

**Н.С. Калинин**

Guangdong Technion – Israel Institute of Technology, China

**А.Д. Кузьмина**

Яндекс, Москва, Международная лаборатория теории игр и принятия решений  
ВШЭ, Санкт-Петербург

## Каким могло бы быть централизованное распределение абитуриентов по образовательным программам<sup>1</sup>

**Аннотация.** В России процесс поступления в вузы в 2021–2022 гг. был связан с высокими рисками для абитуриентов. Многие абитуриенты вплоть до самого конца приемной кампании – до момента публикации списков поступивших – не могли быть уверены, что они приняты на программу, куда принесли «согласие на зачисление». В настоящей статье анализируется основанная на динамической версии алгоритма Гэйла–Шепли централизованная система распределения абитуриентов. Главным плюсом предлагаемой системы является намного меньшая неопределенность для абитуриентов. Если абитуриент выбрал некоторую программу, он может быть уверен, что ему предложат место на этой программе ранее, чем абитуриентам с меньшим числом баллов. Как мы объясняем, такие правила приема стимулируют абитуриентов выбирать образовательные программы, в первую очередь исходя из своих интересов и пользы для общества, а не из необходимости поступить хотя бы куда-то. Для практической реализации самым важным является вопрос скорости сходимости данного алгоритма, чему и посвящена настоящая статья. Мы приводим результаты моделирования предлагаемой системы на синтетических данных и исследуем случаи, мешающие быстрому распределению абитуриентов по программам. В статье также будет представлено несколько предложений, как ускорить сходимость алгоритма в реальной ситуации. Мы рассматриваем нашу статью в первую очередь как аналитический материал в интересах государства (*policy paper*) – академическое сообщество может и должно принимать участие в разработке правил приема в вузы.

**Ключевые слова:** образование, поступление в вузы, алгоритм Гэйла–Шепли, экономические механизмы.

Классификация JEL: C78, D71, D82.

Для цитирования: Калинин Н.С., Кузьмина А.Д. (2024). Каким могло бы быть централизованное распределение абитуриентов по образовательным программам // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 1 (62). С. 101–115.

DOI: 10.31737/22212264\_2024\_1\_101-115

EDN: IFTGKA

### 1. Правила приемных кампаний до 2022 г.

В разд. 1 мы опишем проблемные аспекты (в первую очередь непредсказуемость результата и, как следствие, его несправедливость) правил приема в вузы в России в 2021–2022 гг. В разд. 2 мы опишем предлагаемые нами правила системы приема и их свойства. В разд. 3 мы обсудим скорость сходимости алгоритма. В заключении мы коротко обсудим правила приема 2023 г. и резюмируем результаты статьи.

До 2020 г. включительно приемная кампания в вузы России проходила в две волны. Первая волна была устроена следующим образом: до определенного

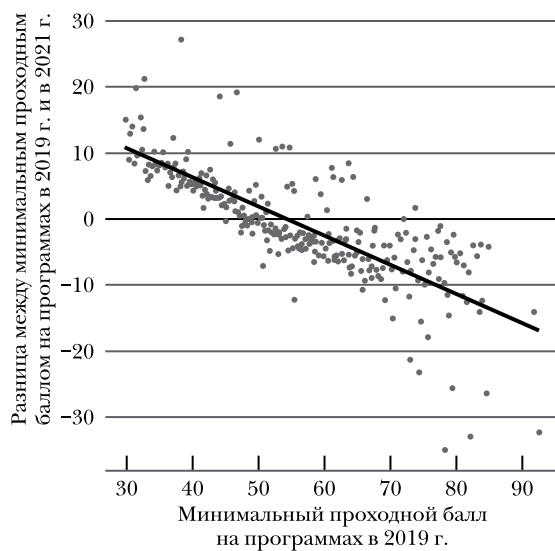
<sup>1</sup> Мы благодарим Влада Савинова за написание скрипта, собирающего информацию с сайта admlist.ru раз в несколько часов. Мы благодарим Лабораторию проектирования содержания образования (ВШЭ) за данные о приемных кампаниях 2019–2021 гг., которые были использованы для получения рис. 1. Также мы благодарим Александра Нестерова, Рустама Хакимова, Константина Сорокина, Станислава Смирнова и Ивана Яценко за плодотворные обсуждения. Благодарим анонимного рецензента за замечания, существенно улучшившие статью. Мы также благодарим Программу фундаментальных исследований и «Приоритет-2030» НИУ ВШЭ, внутри которой было проведено исследование.

момента каждый абитуриент выбирал одну программу (и приносил туда *согласие на зачисление* в виде оригинала аттестата). В этот момент первые  $0,8L$  абитуриентов зачислялись на программу (здесь  $L$  – число свободных мест на программе), т.е. вузы заполняли 80% бюджетных мест. Если абитуриент не был зачислен в первую волну, у него была возможность отнести аттестат в другой вуз или на другую программу и поступить во вторую волну, в результате которой заполнялись оставшиеся 20% мест.

Таким образом, во время первой волны абитуриент мог рискнуть и подать документы на наиболее приоритетную для него программу. Если абитуриенту не хватало баллов для поступления во время первой волны, во вторую волну он мог выбрать место с низкими проходными баллами, что гарантировало поступление (впрочем, бывало так, что проходные баллы во вторую волну на отдельные программы были выше, чем в первую волну).

В 2021 г. оставили только одну волну поступления. Если абитуриента не зачислили на бюджетное обучение во время единственной волны – еще одной возможности поступить на бюджетное обучение в этот год у него не было. Полные правила приема в 2021 г. можно прочитать в приказе<sup>2</sup>.

