за значительной неструктурированности образования в целом¹. Неоправданно высокий рост числа университетов и других вузов приводит к снижению качества высшего образования, что стало вызывать сомнения у мирового сообщества в высоком уровне квалификации основной массы выпускаемых специалистов. В условиях снижения государственного финансирования вузы вынуждены корректировать свою деятельность в сторону рынка образовательных услуг для реализации собственного устойчивого финансирования. На фоне снижения спроса потребителей на образовательные услуги функционирование вузов порождает конкурентную среду, а вместе с ней и проблему содержания и структуры конкурентоспособности высшего учебного заведения².

Таким образом, современные условия функционирования системы высшего профессионального образования ставят процесс набора граждан во главу задач управления вузом, определяющих его экономическую устойчивость, так как финансовое положение вуза с учетом перехода от сметного к нормативно-подушевому финансированию зависит:

- от количества граждан, зачисленных на первый курс;
- качества контингента студентов первого курса, которое в дальнейшем определяет численность приведенного контингента студентов.

В настоящее время активно развивается теория управления организационными системами,

несмотря на значительные теоретические результаты, отсутствуют работы, посвященные прикладному характеру исследований, а именно использованию и адаптации теоретических разработок для особенностей функционирования вузов в современных условиях³. Особенно актуальной является проблема формирования контингента студентов вуза в условиях жесткой конкуренции на рынке образовательных услуг, с которой столкнулись вузы всех категорий независимо от профильной направленности.

Опыт приема абитуриентов в вузы в 2009-2010 гг. выявил серьезные дефекты процедуры зачисления абитуриентов в вузы на основе результатов ЕГЭ, установленной Порядком приема граждан в имеющие государственную аккредитацию образовательные учреждения высшего профессионального образования⁴. Предпосылкой возникновения этих дефектов является предоставление абитуриентам права подачи заявлений о приеме в несколько (до пяти) вузов, причем по трем направлениям подготовки или специальностям, группам направлений подготовки или специальностей в одном вузе (далее - такие альтернативы обозначены термином "субгруппа"). Данное свойство процедуры можно назвать повторным счетом абитуриентов, так как каждый из них может претендовать на поступление в несколько (до 15) субгрупп.

Следующий шаг вполне логичен - каждый вуз ранжирует абитуриентов по сумме баллов, полученных ими при сдаче по нескольким предметам, и объявляет списки лиц, рекомендованных к зачислению. Далее абитуриент должен выбрать наиболее подходящий для себя вуз из числа готовых его зачислить и представить туда до конца первого этапа зачисления оригинал документа об образовании. Однако из-за повтор-

ного счета абитуриентов к концу первого этапа зачисления даже некоторые вузы с большим конкурсом не заполняют все места. Поэтому предусмотрен второй этап, чтобы вузы могли объявить дополнительные списки лиц, рекомендованных к зачислению. Однако и на втором этапе возникает та же проблема незаполнения мест. Абитуриенты, рекомендованные к зачислению на втором этапе в данном вузе, уже могут на первом этапе представить документы в более предпочтительный для них вуз. При этом извещать прочие вузы о своем решении они не обязаны. Тем не менее вузы обязаны ждать до конца этапа прихода этих “виртуальных” абитуриентов и не должны зачислять следующих в ранжировке претендентов.

Кроме того, некоторые из абитуриентов, уже представивших документы в другие вузы на первом этапе, могут не представить их в более предпочтительный для них вуз на втором этапе из-за отсутствия информации.

То есть и после второго этапа могут оставаться вакансии в некоторых вузах (группах вузов) даже при наличии реального (т.е. без учета повторного счета абитуриентов) конкурса в эти группы вузов. Таков *первый дефект* действующей процедуры. Устранить его путем увеличения числа этапов не удастся, поскольку сократить длительность каждого этапа до одного-двух дней нельзя. Ведь для зачисления абитуриенты должны представить оригиналы документов, а для иногородних студентов может потребоваться несколько дней, чтобы добраться до вуза. Кроме того, при, например, 15 этапах зачисления требование равенства условий поступления в вуз для всех абитуриентов независимо от места проживания превратится в фикцию. То есть процедура не улучшаема количественным увеличением числа этапов.

Более того, абитуриент, который на первом этапе уже представил документы в некий вуз, на втором этапе может узнать, что его рекомендовали к зачислению в более предпочтительном для него вузе. В таком случае он может забрать документы из первого вуза и представить их во второй. В одном вузе место заполнили, но в другом вновь освободилось место. Число этапов, при котором процесс может завершиться, может быть очень велико. Таков *второй дефект* действующей процедуры.

