

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИГР

Р. ДЖ. АУМАНН

Еврейский университет, г. Иерусалим

28 июня 2007 г. в Высшей школе менеджмента СПбГУ состоялась гостевая лекция профессора Еврейского университета г. Иерусалима (Израиль) Роберта Ауманна на тему «Конструирование игр» («Game Engineering»). В своей научно-популярной лекции профессор Р. Ауманн обсуждает проблему приложений теории игр к менеджменту, при этом он специально выделяет теорию отраслевой организации, где теория игр является научным фундаментом самой дисциплины. Говоря о конструировании игр применительно к менеджменту, Р. Ауманн остановился на тех направлениях, где теория игр уже добилась существенных успехов. Это проблемы формирования сделок и контрактов, определение конкурентов и партнеров, аукционные торги и дизайн аукционов, оптимизация транспортных потоков, кооперативные соглашения. Подходы к осмыслению указанной проблематики, нетривиальность суждений автора вызвали большой интерес у участников презентации. Надеемся, что публикация на страницах РЖМ этого выступления сыграет важную роль в понимании возможностей теоретико-игрового моделирования применительно к теории и практике менеджмента.

От редакции

Мне очень приятно быть здесь, в этом прекрасном зале нового факультета выдающегося университета. Ваш декан* сказал, что вам было бы интересно узнать, чем занимается теория игр. Что же я могу сказать об этом?

Итак, есть два, а точнее, три типа теории игр. Первый тип — *теория теории игр* (game theory theory). Это разработ-

ка фундаментальных инструментов для анализа взаимодействия между людьми. Другой тип — это *приложения теории игр*. И здесь имеются два типа приложений. Одно из них связано с тем, что называется *теорией отраслевой организации* (industrial organization). Данный тип приложений имеет дело с такими вопросами, как, например, вход в отрасль или

* В. С. Катъкало, д. э. н., декан, заведующий кафедрой стратегического управления Высшей школы менеджмента СПбГУ. — *Прим. пер.*

© R. Aumann, 2007

© Н. Ю. Борисова, М. А. Сторчевой, пер с англ., 2007

© Н. А. Зенкевич, науч. ред. перевода, 2007

выход из нее. Надо ли входить, можно ли входить, при каких условиях можно входить в каждом отдельном случае? Здесь также изучаются проблемы ведения переговоров, трудовых отношений, забастовок, подписания контрактов и т. д. Это только один тип приложений теории игр. Здесь теория игр дает вам возможность осознать, что происходит в различных ситуациях, предлагает способы их анализа и тем самым — использования ситуации в свою пользу, возможности манипулирования и маневрирования, чтобы улучшить свое состояние. Но при этом ваше понимание и осознание не являются точными (*precise*) в математическом смысле. Это не то же самое, что игра в шахматы, или покер, или какая-то иная игра.

Есть, однако, другой тип прикладной теории игр, который является более точным. Я называю его *конструированием игр* (*game engineering*). Это похоже на проектирование холодильника. Когда вы проектируете холодильник, вам не нужно знать, как работает электрическая сеть. Вы используете знания, полученные из физики о том, как пользоваться электричеством на практике, и проектируете холодильник. Конструирование игр — это нечто подобное. Вы используете принципы теории игр в точно заданном контексте. И находите точные решения для точно сформулированных задач. Вот что я называю конструированием игр. Это немного отличается от применения теории игр в теории отраслевой организации, где осознание и понимание ситуации тоже важны, но при этом вы не можете создать точную систему, в которую люди или организации должны войти и взаимодействовать. Это некое общее объяснение, и я не уверен, что на таком обобщенном уровне оно понятно. Давайте рассмотрим реальные примеры, которые покажут, как все это работает.

Перед тем как перейти к примерам, я должен заметить, что вся теория игр, точнее, почти вся теория игр построена вокруг *стимулов* (*incentives*). Как мотивировать других игроков сделать то, что выгодно вам, — вот чем занимается теория игр. Я сказал «почти вся теория игр», так как есть одно исключение. Оно весьма важно, хотя и не находится в центре теории игр. Это игры двух лиц с нулевой суммой (*zero-sum two players games*). В таких играх вы не можете мотивировать другую сторону сделать то, что нужно вам, поскольку то, что хорошо для вас, плохо для другой стороны *по определению*. Это еще один аспект теории игр.