Сравнивая результаты 2019 и 2021 г. (рис. 1), мы видим, что в 2021 г. вырос средний проходной балл на программах с низким проходным и упал на программах с высоким проходным баллом. Мы считаем, что изменившееся поведение абитуриентов обусловлено рисками, которые появились в 2021 г. (2020 г. исключен нами из рассмотрения из-за нестандартных коронавирусных ограничений). В 2021 г. абитуриенты сразу выбирали программы с относительно низкими проходными баллами, чтобы точно поступить, потому что второго шанса у них не было. Иначе говоря, абитуриенты выбирали менее рискованное поведение. В 2021–2022 гг. каждый абитуриент должен был выбрать несколько программ (возможно, в разных вузах) и до определенного срока принести «согласие» только на одну из этих программ. «Согласия» можно было переносить из одного вуза в другой и с одной программы на другую. Немаловажно, что перекладывать «согласия» можно



**Рис. 1**

*Все образовательные программы были ранжированы по среднему проходному баллу в 2019 г. (ось абсцисс). Для каждой образовательной программы была посчитана разница между средним проходным баллом в 2021 и 2019 г. (ось ординат). На графике видно падение средних проходных баллов в 2021 г. на программах с высоким проходным баллом в 2019 г. Мы связываем это с тем, что правила поступления в 2021 г. были таковы, что, не желая рисковать, абитуриенты выбирали программы, куда могут точно поступить, а не те, куда они могли бы поступить.*

<sup>2</sup> Приказ от 21 августа 2020 г. № 1076 «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (<https://priemvuz.ru/zakony/33dbc1f1-a1bc-4274-905e-0bdac0d20f49>).

было по электронной почте, и потому — довольно быстро. В 2021–2022 гг. «согласие» можно было посылать и отзываться через сайт [gosuslugi.ru](http://gosuslugi.ru), а в 2021 г. — даже и просто по электронной почте. В день окончания приемной кампании все вузы одновременно ранжировали список полученных «согласий» и зачисляли на каждую программу абитуриентов согласно их результатам ЕГЭ. Правила приема тем самым мотивировали абитуриентов принимать решения как можно позже. И тогда многие переключались «согласия» в последний момент (и приемные комиссии обрабатывали их уже после окончания приемной кампании, так что на популярных программах проходные баллы резко вырастали после(!) окончания приемной кампании, когда переключать «согласия» было уже невозможно). Можно возразить, что таким образом нарушались права абитуриентов (Бабич, Линская, Кропачев, 2021).

Некоторое статистическое представление о процессе поступления можно получить путем анализа открытых данных. В 2022 г. мы проанализировали динамику переключивания «согласий» абитуриентами. Сделанный энтузиастами сайт [admlist.ru](http://admlist.ru) в полуавтоматическом режиме собирал информацию с сайтов нескольких вузов (в алфавитном порядке: четыре филиала ВШЭ, ИТМО, МАИ, МГТУ, МИРЭА, МИСиС, МИФИ, МИЭТ, МФТИ, МЭИ, РУДН, СПбГУ, СПбПУ), чтобы помочь абитуриентам оценить свои шансы на поступление. Вузы должны предоставлять информацию о поступающих в открытом доступе, но делали это в разных форматах, поэтому скрипт, который автоматически собирал раз в несколько часов информацию с сайтов вузов, энтузиастам надо было настраивать для каждого вуза отдельно. Мы же воспользовались данными, представленными на [admlist.ru](http://admlist.ru).

Результаты анализа этих данных следующие. Согласно правилам 3 августа был последним днем подачи «согласий», а списки поступающих должны были быть сформированы окончательно еще 27 июля. Всего около 110 тыс. абитуриентов попали в поле зрения скрипта. До 3 августа скрипт находил примерно 20 тыс. «согласий». После 4 августа число «согласий» выросло до 37 тыс. и затем плавно снижалось до 35 тыс. вплоть до 11 августа (в этот день вузы должны были опубликовать списки зачисленных). На 12 августа было видно 27 тыс. «согласий», что, видимо, отражает финальную картину по указанным вузам. Число абитуриентов в поле зрения скрипта за 11–12 августа уменьшилось также на 5 тыс. Число абитуриентов, которые появились в какой-то момент, а затем исчезли, — около 9 тыс. (видимо, столько абитуриентов забрали заявления). Больше всего изменений «согласия» было в последний день, когда это было возможно, — 3 августа (примерно 2 тыс. изменений) и 4 августа (примерно 1 тыс.). В остальные дни число изменений было порядка 100 (вплоть до 12 августа!). Вплоть до 12 августа каждый день появлялись новые абитуриенты (12 августа появилось около 1 тыс. новых абитуриентов).

Иными словами, уровень шума (новые абитуриенты, появляющиеся и исчезающие в списках, после того как списки должны уже быть окончательными, несколько сотен абитуриентов с «согласиями» в нескольких местах, что прямо запрещается, и т.д.) превышает уровень сигнала (переключивающие «согласия» абитуриенты). Такой уровень шума имеет несколько объяснений: часть абитуриентов посылала заявления / «согласия» по почте (и через сайт [gosuslugi.ru](http://gosuslugi.ru)) и письмо могло прийти на неделю позже последней официальной возможности переложить «согласие» в другой вуз. Далее, в силу правил приема,

абитуриенты не хотели рисковать, поэтому в некоторых вузах на 3 августа был недобор и остающиеся места были заполнены иными способами. Это косвенно подтверждается тем, что некоторые вузы как будто специально выкладывали в открытый доступ информацию о поступающих в формате, максимально затрудняющем автоматический сбор и анализ такой информации. В любом случае оценить масштаб и причины шума (злоупотребления или медленная работа почты, плохо отлаженное взаимодействие сайта gosuslugi.ru с приемными комиссиями) не представляется возможным. Очевидным является лишь то, что пик переключения «согласий» приходится на последний день, когда это можно сделать, и приемные комиссии обрабатывают изменения в течение еще одного дня.

Краткий анализ правил приемной кампании 2023 г. приводится в конце настоящей статьи.

## 2. Предлагаемый алгоритм приема абитуриентов в вузы

В этом разделе мы обсуждаем некоторую централизованную систему поступления в вузы. Мы надеемся, что эта система или ее вариация может быть внедрена в России в ближайшие годы (и правила 2023 г.<sup>3</sup> показывают движение именно в эту сторону). Имеется большое число разнообразных практических проблем, делающих немедленное введение централизованной системы сложным, – например, не все абитуриенты желают пользоваться Интернетом, некоторые программы связаны с секретностью и т.д.

