

## Лауреаты Нобелевской премии – 2012: Ллойд Шепли и Элвин Рот

Алескеров Ф.Т., Кисельгоф С.Г.

Статья посвящена достижениям Ллойда Шепли и Элвина Рота – Нобелевских лауреатов 2012 г., получивших премию «за теорию устойчивого распределения и практики дизайна рынков». После краткой биографической справки в работе приводятся результаты, полученные в пионерной работе Гейла и Шепли 1962 г. В этой работе впервые была сформулирована проблема нахождения равновесия на двустороннем рынке в отсутствие денежных трансфертов. Данная работа заложила основу целой области экономической науки – теории обобщенных паросочетаний. В следующей части статьи нами рассмотрены мощные теоретические результаты Элвина Рота, давшие развитие идее Гейла и Шепли. Наконец, в заключительной части статьи мы приводим различные модификации классической модели, сделанные Ротом и его соавторами для анализа различных встречающихся в практике безденежных рынков.

**Ключевые слова:** обобщенные паросочетания; распределение абитуриентов по вузам; пересадка почек.

### Введение

Ллойд Стауэлл Шепли (Lloyd Stowell Shapley) и Элвин Рот (Alvin Roth) стали лауреатами Нобелевской премии по экономике в 2012 г. «за теорию устойчивого распределения и практики дизайна рынков».

Ллойд Шепли родился в 1923 г. в штате Массачусетс, США. Получил степень бакалавра в Гарварде, а степень PhD – в Принстоне. В настоящее время он – профессор Кали-

---

**Алескеров Фуад Тагиевич** – доктор технических наук, профессор, глава Департамента математики факультета экономики, заведующий Международной лабораторией анализа и выбора решений, главный научный сотрудник Лаборатории экспериментальной и поведенческой экономики, научный руководитель отделения прикладной математики НИУ ВШЭ; заведующий лабораторией ИПУ РАН. E-mail: alesk@hse.ru

**Кисельгоф Софья Геннадьевна** – преподаватель и аспирантка Департамента математики факультета экономики, младший научный сотрудник Лаборатории анализа и выбора решений НИУ ВШЭ. E-mail: skiselgof@gmail.com

Статья поступила в Редакцию в ноябре 2012 г.

форнийского университета (Лос-Анджелес, США). Научные интересы Ллойда Шепли разносторонни, однако его самые важные результаты получены в кооперативной теории игр.

Элвин Рот родился в 1951 г. в Нью-Йорке, США. Он получил степень бакалавра в области исследования операций в Колумбийском университете, а затем получил степени магистра и PhD в Стенфорде. В течение многих лет Рот являлся профессором в Бизнес-школе Гарварда, однако в настоящий момент возвращается в альма-матер, Стэнфордский университет. Основной научный интерес Элвина Рота на протяжении его карьеры составлял дизайн рынков и механизмов. Это важнейший раздел современной экономической науки, задача которого – разработка механизма (правил достижения договоренности) в самых разных ситуациях столкновения интересов. При проектировании механизма требуется, чтобы отдельные участники, действуя в своих личных интересах, достигали некоторого общественно приемлемого результата.

### Пионерная работа

Ллойд Шепли<sup>1</sup> совместно с Дэвидом Гейлом в 1962 г. поставили принципиально новую для экономики задачу – задачу о построении обобщенных паросочетаний. Их пионерная работа [6] – «Зачисление в колледжи и устойчивость браков». Рассматривается следующая модель: имеется некоторое количество абитуриентов и колледжей. Каждый колледж располагает информацией об уровне подготовки абитуриентов к обучению (в форме рейтинга всех поступающих). Каждый абитуриент, в свою очередь, имеет предпочтения относительно колледжа. Некоторые колледжи могут быть совершенно неприемлемы для абитуриента («лучше уж нигде не учиться»), и, симметрично, некоторые абитуриенты могут быть неприемлемы для данного колледжа. Кроме того, число мест в каждом колледже ограничено квотой, причем квота в каждом колледже своя. Задача состоит в том, чтобы распределить абитуриентов по колледжам с учетом предпочтений всех участников и квот. Фактически такая постановка задачи соответствует поиску равновесия на рынке, однако в данном случае отсутствует ключевой инструмент достижения рыночного равновесия – деньги. Тем не менее оказалось, что такое безденежное равновесие может быть достигнуто.