Однако все-таки в большинстве игр целью является мотивирование другого игрока на такие действия, которые выгодны вам. Назовем это *прикладной теорией игр*. Это то, о чем я уже говорил ранее: вход в отрасль, выход из отрасли, забастовки и т. п. В прикладной теории игр нужно мотивировать другую сторону на действия, которые выгодны вам, и то же самое можно сказать про конструирование игр.

А сейчас давайте рассмотрим несколько примеров конструирования игр.

Первый пример называется *арбитраж окончательного предложения* (*final offer arbitration*). Надеюсь, вы знаете, для чего нужен арбитраж*. Он нужен в ситуации конфликта. Можно сказать, что наиболее типичным примером такого конфликта является трудовой спор. Например, профсоюз требует повышения оплаты. Или это может быть отдельный работник — например, бейсболисты в США договариваются о своей оплате самостоятельно с собственниками клубов. Итак, в трудовом споре участвует профсоюз или отдельный

* Здесь, говоря об арбитраже (*arbitration*), автор понимает его как передачу права окончательного решения конфликта третьей стороне, арбитру. — *Прим. ред.*

человек (чаще первый) и требует более высокой оплаты. Но работодатель не готов к требуемому профсоюзом уровню оплаты труда, что вызывает забастовку. В некоторых ситуациях стороны решают прибегнуть к арбитражу. В этом случае арбитру необходимо решить, какой должна быть истинная заработная плата. Поэтому он выслушивает соображения работодателя, выслушивает соображения профсоюза и затем принимает определенное решение. Обычно оно представляет собой компромисс между требованиями профсоюза и требованиями работодателя. Заметим, что мы говорим об *обязывающем* (binding) арбитраже, когда стороны согласны подписать контракт и при этом, что бы ни решил арбитр, его решение является обязательным для обеих сторон. Как я уже упомянул, наиболее распространенным способом арбитража является рассмотрение аргументов обеих сторон и поиск компромисса. Можно согласиться, что в большинстве случаев компромисс является хорошей вещью, не так ли? Разумный арбитр умеет идти на компромисс — он не может полностью принять одни аргументы, он не может полностью принять другие аргументы, и поэтому он будет пытаться, насколько это возможно, сделать счастливыми обе стороны.

Но когда мы проанализируем эту ситуацию, то увидим, что, возможно, ситуация полного арбитража не самая хорошая идея. Дело в том, что при такой организации арбитража обеим сторонам выгодно завышать свои запросы. Работодатель в реальности будет предлагать меньше, чем он был бы готов платить, а профсоюз будет просить больше, чем ему в действительности достаточно, поскольку они знают, что арбитр будет искать *компромисс*. В результате вопрос сводится к тому, кто сможет больше завысить свои потребности и при этом не выглядеть глупо. Таким образом, про-

блема перестает быть вопросом реальных потребностей работников и реальных возможностей работодателя и не зависит больше от объективных действий и фактов в этой ситуации. Теперь решение определяется тем, кто сможет лучше представить свою аргументацию. А это — совсем не то, в чем заинтересованы стороны, когда они прибегают к арбитражу, и не то, в чем заинтересовано общество. Общество заинтересовано в справедливом (equitable) решении, основанном на реальных фактах.

И что бы вы думали — была изобретена гениальная система для решения этой проблемы. Эта гениальная система называется «арбитраж окончательного предложения». Она чрезвычайно проста и работает следующим образом. Каждая сторона делает свое предложение. Допустим, профсоюз говорит: «Я хочу 80». А работодатель заявляет: «Я не готов платить больше чем 70». Затем арбитр должен принять решение, но ему не разрешается предлагать компромисс. Он должен выбрать одно из этих двух предложений. Только одно из двух. Ему нельзя предложить 75, он должен выбрать 70 или 80.