Глава Комиссии Генсовета «Единой России» по образованию и науке Елена Шмелева в ходе первого заседания Комиссии 29 ноября 2021 г. предложила «формировать рейтинговые списки абитуриентов и реестры их “согласий” на зачисление по принципу “единого окна”» – это сделает систему зачисления прозрачной. При этом должна появиться возможность заключить договор об обучении через сервис [gosuslugi.ru]. Также на заседании было добавлено, что «нужно изменить порядок и сроки подачи “согласий” на зачисление с учетом динамической математической модели» (той самой, что описана ниже)<sup>4</sup>.

Мы надеемся, что эта статья положит начало академическому обсуждению организации системы поступления в вузы на русском языке. (Имеется обзор (Железова и др., 2013), см. также (Кисельгоф, 2012), но в нем недостает практических деталей.) Возможные правовые обоснования (касающиеся рисков при поступлении и права на образование) для предлагаемой модели были приведены в научной статье (Бабич, Линская, Кропачев, 2021). Упрощая, в правовой системе абитуриент должен иметь возможность в разумных пределах предвидеть последствия своих действий, что в рамках поступления в одну волну не выполняется.

Вопросы стимулов являются типичными для хорошо разработанной области информационных систем в экономике, учитывающих стратегическое поведение участников (mechanism design). Широко известная экономистам статическая версия алгоритма Гэйла–Шепли имеет разного рода недостатки: во-первых, она малопонятна участникам; во-вторых, – крайне чувствительна к ошибкам при вводе данных, которые неизбежно случаются в таких больших процессах, как

<sup>3</sup> Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.08.2022 № 814 «О внесении изменений в “Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры”, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21 августа 2020 г. № 1076». (Подробнее можно ознакомиться на странице <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209260005?index=11&rangeSize=1>).

<sup>4</sup> См. <https://er.ru/activity/news/edinaya-rossiya-predlozhila-uprostit-poryadok-priema-v-vuzy>

поступление в вуз. В динамической версии этого алгоритма (вариант которой мы и предлагаем) самыми важными являются вопросы скорости сходимости – им и посвящена настоящая статья. С обзором систем поступления в вузы в разных странах мира можно ознакомиться в (Bonkougou, Nesterov, 2021) – в Бразилии (Aygün, Lanari Bo, 2021), Германии (Westkamp, 2013; Kübler, 2019), Китае (Chen, Kesten, 2017), Мексике (Chen, Pereyra, 2019), Турции (Balinski, Sönmez, 1999) и Франции (Frys, Staat, 2016).

### 2.1. Подготовка к основному этапу распределения, формальное описание

Опишем предлагаемые нами правила приемной кампании.

До начала приемной кампании каждый абитуриент составляет список из  $K$  (фиксированное в правилах число, например,  $K = 5$ ) или менее программ, куда он хотел бы поступить. Выбранные  $K$  программ абитуриент **упорядочивает**, расставляя в списке от самой приоритетной (куда он больше всего хочет поступить) до наименее приоритетной.

Приемная кампания занимает  $T$  (фиксированное в правилах число, например,  $T = 20$ ) дней и проводится одновременно во всех вузах страны. Список из  $K$  упорядоченных программ абитуриент должен загрузить в центральную систему до первого дня приемной кампании. После первого дня приемной кампании абитуриент не сможет изменить выбор программ (но может изменить их порядок). Он будет участвовать в конкурсе на зачисление только по программам из своего списка.

В первый день приемной кампании каждая программа формирует список абитуриентов, которые включили ее в свои списки программ. Каждая программа упорядочивает абитуриентов, согласно заранее известным критериям (ЕГЭ, олимпиады, вступительные испытания и т.д.), расставляя их в списке от наиболее приоритетного (с самыми высокими баллами) до наименее приоритетного, и выкладывает эти списки (называемые конкурсными) в публичный доступ. Для упрощения описания алгоритма мы будем считать, что все программы упорядочивают абитуриентов по ЕГЭ.

Порядок, в котором абитуриент расположил программы, никак не влияет на процесс зачисления. В дальнейшем, если абитуриенту придет приглашение (см. далее) на зачисление от нескольких программ – он сможет согласиться быть зачисленным на любую из них вне зависимости от изначального упорядочивания. Также и программы не будут знать, как абитуриент расположил программы в своем списке. Таким образом, решение программы прислать приглашение абитуриенту никак не будет обусловлено тем, на каком месте в списке у этого абитуриента она стоит.

### 2.2. Основной этап распределения абитуриентов: динамическая волна

Опишем, как в предлагаемой системе проходит процесс зачисления с обеих сторон: со стороны программы и со стороны абитуриента.

**Процесс распределения мест со стороны программы.** У каждой программы имеется упорядоченный список абитуриентов. Предположим, что на рассматриваемой программе  $P$  имеется  $L$  свободных мест. В первый день система выбирает первых  $L$  абитуриентов с самыми высокими баллами из списка программы  $P$ . Им система присылает приглашения от программы  $P$ .

Приглашение от программы  $P$  абитуриенту означает, что теперь абитуриент считается *предварительно зачисленным* на программу  $P$ , и программа  $P$  принимает других абитуриентов исходя из того, что одно место уже занято данным абитуриентом. На полученное «приглашение» абитуриент может прислать «отказ». Отказ абитуриента означает, что абитуриент принял окончательное решение не поступать на программу  $P$ . Таким образом он освобождает на ней одно место. Значит, на программе  $P$  появляется свободное место, которое может занять другой абитуриент.