Гейл и Шепли в своей работе ввели понятие устойчивого распределения (паросочетания). Паросочетание считается устойчивым, если выполнен ряд требований. Во-первых, ни один абитуриент не зачислен в неприемлемый колледж и ни один колледж не получил неприемлемого абитуриента (требование индивидуальной рациональности). Во-вторых, если в колледже остались пустые места, ни один абитуриент из числа зачисленных в другие места не желает перейти в этот колледж (требование эффективности). В-третьих, не найдется такой пары, абитуриента и колледжа, что абитуриент хотел бы перевестись в данный колледж, а колледж готов исключить кого-то из распределенных ему студентов в пользу указанного абитуриента (требование попарной устойчивости). Такую пару называют «блокирующей». Оказывается, такое устойчивое паросочетание при указанных предположениях всегда существует. Более того, Гейлом и Шепли было приведено конструк-

<sup>1</sup> Ллойдом Шепли получены также важные результаты в кооперативной теории игр [18]. Его именем названа одна из наиболее известных концепций решения кооперативных игр – вектор Шепли (Shapley value).

тивное доказательство в форме механизма, позволяющего построить устойчивое паросочетание для любого профиля предпочтений и квот. Предложенный механизм получил название «алгоритма отложенного принятия» (*deferred acceptance algorithm*), причем у него существует две версии: с предлагающими абитуриентами и предлагающими колледжами. Гейл и Шепли также показали, что алгоритм отложенного принятия с предлагающими абитуриентами порождает наилучшее для абитуриентов устойчивое паросочетание. Иначе говоря, ни один абитуриент не сможет попасть в колледж, лучший, чем предписанный ему в результате применения алгоритма, без ущемления прав всех остальных участников и нарушения принципа устойчивости. В то же время это паросочетание будет наилучшим из всех возможных для колледжей.

Рассмотрим версию алгоритма отложенного принятия, в которой первыми предложения делают абитуриенты. На первом этапе каждый абитуриент обращается в наиболее предпочтительный для себя колледж (в соответствии с заявленным списком). Колледжи временно принимают абитуриентов, сделавших предложение, однако если в какой-то колледж абитуриентов обратилось больше, чем имеется мест, то список обратившихся абитуриентов упорядочивается по предпочтительности, и временно принятыми считаются только абитуриенты в верхней части списка (число принятых равно числу мест). На втором этапе абитуриенты, получившие отказ, обращаются в свои вторые по предпочтительности колледжи. Колледж, получив новые предложения на втором этапе, рассматривает (вместе) всех временно принятых с первого этапа и вновь прибывших. Если их суммарное число превышает число мест, то наименее предпочтительные из них снова получают отказ. При этом важно, что отказ могут получить и абитуриенты из числа временно принятых на первом этапе. Этапы повторяются до тех пор, пока каждый абитуриент не будет либо принят в колледж, либо отвергнут всеми приемлемыми для себя колледжами. Поскольку число колледжей и абитуриентов конечно, число этапов в процедуре всегда конечно.

### Развитие теории

Дальнейшее развитие теория обобщенных паросочетаний получила в работах Элвина Рота и других авторов. Э. Ротом был получен целый ряд теоретических результатов, позволивших увязать задачу о поиске устойчивого паросочетания с коалиционной теорией игр. В одной из своих первых работ Рот показал [11], что устойчивые паросочетания составляют ядро соответствующей коалиционной игры. Иначе говоря, если не найдется «блокирующей» пары, нарушающей устойчивость паросочетания, то не найдется и группы большего размера, которая могла бы выйти из текущего распределения с пользой для всех участников этой группы.

Одной из важнейших проблем в алгоритмах построения обобщенных паросочетаний является проблема манипулирования, т.е. то, что участник может намеренно искажать свои предпочтения, чтобы получить для себя лучший результат.