Теперь вспомните: я говорил ранее о том, что вся теория игр построена вокруг стимулов, которые создает система. В последнем случае стимулы, которые создаются системой, являются *правильными* стимулами, так как ни одной стороне больше не выгодно завышать свои требования. Наоборот, стороны будут стараться выглядеть настолько разумными, насколько это возможно. Они захотят сделать такое окончательное предложение, которое будет казаться настолько убедительным для арбитра, насколько это возможно. Следовательно, они будут все время делать разумные предложения, и в результате предложения будут очень близки друг другу. Работодатель будет предлагать так много, как он действительно

может, а служащие будут просить настолько мало, насколько, возможно, могут. В результате создаваемые системой стимулы подведут стороны очень близко друг к другу. Теперь, правда, арбитр должен выбрать одно из двух предложений. Но эти два предложения теперь оказываются очень близки! Между 70 и 80 нет большой разницы. При полном арбитраже одна сторона предлагала бы, например, 50 (хотя в реальности могла бы заплатить 70), а другая сторона требовала бы, например, 120 (хотя в реальности была бы согласна и на 80). И арбитр просто не понимал бы, что происходит на самом деле. Он не смог бы разобраться в ситуации.

Это довольно простое открытие. Здесь нет никакого формализма, никакой математики. Очень простая находка в конструировании игр. Разработать такую систему, чтобы игроки были мотивированы делать то, что вы от них хотите, а вы хотите, чтобы они давали правдивую информацию, т. е. открыли информацию, которой они обладают. В случае с компромиссом — игроки мотивированы *скрывать* информацию. Они заинтересованы предоставить настолько мало информации, насколько это возможно. Запутать арбитра настолько, насколько это возможно. Они будут пытаться обманывать, давать ложную информацию. В этом случае они мотивированы представить свои позиции как можно сильнее. Арбитраж окончательного предложения, напротив, предлагает нечто совершенно противоречащее интуитивному пониманию: нам запрещен компромисс, а компромисс — это такая «правильная» идея. Но именно здесь, именно эта интуитивно непонятная идея делает арбитраж значительно более эффективным.

Давайте рассмотрим пример, который называется *дележ пирога* (cake cutting). Это еще одно важное практическое применение теории игр. Я думаю, что один

из главных экспертов в этом вопросе — Стивен Брамс (Steven Brams)*, специалист по теории игр из Нью-Йоркского университета.

Самое простое правило при дележе пирога использовали мы с братом, хотя это правило, конечно, значительно древнее и уходит в глубь времен. Мама давала нам кусок пирога, чтобы мы разделили его между собой по своему усмотрению. Заметим, что мама могла бы сама разделить пирог на две части и дать одну часть моему брату, а другую — мне. После чего, разумеется, каждый из нас жаловался бы на то, что у него меньшая часть. Или же кто-то из нас сам мог разрезать пирог, взять одну часть и отдать другую брату. Это вызвало бы еще больше жалоб. Тот, кто не участвовал в разрезании и выборе, жаловался бы, что ему оставлен меньший кусок.

А теперь смотрите — очень простой и очень древний способ решения этой проблемы: *одному из участников нужно разрезать, а другому — выбрать*. Какие же стимулы здесь создаются? Для того, кто *выбирает*, существует стимул выбрать больший кусок. А для того, кто режет, это тоже создает отличный стимул. Поскольку он знает, что это на 100% чистая теория игр, то он предполагает, что другая сторона выберет больший кусок, что мотивирует его разделить пирог на столь равные куски, насколько это вообще возможно.

Таким образом, вы сконструировали систему, при которой пирог действительно делится поровну между двумя детьми. Эта система прекрасно работала в

* Стивен Брамс, специалист по приложениям теории игр, профессор факультета политики Нью-Йоркского университета. Наиболее известные работы автора в контексте статьи: *The Win-Win Solution: Guaranteeing Fair Shares to Everybody*, 1999 (в соавт. с А. Д. Тейлор); *Fair Division: From Cake-Cutting to Dispute Resolution*, 1996 (в соавт. с А. Д. Тейлор). — *Прим. ред.*

семье Ауманнов, которая жила сначала в Германии и позже в Соединенных Штатах в 30-х и 40-х гг. прошлого века.

Однако молодое поколение Ауманнов, которое родилось и выросло в Иерусалиме в 1960-х и 70-х гг., — это совсем другая история. У меня пятеро детей, причем трое из них появились друг за другом, а еще двое — чуть позже. И эти трое детей сформировали сообщество, которое тоже хотело делить пирог. Но как придумать систему деления пирога между тремя детьми? Эта система должна иметь точно такие же характеристики: каждый, кто режет или выбирает, должен быть мотивирован так, чтобы куски выходили по возможности одинаковыми и чтобы тот участник, который получит наименьший кусок, мог обвинить в этом только самого себя.