Предположим, что в первый день приемной кампании  $L'$  предварительно зачисленных абитуриентов прислали отказ. На второй день приемной кампании система отправляет приглашения на программу  $P$  следующим  $L'$  абитуриентам из списка программы  $P$ , и процесс повторяется. Таким образом, каждый день алгоритм отправляет столько приглашений от программы  $P$ , сколько в этот день на ней свободных мест. Каждый раз алгоритм выбирает оставшихся абитуриентов из упорядоченного списка программы с самыми высокими баллами. В любой момент приемной кампании предварительно зачисленный абитуриент может прислать отказ от программы, освободив тем самым на ней место. Если абитуриенту пришло несколько приглашений, то в течение короткого срока (например,  $S=2$  дней) он должен отказаться от всех приглашений, кроме одного (см. ниже), таким образом будут освобождаться места и будут высылаться новые приглашения.

Все изменения отражаются в публичном списке абитуриентов, подавших на данную программу  $P$ , так что каждый абитуриент может видеть, кому уже отправлены приглашения, кто уже отказался, а кто еще думает (данные могут быть представлены в обезличенной форме, например, можно идентифицировать абитуриентов по СНИЛС, как это делалось в 2022 г.).

Абитуриент может прислать отказ, не дожидаясь получения приглашения. Такой абитуриент находится ниже в списке, чем все предварительно зачисленные абитуриенты. В этом случае он больше не участвует в конкурсе на данную программу (и это отмечается в конкурсных списках). Отметим еще раз, что приглашение является обязывающим для программы, т.е. абитуриент может от него отказаться, а программа, выславшая приглашение, – нет.

**Выбор образовательной программы со стороны абитуриента.** Когда абитуриенту приходит приглашение от какой-то программы, у него есть три опции: *отказаться*, *принять окончательно* и *принять предварительно*. Считается, что как только абитуриенту программа присылает «приглашение», он автоматически попадает на нее как предварительно зачисленный.

*Отказ* означает, что абитуриент принял решение не идти на данную программу. И это решение окончательное. Свое решение он отправляет в систему. Если абитуриент был предварительно зачислен на программу, от которой отказывается, он освобождает место на программе. В этом случае это место может занять другой абитуриент и система высылает приглашение следующему по списку.

*Принять окончательно* приглашение означает, что абитуриент принял решение быть зачисленным именно на эту программу и больше не изменит своего решения. В этом случае всем остальным программам из списка этого абитуриента, на которые он был предварительно зачислен и которые еще не присылали ему приглашение, автоматически высылается отказ.

*Принять предварительно* приглашение (опция по умолчанию) означает, что абитуриент все еще продолжает участвовать в конкурсе на другие программы. Если в какой-то момент абитуриент предварительно зачислен более чем на одну программу – например, он получил приглашения от трех программ в первый же день, у него есть  $S$  дней (например,  $S = 2$ ), чтобы оставить приглашение только одной программы, а остальным программам ответить отказом. Если он не сделал этого выбора за  $S$  дней, система автоматически из всех имеющихся приглашений этому абитуриенту выбирает наиболее для него приоритетное (напомним: абитуриент упорядочивал программы), его оставляет, а по всем остальным имеющимся приглашениям высылает отказ.

Такая «динамическая волна» происходит  $T$  дней. В последний день все абитуриенты, которые предварительно приняли приглашения, должны определить: отклоняют они текущее приглашение или принимают окончательно (опция по умолчанию). Так как после распределения могут остаться свободные места на программах и незачисленные абитуриенты, которые не приняли приглашения окончательно или кому так и не пришло ни одного приглашения, проводится *донабор*.

Отметим, что абитуриент может не следить за приходящими «приглашениями». В этом случае система автоматически каждые  $S = 2$  дня из всех пришедших приглашений выбирает приглашение от наиболее приоритетной (для абитуриента) программы, а по остальным приглашениям высылает отказ.

### 2.3. Донабор

После завершения динамической волны за  $T$  дней, как описано выше (например, по прошествии  $T = 20$  дней), проводится донабор, для которого можно реализовать классическую (статическую) версию алгоритма Гэйла–Шепли (David, Shapley, 1962). Статическая версия алгоритма устроена точно так же, как описанная выше динамическая версия, но при получении абитуриентом нескольких приглашений система сразу выбирает наиболее приоритетное для абитуриента (согласно его списку), а по остальным высылает отказ. Иными словами, один шаг алгоритма занимает несколько секунд, а не два дня, и алгоритм вычисляет распределение абитуриентов по программам в течение нескольких минут.

Для основной динамической волны мы используем динамическую версию этого алгоритма: после получения нескольких приглашений у абитуриента есть время ( $S$  дней), чтобы выбрать наилучшее, не обязательно согласно предварительно составленному им упорядоченному списку. Динамическая версия более понятна абитуриентам и более устойчива к ошибкам – требуется гораздо меньше изменений, если что-то заявление потеряли и нашли через два дня после начала приемной кампании. Более того, выбирая между приглашениями в условиях необходимости, абитуриенты будут лучше понимать работу алгоритма. По опыту других стран, например Франции (где сначала внедрили алгоритм Гэйла–Шепли, а потом перешли к его динамической версии), известно, что абитуриенты не понимают работы статического алгоритма Гэйла–Шепли и пытаются улучшить результат, сообщая не свои настоящие предпочтения, что ухудшает тем самым для себя результат (Hakimov, Kübler, 2021).

Статическую версию (после получения приглашения система автоматически выбирает наилучшее для абитуриента приглашение согласно предварительно составленному им упорядоченному списку) можно использовать для набора. Согласно нашему моделированию на синтетических данных и на данных, приближенных к реальным, набор затронет менее 5% абитуриентов.