Приведем здесь простой пример манипулирования колледжей при использовании алгоритма отложенного принятия. Два абитуриента,  $a$  и  $b$ , претендуют на места в двух колледжах,  $A$  и  $B$ . Абитуриент  $a$  предпочитает колледж  $A$ , а абитуриент  $b$  – колледж  $B$ . В то же время предпочтения колледжей устроены обратным образом: колледж  $A$  предпочел бы зачислить студента  $b$ , а колледж  $B$  – студента  $a$ , однако истинные предпочтения всех аген-

тов таковы, что не существует неприемлемых друг для друга студентов и колледжей. Если студенты и колледжи сообщат свои настоящие предпочтения, и абитуриенты начнут делать предложения в соответствии с алгоритмом отложенного принятия, то на первом же шаге алгоритма мы получим стабильное распределение  $(a - A, b - B)$ . Однако не трудно заметить, что колледж  $B$  может улучшить свое положение, обманув систему. Действительно, колледж  $B$  может сообщить, что студент  $b$  является совершенно неприемлемым для него (например, колледж может повысить планку по минимально необходимым баллам так, чтобы абитуриент  $b$  не проходил при новом ограничении). В этом случае на первом шаге алгоритма отложенного принятия абитуриент  $a$  будет временно принят колледжем  $A$ , а вот абитуриент  $b$  получит в колледже  $B$  отказ. Тогда он обратится в колледж  $A$ . Колледж  $A$ , выбирая между двумя абитуриентами, выберет  $b$ . Теперь  $a$  оказался отвергнутым и вынужден будет на третьем шаге обратиться в колледж  $B$ . Таким образом, результирующее распределение теперь имеет вид  $(a - B, b - A)$ . Такое распределение, конечно, нравится колледжу  $B$  больше, чем то, что получалось, когда он говорил правду о своих предпочтениях. Такое искажение сообщаемых предпочтений, которое в результате применения механизма приводит к улучшению состояния кандидата по сравнению с его состоянием при сообщении истинных предпочтений, и называется манипулированием.

Было установлено, что не существует неманипулируемого механизма построения устойчивого паросочетания. Иными словами, как бы ни была устроена процедура распределения, хотя бы один участник (абитуриент или колледж, в зависимости от процедуры) сможет исказить свои истинные предпочтения так, что его положение в итоговом распределении улучшится.

Э. Рот также получил ряд отрицательных результатов для задачи об обобщенных паросочетаниях. В частности, было показано, что колледжи имеют возможности манипулирования даже в случае, когда они первыми делают предложение в алгоритме отложенного принятия. В результате манипулирования предпочтениями может сформироваться паросочетание, которое не будет стабильным при исходных предпочтениях, однако будет предпочтительнее для совершившего манипуляцию колледжа [10]. Более того, не существует никакого механизма, в котором манипулирование было бы невыгодно колледжам.

Все основные теоретические результаты по обобщенным паросочетаниям были обобщены Элвином Ротом и его соавтором Марильдой Сотомайор в классической книге [16].

Теория обобщенных паросочетаний получила широкое развитие. Были построены эффективные механизмы и получены характеристики системы стабильных паросочетаний и ядра для случаев, когда предпочтения участников устроены более сложным образом, чем в оригинальной модели. Широкий класс исследований посвящен так называемым задачам о построении паросочетаний вида «многие-ко-многим».

### **Прикладной анализ и разработка распределительных механизмов**

Помимо важного развития теории обобщенных паросочетаний, Ротом была проделана большая работа по анализу практических приложений и реализаций механизмов построения устойчивых распределений. Заметим, что приводимые ниже результаты имеют

не только прикладную, но и высокую теоретическую значимость. Для каждой из описанных ниже прикладных задач был разработан свой подкласс моделей обобщенных паросочетаний и доказаны важные теоремы, характеризующие возможности для построения эффективных механизмов.