Кроме указанных двух дефектов, имеются и другие, связанные с неизбежными при возникающей проблеме недобора нарушениями правил зачисления. Они создают возможности для произвольного подхода к зачислению абитуриентов (например, по принципу - кто первый из “ре-

зервистов” пришел в конце этапа, того и зачисляют).

Если вуз для себя создал единую базу данных, а абитуриент поступал на две и более субгруппы в данном вузе, то после подачи им оригинала документа об образовании на одну субгруппу он, вообще говоря, должен выбывать из списков рекомендованных к зачислению в другие субгруппы этого вуза. То есть на освободившиеся места такой вуз мог проводить второй этап гораздо раньше. Но формально он не мог предлагать освободившиеся места следующим по списку до окончания этапа. И терял хороших абитуриентов, которые не хотели пребывать в неизвестности и представляли оригинал документа об образовании в другие вузы, в которые попали уже на первом этапе.

Возникает вопрос: почему вообще возникли вышеуказанные очевидные дефекты процедуры зачисления абитуриентов в вузы на основе результатов ЕГЭ? Ответ заключается в том, что она является неким “естественным” усовершенствованием ранее действовавшей примитивной процедуры, при которой абитуриенты могли поступать только в один вуз. Не прошедшие по конкурсу в престижные вузы теряли шанс поступить в том же году в другие вузы. За одним исключением: часть вузов, наиболее престижных, имела право проводить вступительные экзамены не в августе, а в июле. То есть на самом деле также было два этапа. И, кстати говоря, в этих престижных вузах присутствовали представители других вузов, которые “вербовали” абитуриентов, не прошедших по конкурсу, но успешно сдавших экзамены.

Переход к зачислению абитуриентов в вузы на основе результатов ЕГЭ с предоставлением абитуриентам права подачи заявлений о приеме в несколько (до 15) субгрупп качественно создает новую систему отношений вузов и абитуриентов. Вместо совокупности изолированных вузов и соответствующих им множеств абитуриентов возникла система из многих вузов и еще большего числа абитуриентов. При этом каждый абитуриент, вообще говоря, прямо и косвенно, может конкурировать с огромным числом абитуриентов, в том числе поступающих в вузы, в которые данный абитуриент не намерен поступать. Точно так же вузы связаны с другими (в том числе с вузами совсем другого профиля) отношениями замещения. То есть увеличение проходного балла, например, в медицинском институте может привести к увеличению притока абитуриентов в технический вуз. Соответственно, следует формально описать проблему распределения абитуриентов по вузам на ос-

нове результатов ЕГЭ, четко сформулировав элементы указанной системы и их отношения между собой, а также критерии, на основе которых можно выбрать наилучшее или удовлетворительное из огромного числа возможных распределений.

Предложена такая постановка указанной проблемы, без рассмотрения многих важных, но требующих дополнительной проработки вопросов.

Введем обозначения:

$G = (g_i)_{i=1, \dots, n}$ - множество в субгруппе g_i ;

$K = (k_i)_{i=1, \dots, n}$, где k_i - число мест в субгруппе i ;

$N = \{1, \dots, n\}$ - множество номеров субгрупп;

$A = (a_j)_{j=1, \dots, m}$ - множество абитуриентов a_j , где m - число абитуриентов;

$M = \{1, \dots, m\}$ - множество номеров абитуриентов.

$P_j(g_i, g_k)$ - предпочтение абитуриента a_j ($k \neq i$), $i, k=1, \dots, n; j=1, \dots, m$, определенное на множестве G , причем $P_j(g_i, g_k)$ означает, что для абитуриента a_j субгруппа g_i предпочтительнее субгруппы g_k . Следовательно, субгруппа g_i доминирует над субгруппой g_k .

$F_i(A)$ - функция полезности субгруппы $i=1, \dots, n$, определенная на множестве A . Если $F_i(a_j) > F_i(a_p)$ для пары (a_j, a_p) , $j, p \in M, j \neq p$, то абитуриент a_j доминирует абитуриента a_p в субгруппе g_i .

f_i - минимальное значение функции полезности в субгруппе $i, k=1, \dots, n$.

$R = (r_j)_{j=1, \dots, m}$ - распределение абитуриентов по субгруппам, где r_j - номер субгруппы, в которую распределен абитуриент j .

$C = (c_i)_{i=1, \dots, n}$ - разбиение абитуриентов по субгруппам, где $C_i = \{j \in M \mid r_j = i\}$ - множество номеров абитуриентов, которые распределены в субгруппу i . По определению, $C_i \cap C_p = \emptyset \forall i, p \in N; i \neq p; C_1 \cup \dots \cup C_n = C$.