#### 2.4. Преимущества предлагаемого алгоритма

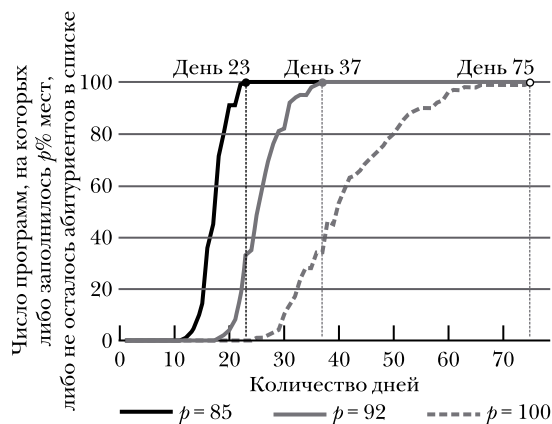
**Меньше рисков для абитуриентов.** Абитуриент становится «предварительно зачисленным», если ему пришло хотя бы одно приглашение. Если абитуриент самостоятельно не откажется от всех присланных приглашений, то до конца приемной кампании он будет в статусе «предварительно зачисленного» хотя бы на одной программе. Если абитуриент получает новые приглашения, то в течение  $S = 2$  дней ему необходимо выбрать одно из них, а от других отказаться. Это стимулирует абитуриента осознанно выбирать в безрисковой(!) ситуации, причем – из небольшого числа альтернатив.

**Увеличение числа выбираемых абитуриентом программ.** Абитуриент, подавая список программ, где он хотел бы учиться, может выбрать и те программы, на которые уверен, что поступит, и те, где лишь мечтает учиться, но его шансы малы. Ему скорее всего придет приглашение от программы с низкими проходными баллами, таким образом, абитуриент точно куда-то поступит, т.е. невозможна ситуация, когда абитуриент, хорошо сдавший экзамены, не поступает никуда. Также абитуриенту может прийти приглашение от программы с высокими проходными баллами. В этом случае он сможет выбрать ту программу, куда больше хочет попасть.

**Более справедливое распределение мест.** Пусть два абитуриента,  $A$  и  $B$ , хотят на одну и ту же программу  $P$ , но у абитуриента  $A$  баллы за ЕГЭ выше. В 2021 г.  $A$  выбирает другую программу, так как боится не пройти на программу  $P$  по конкурсу. Абитуриент  $B$  рискует, выбирает  $P$ , и его зачисляют (потому что многие другие абитуриенты тоже побоялись рискнуть). Как мы видим, в этом случае отбор во многом происходит по склонности к риску, а не способностям к обучению. В результате на программу берут абитуриента  $B$  с баллами ниже, а не абитуриента  $A$ . В предлагаемом нами алгоритме абитуриенты  $A$  и  $B$  выберут и программу  $P$ , и другие программы. Однако программа  $P$  сначала предложит место абитуриенту  $A$ , у которого больше баллов, и только после – абитуриенту  $B$ , если останутся свободные места. Таким образом, распределение абитуриентов по программам будет более справедливым.

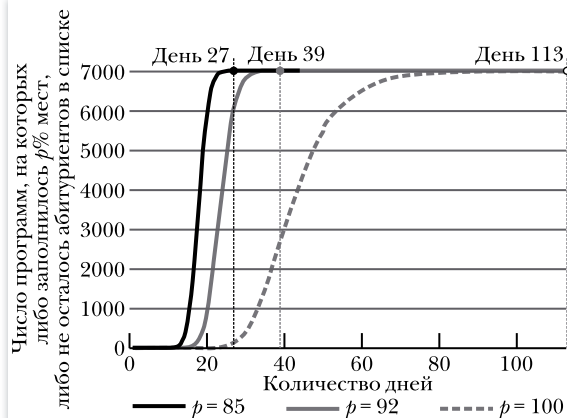
**Сравнение со статическим алгоритмом Гэйла–Шепли.** Вышеуказанные преимущества предлагаемых нами правил над правилами 2021–2022 гг. распространяются и на статическую версию алгоритма Гэйла–Шепли, согласно которой абитуриенты загружают в систему свои предпочтения, и алгоритм (практически мгновенно) рассчитывает распределение абитуриентов по вузам. Полученное таким образом распределение будет совпадать с тем, которое получится при предлагаемых нами правилах, если абитуриенты в процессе приемной кампании не меняют своих предпочтений. Таким образом, статическая версия алгоритма Гэйла–Шепли намного быстрее и все такая же справедливая.





**Рис. 2**

По оси абсцисс отложено время работы алгоритма ( $N = 15\,000$ ,  $K = 10$ ,  $L = 60$ ,  $M = 100$ ,  $S = 2$ ). По оси ординат – доля (процент) программ, которые к указанному дню оказались заполнены на 100% (правый график), 92% (средний график), 85% (левый график). График получен усреднением по тысяче запусков алгоритма на синтетических данных. Таким образом, примерно за 20 дней заполняются 85% мест.



**Рис. 3**

По оси абсцисс отложено время работы алгоритма ( $N = 700\,000$ ,  $K = 10$ ,  $L = 70$ ,  $M = 7000$ ,  $S = 2$ ). По оси ординат – доля (процент) программ, которые к указанному дню оказались заполнены на 100% (правый график), 92% (средний график), 85% (левый график). График получен усреднением по тысяче запусков алгоритма на синтетических данных. Таким образом, примерно за 25–27 дней заполняются 85% мест на всех программах.

Однако статическая версия алгоритма Гэйла–Шепли не лишена недостатков. Абитуриентам сложно упорядочить программы, куда они хотели бы поступить, не имея реалистичной оценки шансов на поступление. Абитуриент может легко упорядочить несколько вузов в начале списка (куда, вполне вероятно, не имеет шансов поступить) и относительно произвольно поставит вузы в середине и конце списка. В динамической версии, имея необходимость выбирать между двумя или тремя полученными «приглашениями», абитуриент может делать более осознанный выбор (например, платное обучение в родном городе может оказаться в целом дешевле, чем обучение за бюджетные деньги, но в Москве). Практически невозможно ожидать от абитуриента, что при выборе из десятка вариантов он побеспокоится о доступности или качестве общежитий для вариантов, которые он поставит в конец списка (и, возможно, только туда и имея шансы поступить). Из-за указанных выше причин мы предлагаем комбинировать динамическую и статическую версию алгоритма Гэйла–Шепли. Вероятно, если система находится около равновесия и можно достаточно точно предсказать проходные баллы на каждую программу, то абитуриенты в целом понимают, как работает алгоритм, и не пытаются его обмануть. Тогда динамическую часть можно сокращать до нескольких дней (рис. 2–3). Экспериментально известно, что люди не понимают, как работает статическая версия алгоритма Гэйла–Шепли, и пытаются получить более предпочтительные результаты, сообщая неправильные предпочтения (Накимов, Kübler, 2021).