### **Программа распределения в терапевтической интернатуре США**

Первая работа в этой области была посвящена истории развития программы NRMP (National Resident Matching Program). Рот [12] проанализировал историю развития механизмов распределения в данной программе. История программы зачисления начинается с 1945 г., когда впервые были установлены единые правила распределения интернов по больницам. Высокая конкуренция госпиталей за потенциальных интернов привела к тому, что больницы старались сделать предложения заинтересовавшим их студентам как можно раньше. Дело доходило до того, что студенты выбирали распределение в интернатуру за 1,5–2 года до окончания основного курса. Для борьбы с такими «ранними предложениями» ввели ограничение по времени, когда больницы могут предлагать места студентам. Из-за этого ограничения от студентов стали требовать очень быстрого ответа на предложение (вплоть до нескольких часов). Для решения этой проблемы правила распределения неоднократно изменялись. Э. Рот показал, что практики распределения будущих врачей, использовавшиеся до 1952 г., порождали распределения, не лежащие в ядре соответствующей игры и, соответственно, неустойчивые [12]. Таким образом, было показано, что механизмы, порождающие неустойчивое распределение агентов, не могут долго существовать, поскольку после объявления распределения находятся группы недовольных, желающих изменить распределение. Наконец, в 1952 г. был внедрен механизм, аналогичный механизму Гейла – Шепли. Этот централизованный механизм успешно использовался до 1995 г. Версия механизма 1952 г. работала в интересах больниц, т.е. из всех возможных устойчивых паросочетаний выбирала наилучшее для больниц. Э. Рот показал, что в механизме NRMP-1952 интернам всегда выгодно честно сообщать свой первый госпиталь в списке предпочтений. Кроме того, невыгодно искажать свои предпочтения больницам, имеющим одну вакансию. В остальном как больницы, так и будущие доктора имели возможности манипулирования, т.е. получения лучшего распределения путем сообщения в системе искаженных предпочтений.

Позднее, в 1995–1999 гг. Элвин Рот и его коллега Эллиотт Перансон приняли участие в реформировании механизма распределения интернов [9]. Во-первых, была выбрана версия алгоритма отложенного принятия с предлагающими интернами, что сделало механизм ориентированным на интересы будущих докторов, а не больниц, как это было раньше. Во-вторых, были учтены новые проблемы, возникшие в системе распределения интернов с 1950-х годов. В 50-х годах прошлого века, когда создавался первоначальный механизм, подавляющее большинство выпускников медицинских вузов составляли мужчины. Однако к 1990-м годам женщины составляли значительную долю выпускников медицинских вузов, и это создало неожиданную проблему – среди будущих докторов нередко стали образовываться семейные пары. Молодожены, естественно, хотели получить не просто хорошее место в больнице, но два хороших места в больницах одного города. Это приводило к тому, что семейные пары пытались договариваться с больницами в обход централизованной программы. Помимо появления семейных пар, в системе распределе-

ния возникли и другие дополнительные ограничения, связанные с организацией интернатуры в различных больницах. Например, некоторые студенты получали распределение сразу на две программы, первого и второго года обучения, которые были связаны между собой. Ротом и Перансоном была предложена модификация алгоритма [9], которая позволила учесть предпочтения семейных пар с наложением некоторых ограничений на выбор супругов. Их алгоритм был основан на последовательной процедуре Рота и Ванде Вата случайного устранения нестабильностей [17]. Однако первоначально процедура подразумевала случайный выбор объектов. Для выбора способа устранения случайности в процедуре было проведено специальное компьютерное моделирование на имевшихся исторических данных о предпочтениях колледжей и интернов в NRMP. Было показано, что в общем случае, при произвольных предпочтениях супружеских пар и студентов, претендующих одновременно на две программы, относительно желаемых мест устойчивого распределения может не существовать. Однако в случае программы NRMP для всех имевшихся в распоряжении исследователей исторических профилей предпочтений стабильное паросочетание существовало и могло быть найдено предложенным алгоритмом.

### Распределение по школам

Еще одно приложение теории обобщенных паросочетаний – распределение учащихся по школам. Особенность этой задачи и ее отличие от классической проблемы состоит в том, что школы при приеме учеников, как правило, не проводят специальных вступительных испытаний (особенно в младших классах). Некоторые дети получают приоритет при поступлении в школу на основании социальных льгот, проживания поблизости от школы или обучения в школе братьев и сестер. Таким образом, школы не могут сообщить строго упорядоченный по предпочтительности список потенциальных учеников, а могут лишь указать группы учеников по убыванию приоритетности обучения. Элвин Рот совместно с Атилой Абдулкадироглу (Университет Дьюк), Парагом Патак (Массачусетский технологический институт) и Тайфуном Сонмезом (Бостонский колледж) приняли участие в реформировании системы распределения учащихся в школьных округах Бостона и Нью-Йорка [3; 4].