Замечание: очевидно, что между разбиением и распределением имеет место взаимно-однозначное отображение.

* - знак, обозначающий разбиение и распределение, являющиеся решением задачи.

Предположения относительно свойств системы субгрупп и абитуриентов и отношений между ними могут быть сформулированы следующим образом.

Предположение 1. Предпочтения $P_j(g_i, g_k)$ - полные, т.е. определены для каждой пары $i, k=1, \dots, n$.

Данное предположение не ограничивает общности рассуждений. Достаточно дополнить G фиктивной субгруппой (т.е. в которое поступают все абитуриенты, не прошедшие по конкурсу

в выбранные ими субгруппы) и, присвоив ему номер $n+1$, принять, что $P_j(g_i, g_{n+1})$ для всех субгрупп i , в которые хочет поступить данный абитуриент. Тогда можно выстроить цепочку транзитивных отношений предпочтения для оставшихся субгрупп, такую, что первые субгруппы и фиктивная субгруппа доминируют над этими вторыми (неинтересными для абитуриента). Например, упорядочить все субгруппы, в которые абитуриент j поступать не хочет, в соответствии с их номером i . Понятно, что число мест в фиктивной субгруппе неограниченно.

Предположение 2. Предпочтения $P_j(g_i, g_k)$ строгие, т.е. одновременно не может быть $P_j(g_i, g_k)$ и $P_j(g_k, g_i)$.

Данное предположение представляется несколько нереалистичным, но в действительности абитуриентам после объявления ранжированных списков в разных субгруппах так или иначе приходится делать свой выбор. Выполнение этого предположения можно обеспечить, потребовав от абитуриента проранжировать все приемлемые для него субгруппы (т.е. в которые он готов поступить).

Предположение 3. Предпочтения $P_j(g_i, g_k)$ транзитивные, т.е. из $P_j(g_i, g_k)$ и $P_j(g_k, g_p)$ следует $P_j(g_i, g_p)$.

Выполнение данного предположения также можно обеспечить, потребовав от абитуриента проранжировать все приемлемые для него субгруппы (т.е. в которые он готов поступить).

Сформулируем критерий выбора (определение нестрогое). Распределение должно быть таким, что:

1) любой абитуриент, более подходящий, чем какой-либо из зачисленных в субгруппу g_i абитуриентов, зачислен в субгруппу, более предпочтительную для данного абитуриента, чем g_i ;

2) любая субгруппа, более предпочтительная для данного абитуриента, чем та, в которую он зачислен, недоступна для него по "проходному баллу".

Следовательно, имеет место:

Теорема 1. Пусть выполнены предположения 1-3. Тогда существует и единственное распределение R^* , и соответствующее ему разбиение C^* - такие, что:

$$|C_i^*| \leq k_i \quad \forall i \in N. \quad (1)$$

$$P_j(g_{r_j^*}, g_i) \quad \forall j \in M, i \in \{N \setminus \{r_j^*\}\}, \text{ таких, что } \exists p \in C_i^* \mid F_j(a_p) > F_j(a_j). \quad (2)$$

Следовательно, если абитуриент a_j , который предположительно доминирует над какими-либо из абитуриентов a_p , распределенных в субгруппу g_i , распределен в другую субгруппу $g_{r_j^*}$, то последняя для данного абитуриента предпочтительней субгруппы g_i .

$F_i(a_j) < F_i(a_p) \quad \forall i \in N; p \in C^*_i; j \in \{M \setminus \{C^*_i\}\}$,
таких, что $P_j(g_i, g_{r_j})$. (3)

Следовательно, если абитуриент a распределен в менее предпочтительную для него subgroupу g_{r_j} , чем g_i , то значение функции полезности у данного абитуриента в данной subgroupе $F_i(a_j)$ меньше, чем у любого поступившего в subgroupу g_i абитуриента a_p .

Распределение R^* и соответствующее ему разбиение C^* назовем равновесными.

Идея доказательства теоремы основана на том, что можно построить алгоритм (например, кратко описанный далее в настоящей статье), по завершении работы которого полученное распределение является равновесным (удовлетворяет условиям теоремы 1). Поскольку на каждой итерации все “проходные баллы” не убывают либо возрастают, то невозможно, чтобы subgroupа, ставшая недоступной для некоторого абитуриента на какой-либо итерации, впоследствии стала доступной для него. То есть процесс имеет монотонный характер.