### 3. Время работы алгоритма. Скорость заполнения определенного процента мест на программах

Для оценки среднего числа дней, за которые  $N$  абитуриентов распределяются по  $M$  программам, мы смоделировали предлагаемый алгоритм зачисления. Все абитуриенты упорядочены одинаково (с точки зрения вузов). Для каждого из  $N$  абитуриентов случайным образом формируется список предпочтений длиной  $K$  (мы используем  $K = 10$ , хотя в действительности две трети абитуриентов выбирают не более шести программ). Каждый день каждая программа отправляет приглашения такому числу абитуриентов, которое равно числу свободных мест на этой программе. В первый день каждая программа отправляет  $L$  приглашений.

Каждый абитуриент, если у него более одного приглашения, выбирает приглашение от той программы, которая выше всего в его упорядоченном списке (и становится «предварительно зачисленным» на эту программу). Остальным программам, выславшим приглашения этому абитуриенту, через  $S = 2$  дней он высылает отказ. И эти программы у себя отмечают, что у них освободилось место, и высылают приглашение следующему по списку. Каждый день все программы отправляют столько приглашений, сколько свободных мест у них осталось по итогам предыдущего дня.

В первом эксперименте мы считаем, что число программ  $M = 100$ , на каждой программе имеется  $L = 60$  мест, число абитуриентов равно  $N = 15\,000$ . Как мы увидим далее, наш произвольный выбор параметров позволяет увидеть основные характеристики сходимости модели.

Алгоритм заканчивает работу, когда на каждой программе либо все места заполняются предварительно зачисленными абитуриентами, либо у программы больше не остается абитуриентов в списке, которым она могла бы выслать приглашения. Однако из-за случаев, которые мы рассмотрим в следующем разделе, распределение абитуриентов по программам может происходить долго. При этом большая часть мест на программах заполняется быстро. На рис. 2 видно, что при списке предпочтений  $K = 10$  и числе абитуриентов  $N = 15\,000$  уже на 23-й день на каждой программе либо было занято не меньше 85% мест (т.е. 85% мест заполнены «предварительно зачисленными» абитуриентами), либо в списке не осталось абитуриентов, которым можно было предложить место. При этом все программы полностью заполняются только на 75-й день.

Во втором эксперименте для более приближенных к жизни параметров ( $N = 700\,000$  абитуриентов, соревнующихся за 490 000 мест, т.е. 7000 программ по 70 мест каждая, порядок чисел сопоставим с конкурсной ситуацией 2022 г.) скорость заполнения похожая (см. рис. 3). Следует отметить, что алгоритм работает дольше, чем в первом эксперименте, и происходит это из-за того что мы генерируем предпочтения абитуриентов случайно (равномерно). В реальности же «рынок поступления» распадается на несколько десятков рынков поменьше: например, число абитуриентов, поступающих одновременно на творческие и инженерные специальности, пренебрежимо мало.

Из-за указанных характеристик сходимости (в первые 10–20 дней распределяется большинство абитуриентов, затем каждый следующий день число новых стабилизировавшихся мест уменьшается) мы предлагаем проводить основную волну фиксированное число дней (например,  $T = 20$ ). Затем мы предлагаем проводить донатор (как было описано выше), занимающий 1–2 дня.

### 3.1. Влияние числа программ в списке и числа абитуриентов на скорость заполнения

Мы запускаем алгоритм тысячу раз на случайно сгенерированных предпочтениях абитуриентов и затем усредняем результаты.

В качестве оценки скорости работы алгоритма при фиксированных параметрах  $N, M, K, S$  мы используем среднее число дней, за которые на всех программах предварительно зачисленными абитуриентами заполняются 85% мест.

Среднее число дней, за которые заполняется 85% мест, равно восьми (при числе программ  $K = 5$  в упорядоченных списках абитуриентов), 17 ( $K = 10$ ) и 27 (при  $K = 15$ ). В самом деле, более длинные списки предпочтений у абитуриентов как раз и должны приводить к более длительному распределению.

Как показывают наши эксперименты, скорость сходимости алгоритма (т.е. день, на который заполняется 85% мест) не увеличивается с ростом числа абитуриентов (при условии, что абитуриентов больше числа мест). Предложим этому следующее эвристическое объяснение (не являющееся, конечно, доказательством): пусть абитуриентов больше, чем мест. Тогда, выкидывая из рассмотрения всех абитуриентов, которые «не поступили», мы не меняем скорости сходимости алгоритма. Таким образом, на скорость работы алгоритма влияет лишь та часть абитуриентов, которая поступит.

**Пример.** Пусть имеется всего две программы  $P_1, P_2$ , каждая – с одним местом, и два абитуриента –  $A, B$ . Пусть  $A$  сдал экзамены лучше  $B$ . Оба абитуриента предпочли бы учиться на программе  $P_1$ , хотя согласны и на  $P_2$ . Тогда на первом шаге алгоритма  $P_1, P_2$  высылают приглашение абитуриенту  $A$ . Абитуриент  $A$  высылает отказ программе  $P_2$  и соглашается пойти на программу  $P_1$ . Программа  $P_2$  высылает приглашение абитуриенту  $B$ , и на этом процесс останавливается. Предположим теперь, что абитуриентов больше:  $A, B, C, D, \dots$  и  $A$  сдал экзамены лучше всех,  $B$  чуть хуже и так далее. В этом случае на первом шаге алгоритма  $P_1, P_2$  вышлют приглашения  $A$ . Абитуриент  $A$  выберет приоритетную для него программу, вышлет другой программе отказ, эта другая программа вышлет приглашение  $B$ , и процесс остановится. Таким образом, добавление абитуриентов  $C, D, \dots$  никак не влияет на скорость сходимости алгоритма.