До 2001 г. в Бостоне использовался следующий механизм зачисления учащихся. Каждый учащийся (совместно с родителями) составлял список школ по убыванию привлекательности. На первом этапе рассматривались только школы, указанные первыми в списках учеников. Если поставивших школу на первое место оказывалось больше, чем мест, то учитывались социальные льготы учащихся в данной школе. В спорных случаях зачисляемые выбирались случайным образом. Для учеников, которые не получили места на первом этапе, рассматривались их вторые по предпочтительности школы. Однако если школа, указанная учеником на втором месте, была заполнена другими желающими еще на первом этапе, то ученик снова не получал места. Распределение, к которому приводит такой механизм, вообще говоря, неустойчивое. Кроме того, при такой схеме распределения родителям и ученикам чаще всего было невыгодно сообщать свои настоящие предпочтения. Более того, сами руководители Бостонского образовательного округа в специальных брошюрах рекомендовали родителям «думать стратегически» при составлении списка предпочтений. Как выяснили впоследствии Рот и другие исследователи, такая схема приводила к тому, что «хитрые» семьи получали дополнительное преимущество, в то время как семьи, честно сообщавшие свои предпочтения, значительно проигрывали и получали крайне нежела-

тельные для себя школы. Учеными было предложено два варианта нового механизма распределения, каждый из которых гарантировал неманипулируемость со стороны учеников. Первый вариант представлял собой модификацию алгоритма Гейла – Шепли с введением случайной составляющей [4]. Второй вариант – механизм Top Trading Cycles [19]. Второй механизм порождает распределение, которое, вообще говоря, может доминировать по Парето распределение Гейла – Шепли. Однако в конечном итоге руководителями Бостонского образовательного округа был выбран именно алгоритм Гейла – Шепли. Основной причиной послужило то, что порождаемое им паросочетание всегда является устойчивым, а в контексте распределения в государственные школы устойчивость в некотором смысле эквивалентна справедливости и соблюдению установленных законом приоритетов. Действительно, если распределение устойчиво, то никакой ученик не может заявить, что в школе, куда он хотел бы попасть, учиться ребенок с меньшим приоритетом. К сожалению, в случае, когда в предпочтениях школ имеются эквивалентные абитуриенты, могут существовать попарно стабильные паросочетания, которые не являются Парето-эффективными и не принадлежат ядру. Рассмотрим следующий простой пример. Пусть есть два ребенка, Билл и Джоана. Биллу больше нравится школа «Ball», а Джоане – школа «Doll». Однако обеим школам безразлично, кого именно принять – Билла или Джоану. Отправим тогда Билла в школу «Doll», а Джоану – в школу «Ball». Формально такое распределение будет стабильным, однако видно, что оно не является эффективным. Более того, оно не принадлежит ядру, поскольку если Билл, Джоана и две школы объединятся в группу, они смогут составить другое распределение так, что ничье положение не ухудшится, а для некоторых (в данном случае для детей) даже улучшится.

### Пересадка почек

Огромное количество людей во всем мире, и в частности, в США, ежегодно нуждаются в пересадке почки. Часть из них получает пересадку от трупного донора, однако число таких органов значительно меньше, чем потребность в пересадке. Поскольку здоровый человек имеет две почки и в принципе способен жить здоровой жизнью с только лишь одной из них, существует возможность пересадки от живого донора. В США пересадка почки разрешена от любого живого донора, который хочет безвозмездно пожертвовать ее нуждающемуся пациенту. Однако часто случается так, что добровольный донор и его нуждающийся в трансплантации родственник/друг несовместимы друг с другом по группе крови или другим факторам. Таким образом, несмотря на готовность донора помочь, пересадка оказывается невозможной. Э. Рот совместно с Тайфуном Сонмезом (Бостонский колледж) и Утку Унвером (Бостонский колледж) [13; 14] построили научный фундамент системы обмена почками между такими несовместимыми парами (донор из первой пары отдает почку реципиенту из второй, а донор из второй пары – реципиенту из первой). Были получены теоретические результаты, показывающие существование неманипулируемого механизма обмена, а затем, совместно с трансплантологами региона Новая Англия (США), была спроектирована система обмена почками [15]. В дальнейшем похожие схемы были внедрены в нескольких регионах США, Канады и Великобритании. Это позволило существенно увеличить число проводимых трансплантаций и значительно сократить время ожидания трансплантации для больных<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> В России пересадка почки от живого донора разрешена исключительно кровному родственнику, поэтому работа такой схемы невозможна.