Итак, нам нужно найти систему деления пирога на трех человек. Подумайте об этом сами, это совсем не простая задача — для трех игроков.

Могут подсказать: чтобы сделать это с тремя игроками, вам необходимо разрезать пирог как минимум на шесть частей. Учтите, если это небольшой пирог, то он может начать крошиться. Но если вам необходимо разделить пирог на троих детей, то меньше чем в шесть частей вы не уложите. Это не то же самое, что дележка пирога между двумя детьми, где количество частей равно количеству детей.

Однако мои дети не хотели, чтобы пирог начал крошиться, и придумали другое решение. Правда, их решение выходило за рамки уже объявленных правил: кто-то режет, а кто-то выбирает. Они придумали другую систему.

Представьте себе английский бисквит, так называемый «фунтовый» бисквит (round cake)*. Дети попросили мою жену

* Round cake — английский или американский бисквит, в приготовлении которого используется по одному фунту всех ингредиентов (муки, масла, яиц, сахара и иногда фруктов). Традиционно имеет форму бруска. — *Прим. пер.*

очень медленно вести ножом по верху этого бисквита. Затем в какой-то момент один из детей говорил: «Режь». Жена отрезала в этом месте и давала отрезанный кусок этому ребенку. Потом другие дети следили за тем, как она медленно перемещает нож дальше, и в какой-то момент другой ребенок говорил: «Режь!» — и получал соответствующий кусок. Эта система, к счастью, работает для n детей, и когда у нас появилось еще два ребенка, то они тоже стали участвовать в дележке пирога. У нас было пятеро детей, и система прекрасно работала для пятерых.

Но если вам нужна система, которая будет работать для пятерых игроков, и при этом игроки должны сами резать пирог без какого-либо «двигающего нож» механизма, то вам потребуется разрезать пирог на *сто двадцать* частей. При любом числе n игроков вам нужно $n!$ кусков. Факториал для двух равен двум. Факториал для трех равен шести. Факториал для пяти равен ста двадцати. При таком количестве отрезков от пирога просто ничего не останется.

А наша система работала хорошо, даже когда детей стало пятеро. Подумайте об этом. Каждый ребенок, как только он решает, что нож отметил одну пятую пирога, заинтересован сказать: «Режь», чтобы получить свою долю. Если он будет сидеть и ждать, то другой ребенок скажет это раньше и ему придется обвинять в случившемся только себя. Если при этом останется меньше, чем четыре пятых пирога, то остальные дети, которые не сказали: «Режь», могут обвинять в этом также только себя. Далее четыре пятых пирога должны будут делиться на четыре части. Система дележки работает прекрасно. Это и есть конструирование игр, при этом вы видите, что стимулы, которые создает система, делают ее справедливой. Не правда ли?

Теперь давайте поговорим об аукционах. Я расскажу о так называемых закрытых

аукционах (closed-bid auctions). Закрытый аукцион происходит следующим образом: на продажу выставляется некий объект, каждый может написать на листке бумаги цену, которую он готов заплатить за этот объект. Организатор собирает листки, и объект достается тому, кто заявил более высокую цену. Победитель уплачивает цену, которую написал, и становится владельцем объекта. Это стандартный закрытый аукцион.

Перейдем к проектированию аукциона. Вообще, у аукциона есть два аспекта, имеющие отношение к теории игр. Первый аспект — это проектирование аукциона (как спроектировать аукцион таким образом, чтобы он принес максимальный доход организатору), а второй — стратегический аспект (каков наилучший способ предложения цены покупателем).

Нужно сказать, что аукционы занимают большое место в бизнесе. В частности, ими активно пользуются для продажи объектов в государственном секторе. Например, в середине 1990-х гг. правительство Соединенных Штатов проводило крупный аукцион по продаже коротких радиочастот для сотовой связи. Они оценивали свою возможную выручку приблизительно в 0,5 млрд долл. Это достаточно большая сумма, но Федеральная комиссия связи (Federal Communications Commission) решила привлечь к проектированию аукциона специалистов в области теории игр. В результате аукцион принес почти в 100 раз больше. За два этапа проведения аукциона они получили 45 млрд долл. Впоследствии многие другие страны выставляли на аукцион радиочастоты. Многие из них также воспользовались услугами экспертов по теории игр и добились неплохих результатов. Были и такие страны, которые захотели сэкономить на вознаграждениях за консалтинговые услуги специалистов по теории игр. Однако они потерпели крах, заработав гораздо меньше, чем мож-

но было ожидать, основываясь на опыте других стран.