**Гипотеза.** Пусть предпочтения абитуриентов распределены случайно, согласно фиксированному распределению. Тогда средняя скорость работы алгоритма (понимаемая как математическое ожидание числа дней, когда заполнится 85% мест) не увеличивается с ростом числа абитуриентов, если число абитуриентов больше числа свободных мест на всех программах.

Так или иначе, при увеличении числа абитуриентов и при фиксированном числе мест время работы алгоритма не увеличивается. Параметр  $K$  (максимальное число заявлений от абитуриента) можно менять, чтобы регулировать время распределения в зависимости от числа мест на программах и от желательного процента заполнения до проведения набора.

Известно, что  $2/3$  всех абитуриентов подают заявление не более чем на шесть программ. Можно предусмотреть, чтобы программа высылала новые приглашения не на следующий день, а сразу же после получения отказа. Далее, не все абитуриенты будут думать  $S = 2$  дней, чтобы выбрать из имеющихся приглашений

самое для них лучшее, многие примут решение сразу. Значит, в реальности заполнение мест будет происходить быстрее.

### 3.2. Причины, из-за которых распределение абитуриентов может происходить долго

При моделировании видна основная причина, из-за которой распределение абитуриентов по вузам может происходить долго, состоит в медленном распределении небольшого числа мест, потому что высылаются приглашения, от которых абитуриенты точно откажутся.

Проиллюстрируем это явление двумя примерами.

1. Предположим, абитуриенты с номерами  $[1, m-1]$  и с самыми высокими баллами за ЕГЭ выбрали программу  $B$  и **не выбрали** программу  $A$ . Возьмем также абитуриентов с номерами  $[m, 2m-1]$ . Пусть они поступают на обе программы —  $A$  и  $B$ , но на программу  $A$  хотят больше абитуриентов. Число свободных мест на каждой программе ровно  $m$ . За первый день на программе  $A$  все места заполнят абитуриенты с номерами  $[m, 2m-1]$ . На программе  $B$  — абитуриенты с номерами  $[1, m-1]$  займут  $m-1$  место. Абитуриент под номером  $m$  откажется от приглашения программы  $B$ , так как его уже предварительно зачислила программа  $A$ , куда он хочет больше. На второй день программа  $B$  предложит одно оставшееся место абитуриенту под номером  $m+1$ , но получит отказ, так как у него уже есть приглашение от программы  $A$ , куда он хочет больше. На третий день программа  $B$  предложит место абитуриенту под номером  $m+2$  и опять получит отказ. Таким образом, программа будет продолжать высылавать приглашения (на одно место) каждому абитуриенту с номерами от  $m$  до  $2m-1$ , каждый раз получая отказ. Так как каждый день программа высылает приглашение всего одному абитуриенту, весь процесс уже займет минимум  $m+2$  дня.

2. Предположим, что существует программа, куда абитуриенты с высокими баллами решили направить заявки «на всякий случай». Это значит, что абитуриенты не собираются на нее идти, но добавили ее в свой список, чтобы точно куда-то поступить. Программа будет стоять у таких абитуриентов на одном из последних мест в списке приоритетов. Если предположить, что таких абитуриентов много, программа будет отсылать много приглашений и постоянно получать отказы. Заполняться места на этой программе будут долго.

Мы предлагаем устраивать «динамическую волну» фиксированное число дней (например,  $T = 20$ ). И после основной волны проводить донabor. Как показывают моделирование и первый пример выше, участвовать в донabоре будет небольшое число абитуриентов.

Кроме того, можно стимулировать абитуриентов предварительно отказываться от программ, куда они точно не пойдут, так как им уже пришло приглашение от более приоритетной для них программы. Например, у абитуриента  $E$  в списке есть обе программы —  $A$  и  $B$ , но на программу  $A$  он хочет больше. Если абитуриенту пришло приглашение от программы  $A$ , то он может сразу отказаться от программы  $B$ , даже если она не прислала ему приглашения. В таком случае программа  $B$  в будущем не будет тратить время, чтобы предложить место абитуриенту  $E$ . Она сможет сразу перейти к абитуриентам, которые еще ждут от нее приглашение.

#### 4. Заключение

Процесс поступления в российские вузы связан с рисками. Абитуриенты до самого конца, пока вуз не выложит списки зачисленных, не могут быть уверены, поступили ли они на программу, куда принесли «согласие на зачисление». Мы считаем, что именно это является главной причиной снижения проходного балла на программах в 2021 г.

Мы предлагаем новую централизованную систему поступления, в которой каждый абитуриент выбирает список программ, куда он потенциально хочет быть зачислен. Ее основное преимущество состоит в том, что после выбора программ отсутствуют риски, связанные с поступлением. Абитуриент может быть уверен, что ему предложат место на любой из выбранных программ раньше, чем абитуриентам с баллами ниже. Также новая система обладает и другими преимуществами: абитуриенты делают выбор более осознанно, а места на программах распределяются более справедливо.

Хотя при моделировании распределение мест в среднем происходит за приемлемое время, существуют случаи, мешающие быстрой сходимости алгоритма. Ускорение работы алгоритма достигается путем проведения основной волны за фиксированное число дней с последующим донабором, а также путем стимулирования абитуриентов сразу присылать отказы программам, на которые они больше не хотят поступать (например, потому что получили приглашение от более приоритетной для них программы).

Уже сделан шаг в сторону использования упорядоченных списков. В правилах приема на 2023 г.<sup>5</sup> абитуриенты должны подавать ранжированные списки программ (в каждый вуз) и приносить «согласие» в вуз, а не на программу. Как написано в правилах, «Поступающий <...> зачисляется в соответствии с наиболее высоким приоритетом зачисления, по которому он проходит по конкурсу на указанные места». Правила 2023 г. обязывают каждый вуз рассчитывать алгоритм Гэйла–Шепли среди тех, кто принес свое «согласие на зачисление» в этот вуз. Заметим, однако, что если вуз будет выкладывать лишь списки заявлений с указанием, кто принес такие «согласия», абитуриент не сможет самостоятельно понять, проходит он в данный момент или нет. Получается, многое зависит от того, как именно вузы будут представлять информацию. Если же вуз будет вывешивать текущие проходные баллы на каждую программу (рассчитывая их из имеющихся «согласий»), то для абитуриента по-прежнему сохраняется стимул «тянуть до последнего» и принести (или отправить) «согласие» в последний момент (что и происходило в 2021–2022 гг.).