Разработаны различные типы механизмов в зависимости от законодательных и медицинских особенностей в различных регионах и странах. В самой простой схеме донор и реципиент могут либо подходить, либо не подходить друг другу, при этом степень совместимости не оценивается. В таком случае исследователям удалось предложить два неманипулируемых механизма, позволяющих строить максимально возможное паросочетание, т.е. схему перекрестной трансплантации. Под неманипулируемостью в данном случае понимается тот факт, что всем пациентам выгодно раскрывать информацию о своих потенциальных донорах (может быть нескольких родных/друзьях, готовых пожертвовать почку). Один из механизмов основан на традиционном для трансплантологии принципе очередей (приоритетов у больных). Вторым предложенным механизмом – стохастический, основан на принципе эгалитаризма. Механизм выбирает схему трансплантации таким образом, чтобы самая низкая среди всех пациентов вероятность получить почку была бы как можно выше.

В общем случае при оценке совместимости рассчитывается вероятность успеха трансплантации. В этом случае эффективный механизм позволяет пациенту «обменивать» своего живого донора на более высокое место в очереди на ожидание трупной трансплантации.

## **Провалы децентрализованных механизмов распределения**

### **Распределение интернов-гастроэнтерологов в США**

Э. Рот совместно с Муриэлем Нидерле (Стэнфорд) проанализировали очень интересный пример – систему распределения молодых гастроэнтерологов в США [8]. Распределение гастроэнтерологов с середины 1980-х до конца 1990-х годов осуществлялось с помощью централизованного механизма, организованного аналогично рассмотренному нами выше механизму NRMP. Однако в конце 1990-х годов централизованная схема была отменена, поскольку большинство больниц и интернов предпочитали договариваться задолго до официальной централизованной процедуры. В течение последующих нескольких лет никаких единых правил распределения по больницам для молодых гастроэнтерологов не существовало. В 2006 г. при участии исследователей удалось восстановить централизованную схему распределения.

Рот и Нидерле выделили три основные проблемы децентрализованного рынка: 1) перегруженность, 2) широту охвата и 3) «безопасность». Первая проблема заключается в том, что в отсутствие централизованного механизма любое предложение позиции больницей производится «вручную», а ответ молодого доктора требует времени. Таким образом, больница может просто за счет дефицита времени не иметь возможности предложить работу всем кандидатам, в которых она заинтересована. Это приводит к тому, что больницы стараются делать предложения как можно раньше. В результате некоторые студенты вынуждены выбирать место прохождения интернатуры за год до выпускного вечера. При этом в каждом следующем году поступление первых предложений от больниц происходило все раньше и раньше, так как больницы хотели успеть сделать предложения раньше других. Более того, больницы старались делать предложения о работе, требующие немедленного ответа. Таким образом, выбор молодых докторов значительно сужался, так как у них не оставалось возможности рассмотреть все возможные варианты.



Вторая выявленная проблема децентрализованных рынков – сужение охвата. Проанализировав данные о распределении докторов до, во время и после использования централизованной процедуры, ученые выяснили, что при использовании централизованной процедуры студенты имели статистически более высокие шансы получить позицию в госпитале, городе и даже штате, отличном от того, где они получили предыдущее образование. Фактически при использовании децентрализованной процедуры рынок постепенно распадался на отдельные осколки по территориальному признаку. Отчасти причиной такой ситуации стало то, что в условиях конкуренции и дефицита времени на интервью больницы имели больше возможностей получить информацию о молодых докторрах из своей местности, чем о кандидатах из других регионов.

Третья проблема связана с первыми двумя. Каждая больница опасается стратегических действий других игроков и поэтому сама старается всех «перехитрить». Причем эта проблема возникает и в том случае, если участникам предлагается вернуться к централизованной процедуре. Госпиталь опасается, что если он войдет в программу централизованного распределения, то может пострадать от действий других больниц, по-прежнему делающих предложения до начала централизованного распределения.