Единственность равновесного распределения возможно доказать только при жесткой форме предположения 2 теоремы 1. Это еще предстоит сделать формально. Однако и при совпадении значений функций полезности некоторых абитуриентов в некоторых subgroupах равновесное распределение существует. Это доказывается путем небольшой модификации приведенного выше алгоритма.

Поскольку число возможных разбиений конечно, то доказательство теоремы конструктивно, т.е. гарантирует нахождение равновесного распределения.

Централизованное решение задачи распределения абитуриентов по вузам на основе результатов ЕГЭ позволяет снять искусственные ограничения на число subgroup или резко их ослабить.

Возможные направления развития предложенного подхода:

1. Проработка вопросов организации работы приемных комиссий по месту жительства абитуриентов (или во всех городах), работающих по принципу “единого окна”.

2. Проблемы ответственности абитуриентов в случае отказа их от поступления в вуз, в который они распределены. Обеспечивается созданием института договорных отношений между абитуриентами, вузами и уполномоченным государством органом, предусматривающих материальную ответственность (неустойку) в случае невыполнения договора любой стороной.

3. Учет при определении $F_i(A)$ наличия призовых мест на олимпиадах и других предпочтен-

ций вполне возможен путем специального построения функции полезности.

4. Построения более совершенной функции полезности вместо суммы баллов (на основе уже имеющихся достижений теории полезности и разработанных в ней функций полезности или целевых функций), отвечающих естественным критериям и обеспечивающих низкую вероятность совпадения значений для разных абитуриентов.

5. Разработка дополнительных функций предпочтения для выбора вузами абитуриентов при равенстве значений для них функции полезности вуза.

6. Учет возможностей заполнения мест, освободившихся из-за событий, случившихся уже после подачи абитуриентами документов в приемную комиссию по месту жительства.

7. Доказательство единственности равновесного разбиения, удовлетворяющего условиям теоремы 1.

8. Учет стоимости обучения на платных отделениях при формировании абитуриентами своих предпочтений возможен при заблаговременном объявлении вузами тарифов (в зависимости от результатов ЕГЭ и других параметров или просто значения функции полезности, если формула ее выставлена на сайте вуза в интернете).

Возможный алгоритм распределения абитуриентов по вузам на основе результатов ЕГЭ:

- На начальной итерации рассчитываются начальные проходные баллы и формируется фиктивная subgroup (для абитуриентов, не поступивших в какой-либо из вузов) и т.д.

- Все абитуриенты считаются нераспределенными.

- На каждой текущей итерации перебираются все нераспределенные абитуриенты (кроме попавших в фиктивную subgroup).

- На каждом шаге перебора (т.е. для данного нераспределенного абитуриента) находится лучшая из возможных для него subgroup, и он распределяется в данную subgroup (причем, возможно, замыкавший список в этой subgroup абитуриент перемещается в множество нераспределенных абитуриентов для следующей итерации). Если таких subgroup нет, то он распределяется в фиктивную subgroup с неограниченным числом мест. То есть по мере заполнения мест в subgroupах даже при превышении общего числа мест в вузах над числом абитуриентов может образоваться множество нераспределенных абитуриентов.

- В конце каждой итерации множество нераспределенных абитуриентов для данной итерации становится пустым.

• Если множество нераспределенных абитуриентов для следующей итерации также пусто, решение найдено.

Таким образом, предложенные в работе различные варианты перераспределения абитуриентов позволяют решить задачу формирования контингента студентов вуза в условиях ужесточенной конкуренции на рынке образовательных услуг, учитывая последствия демографического спада рождаемости населения. В современных условиях успешная деятельность вуза в плане формирования контингента студентов неразрывно связана с формированием долгосрочной стратегии повышения конкурентоспособности, которая позволит вузу добиваться превосходства в наборе граждан в состав студентов по сравнению с другими производителями образовательных услуг⁵.

¹ Статистика российского образования. URL: www.mon.gov.ru.

² Стратегии адаптации высших учебных заведений: экономический и социологический аспекты / Т.Л. Клячко [и др.]. М., 2002.

³ *Титова Н.Л.* Путь успеха и неудач: стратегическое развитие российских вузов. М., 2008.

⁴ Об утверждении Порядка приема граждан в имеющие государственную аккредитацию образовательные учреждения высшего профессионального образования: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 окт. 2009 г. № 442 (ред. от 11 мая 2010 г.).

⁵ *Клячко Т.Л.* Государственное регулирование численности студентов вуза. М., 2006. (Серия "Управление. Финансы. Образование").

Поступила в редакцию 02.11.2010 г.