В нашем же алгоритме абитуриенты, лучше всех сдавшие экзамены, в первый же день получают много приглашений и будут обязаны в течение  $S = 2$  дней выбрать вуз, куда они в итоге поступают, освобождая, тем самым, места для других абитуриентов.

Предлагаемый нами алгоритм заставляет абитуриентов делать выбор раньше, более осознанно, в безрисковой ситуации, что и обуславливает предсказуемость и справедливость результата, а также прозрачность правил для участников. Такое решение позволит минимизировать потери общественного благосостояния из-за неоптимального распределения абитуриентов по вузам.

<sup>5</sup> Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 814 от 26.08.2022.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Бабич А.В., Линская Ю.В., Кропачев Н.М.** (2021). Право на доступ к высшему образованию: административно-правовой аспект // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Право*. Т. 12 (4). С. 825–835. [**Babich A.V., Linskaja Yu.V., Kropachev N.M.** (2021). The right of access to higher education: Administrative law aspect. *Public and Private Law: Applied Research*, 12, 4, 825–835 (in Russian).]
- Железова Е.Б., Измалков С.Б., Сонин К.И., Хованская И.А.** (2013). Теория и практика двусторонних рынков (Нобелевская премия по экономике 2012 года) // *Вопросы экономики*. № 1. С. 4–26. [**Zhelesova E.B., Izmalkov S.B., Sonin K.I., Khovanskaya I.A.** (2013). Two-sided markets: Theory and applications (Nobel Memorial Prize in economics 2012). *Voprosy Ekonomiki*, 1, 4–26 (in Russian).]
- Кисельгоф С.Г.** (2012). Моделирование приемной кампании: вузы различного качества и абитуриенты с квадратичной функцией полезности // *Проблемы управления*. № 5. С. 33–40. [**Kiselgof S.G.** (2012). College entrants' choice with quadratic utility functions. *Control Sciences*, 5, 33–40 (in Russian).]
- Ayğün O., Lanari Bo I.** (2021). College admission with multidimensional privileges: The Brazilian affirmative action case. *American Economic Journal: Microeconomics*, 13, 3, 1–28.
- Balinski M., Sönmez T.** (1999). A tale of two mechanisms: Student placement. *Journal of Economic Theory*, 84 (1), 73–94.
- Bonkougou S., Nesterov A.** (2021). Comparing school choice and college admissions mechanisms by their strategic accessibility. *Theoretical Economics*, 16, 881–909.
- Chen Y., Kesten O.** (2017). Chinese college admissions and school choice reforms: A theoretical analysis. *Journal of Political Economy*, 125 (1), 99–139.
- Chen L., Pereyra J.S.** (2019). Self-selection in school choice. *Games and Economic Behavior*, 117, 59–81.
- David G., Shapley L.S.** (1962). College admissions and the stability of marriage. *The American Mathematical Monthly*, 69 (1), 9–15.
- Frys L., Staat C.** (2016). University admission practices – France. *Matching in Practice*. Available at: [https://www.matching-in-practice.eu/wp-content/uploads/2016/10/MiP\\_Profile\\_No.23.pdf](https://www.matching-in-practice.eu/wp-content/uploads/2016/10/MiP_Profile_No.23.pdf)
- Hakimov R., Kübler D.** (2021). Experiments on centralized school choice and college admissions: A survey. *Experimental Economics*, 24, 434–488.
- Kübler D.** (2019). University admission practices – Germany. *Matching in Practice*. Available at: <https://www.matching-in-practice.eu/higher-education-in-germany-2011/>
- Westkamp A.** (2013). An analysis of the German university admissions system. *Economic Theory*, 53 (3), 561–589.

Поступила в редакцию 02.01.2023

Received 02.01.2023

**N.S. Kalinin**

Guangdong Technion – Israel Institute of Technology, China

**A.D. Kuz'mina**

Yandex, Moscow, Russia and HSE University, Saint Petersburg, Russia  
(International Laboratory of Game Theory and Decision Making)

## What could be a dynamical centralized college admission system in Russia<sup>6</sup>

**Abstract.** University admission process in Russia was quite risky for college entrants in 2021–2022. Many participants could not be sure that they are admitted to a program until the very end of admission process. In this policy paper, we describe a dynamic version of the Gale–Shapley algorithm and study its rate of convergence. The proposed model of admission system imposes no risks on participants after they compose a preference list of universities. So, participants can decide where to submit their applications relying on their true preferences. Each participant may be sure that she/he will be proposed a place in a particular university before the other participants with lower grades. For a practical realisation the rate of convergence of an admission algorithm is very important. We provide analysis of a modelling of the proposed algorithm on a synthetic data and discuss what may be the problem cases in real life implementation and how to guarantee faster convergence in these cases.

**Keywords:** *education, university admission, Gale–Shapley algorithm, mechanism design.*

JEL Classification: C78, D71, D82.

Для цитирования: **Kalinin N.S., Kuz'mina A.D.** (2024). What could be a dynamical centralised admission system in Russia. *Journal of the New Economic Association*, 1 (62), 101–115 (in Russian).

DOI: 10.31737/22212264\_2024\_1\_101-115

EDN: IFTGKA

---

<sup>6</sup> We thank Vlad Savinov for writing a script that collects information from the admist.ru website every few hours. We thank the Laboratory for Curriculum Design (Institute of Education, HSE) for data on admission campaigns 2019–2021, which were used to obtain Fig. 1. We also thank Alexander Nesterov, Rustamdjan Hakimov, Konstantin Sorokin, Stanislav Smirnov and Ivan V. Yashchenko for fruitful discussions. We thank the anonymous reviewer for comments that significantly improved the article. This work was supported by HSE University (Basic Research Program, Priority 2030 Program).