Наконец, Рот и Нидерле с использованием статистики заработных плат показали, что децентрализация распределения интернов не приводит к росту их заработных плат. Этот результат был особенно важен в связи с исками некоторых выпускников медицинских вузов США к организаторам централизованной процедуры зачисления касательно неконкурентного назначения заработных плат. Таким образом, было показано, что такие иски не имеют под собой достаточного основания.

Авторы провели ряд экспериментов, моделирующих ситуацию, предшествовавшую отказу от централизованной процедуры в 1997 г. Было обнаружено, что произвольный отказ участников рынка от участия в централизованном механизме был вызван сочетанием двух факторов. Во-первых, из-за изменений в системе подготовки гастроэнтерологов сильно сократилось число выпускников, желающих получить место в интернатуре по этой специальности. Во-вторых, сами интерны не подозревали о том, что произошло такое значительное сокращение числа кандидатов, в то время как госпитали были прекрасно осведомлены о дефиците выпускников. Таким образом, в 1997 г., получая предложение до начала официальной централизованной процедуры, молодые врачи, как правило, не отказывались от него, так как ожидали высокой конкуренции за места во время централизованного распределения. В экспериментах было показано, что каждый из таких факторов по отдельности, а также многие другие резкие изменения в соотношении спроса и предложения, в размерах рынка и т.п. не приводят к произвольному отказу от централизованной процедуры, поскольку большинство участников не заинтересованы в этом.

### **Распределение помощников федеральных судей**

Помощниками федеральных судей становятся молодые юристы после окончания вуза. И молодые выпускники, и судьи заинтересованы в таком распределении: молодежь получает возможность набраться опыта и установить контакты, а профессиональные судьи получают помощников в своей профессиональной деятельности. При этом процесс распределения происходит абсолютно нецентрализованно. На данном рынке неоднократно предпринимались попытки установления единой даты начала процесса распределения, однако

всякий раз установленные сроки быстро начинают нарушаться. Э. Рот изучал эту проблему совместно с исследователями в области экспериментальной экономики [7], а также вместе с профессиональными учеными-юристами [5]. В результате проведения масштабных опросов как судей, так и молодых выпускников (было проведено два больших раунда опросов, в 1999–2000 и 2004–2007 гг.) было выявлено, что основные проблемы при распределении помощников судей схожи с проблемами других децентрализованных рынков (см., например, выше рынок гастроэнтерологов). С помощью лабораторных экспериментов и компьютерного моделирования в работе [7] оценивалось влияние тех или иных изменений в процедуре распределения на его эффективность. Однако вывод неутешителен. Основной причиной невозможности избавиться от ускорения сроков поступления предложений и порождаемой этим неэффективности является вера как судей, так и молодых выпускников в то, что будущему клерку выгоднее всегда соглашаться на первое поступившее предложение. Таким образом, переходу к более эффективному распределению мешает уверенность каждого из участников рынка в том, что другие не согласятся на такой переход.

### **Обобщенные паросочетания в России**

Впервые на русском языке тематика обобщенных паросочетаний была представлена, по-видимому, в работе [1], где изложены на базовом уровне основные результаты, полученные Гейлом, Шепли и Ротом.

Как и в других странах, у нас существует немало ситуаций, в которых необходимо распределение участников двух типов без участия денег. Ярким примером является приемная кампания по зачислению в российские государственные вузы. Действительно, постановка проблемы крайне близка к оригинальной модели Гейла и Шепли: абитуриенты формулируют предпочтения на множестве факультетов, на которые они хотели бы попасть, а вузы имеют предпочтения (определяемые результатами сдачи ЕГЭ) относительно абитуриентов. Используемая в настоящее время в России квазицентрализованная система зачисления абитуриентов была проанализирована в статье [2]. Было показано, что при определенных предположениях существующая в настоящий момент децентрализация, а также ограничение на число вузов, в которые разрешена подача документов, приводят к построению нестабильного и неэффективного паросочетания. Количество вузов, в которые может подавать заявление абитуриент, в настоящее время ограничено пятью, при этом абитуриент не обязан информировать вуз о рассматриваемых им других альтернативах. Таким образом, сильные абитуриенты, подавая заявления сразу в несколько вузов, занимают места всех остальных. В то же время число волн зачисления ограничено, поэтому при соблюдении всех имеющихся правил квазицентрализованной процедуры пострадают (недоберут абитуриентов) вузы среднего уровня. Таким образом, существующая система требует манипулирования как со стороны абитуриентов, так и со стороны вузов.

### **Заключение**

Задачи, которые решались новыми лауреатами Нобелевской премии по экономике, были названы в ряде средств массовой информации прикладной экономикой. На первый взгляд, описание этих задач, которое мы дали выше, действительно, может создать такое впечатление. Однако не надо забывать, что все эти задачи – от школ и вузов до больницы

и трансплатологии – решались на основе фундаментальных результатов из теории игр – основы современных наук о поведении человека и общества, к которым относится и экономика.

\* \*

\*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А.* Бинарные отношения, графы и коллективные решения. 1-ое изд. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2007; 2-ое изд. М.: Физматлит, 2012.
2. *Кисельгоф С.Г.* Выбор вузов абитуриентами с квадратичной функцией полезности // Проблемы управления. 2012. № 5. С. 33–40.
3. *Abdulkadiroglu A., Pathak P.A., Roth A.E.* Strategy-proofness versus Efficiency in Matching with Indifferences: Redesigning the NYC High School Match // *American Economic Review*. 2009. № 99 (5). P. 1954–1978.
4. *Abdulkadiroglu A., Pathak P.A., Roth A.E., Sonmez T.* The Boston Public School Match // *American Economic Review. Papers and Proceedings*. 2005. № 95(2). P. 368–371.
5. *Avery C., Jolls C., Posner R.A., Roth A.E.* The New Market for Federal Judicial Law Clerks // *University of Chicago Law Review*. 2007. № 74. P. 447–486.
6. *Gale D., Shapley L.S.* College Admissions and the Stability of Marriage // *The American Mathematical Monthly*. 1962. № 69 (1). P. 9–15.
7. *Haruvy E., Roth A.E., Unver U.M.* The Dynamics of Law Clerk Matching: An Experimental and Computational Investigation of Proposals for Reform of the Market // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2006. № 30(3). P. 457–486.
8. *Niederle M., Roth A.E.* The Gastroenterology Fellowship Match: How it Failed, and Why it Could Succeed Once Again // *Gastroenterology*. 2004. № 127. P. 658–666.
9. *Peranson E., Roth A.E.* The Redesign of the Matching Market for American Physicians: Some Engineering Aspects of Economic Design // *American Economic Review*. 1999. № 89(4). P. 748–780.
10. *Roth A.E.* The College Admissions Problem is not Equivalent to the Marriage Problem // *Journal of Economic Theory*. 1985. № 36. P. 277–288.
11. *Roth A.E.* The Economics of Matching: Stability and Incentives // *Mathematics of Operations Research*. 1982. № 7. P. 617–628.
12. *Roth A.E.* The Evolution of the Labor Market for Medical Interns and Residents: A Case Study in Game Theory // *Journal of Political Economy*. 1984. № 92. P. 991–1016.
13. *Roth A.E., Sonmez T., Unver U.M.* Kidney Exchange // *Quarterly Journal of Economics*. 2004. № 119(2). P. 457–488.
14. *Roth A.E., Sonmez T., Unver U.M.* Pairwise Kidney Exchange // *Journal of Economic Theory*. 2005. № 125(2). P. 151–188.
15. *Roth A.E., Sonmez T., Unver U.M.* A Kidney Exchange Clearinghouse in New England // *American Economic Review. Papers and Proceedings*. 2005. № 95(2). P. 376–380.
16. *Roth A.E., Sotomayor M.A.O.* Two-sided Matching: A Study in Game-Theoretic Modeling and Analysis. Cambridge University Press, 1990.
17. *Roth A.E., Vande Vate J.H.* Random Paths to Stability in Two-sided Matching // *Econometrica*. 1990. № 58(6). P. 1475–1480.
18. *Shapley L.S.* A Value for n-person Games // *Contributions to the Theory of Games. Vol. II* / H.W. Kuhn, A.W. Tucker (eds.) *Annals of Mathematical Studies*. 1953. № 28. P. 307–317. Princeton University Press, 1953.
19. *Shapley L.S., Scarf H.* On Cores and Indivisibility // *Journal of Mathematical Economics*. 1974. № 1. P. 23–37.