Итак, проектирование аукциона — вещь очень важная. То, о чем я собираюсь вам сейчас рассказать, — это небольшая, но очень важная идея в проектировании аукционов. Она принадлежит экономисту по имени Уильям Викри (William Vickrey), который получил за свою простую, но гениальную находку Нобелевскую премию. Викри изобрел то, что называется аукционом второй цены (second price auction). Такой аукцион проводится почти так же, как и аукцион первой цены (first price auction), о котором я уже упоминал. Вы пишете цену на листке бумаги, организатор собирает листки, и объект продажи получает тот, кто предложил наивысшую цену, но он уплачивает не ту цену, которую он предложил, а вторую по величине. Это кажется странным. Зачем нужно, чтобы человек платил меньше того, что он предложил? Зачем организаторам такая благотворительность? Все дело в стимулах. Такой аукцион создает стимулы, которые позволяют продавцу получить больше денег. Давайте рассмотрим, как это происходит.

Когда вы предлагаете цену на аукционе первой цены, вы учитываете два соображения.

Во-первых, вы хотите получить объект, который продается на аукционе. Во-вторых, вы не хотите заплатить больше, чем вы могли бы заплатить. Поэтому вы начинаете пытаться угадать, какую цену предложат другие участники. Вы думаете не только о том, сколько вы готовы предложить, но и о том, сколько предложат другие. На некоторых аукционах речь идет о громадных суммах. Например, когда правительство США продает шельф для добычи нефти, за один участок шельфа может быть уплачено 100 млн долл. При этом заплатить 100 млн долл. или только 90 млн долл. — большая разница. 10 млн долл. — это большие деньги. На них мож-

но отстроить целый факультет менеджмента. Поэтому участники будут очень осторожны, предлагая цену. Смысл аукциона второй цены заключается в том, что участникам уже не нужно быть осторожными и поэтому они будут предлагать свои реальные цены.

Предположим, некая компания подает заявку на аукцион по продаже лицензии на добычу нефти на шельфе. Она готова заплатить за лицензию 100 млн долл., но полагает, что остальные участники вряд ли оценивают ее в такую сумму. В результате она предлагает 80 млн долл. Она рискует не получить объект, но экономит деньги. Так думает каждый участник. Те, кто был готов заплатить 90 млн долл., предлагают только 75. Другими словами, каждый стремится занижить свое предложение.

На аукционе второй цены вам не нужно беспокоиться о том, какую цену предложат другие. Вы заранее знаете, что вам не придется платить ту цену, которую вы предложите. Вы знаете, что, выиграв, заплатите цену вашего ближайшего конкурента. Поэтому вы легко можете предложить цену, которая отражает ценность продаваемого объекта именно для вас. Вы не предложите более высокую цену, опасаясь возможной переплаты, но у вас точно не будет причин занижать предлагаемую цену. Если вы хотите получить товар за 100 млн долл., предлагайте 100 млн. Вы не заплатите больше, но весьма вероятно заплатите меньше. Вот в чем секрет аукциона второй цены Викри, за которую он в 1996 г. получил Нобелевскую премию в области экономики. Он разделил ее с Джеймсом Миррлисом (James Mirrlees), который занимается не теорией игр, а налогообложением.*

* Уильям Викри и Джеймс Миррлис — известные экономисты, лауреаты Нобелевской премии в области экономики 1996 г. за фундаментальный вклад в экономическую теорию мотивации в условиях асимметричной информации. — *Прим. ред.*

Если у нас останется время, в конце лекции мы вернемся ко второму аспекту — аукционным стратегиям. А сейчас давайте рассмотрим еще один любопытный класс задач — проектирование систем дорожного движения (traffic design).

Думаю, вы слышали о трагедии 11 сентября 2001 г., когда группа террористов из организации «Аль-Каида» захватила самолеты и разрушила башни-близнецы в Нью-Йорке, где находился Всемирный торговый центр. Однако вы, наверное, не знаете, что за пять или шесть лет до этого уже предпринималась попытка разрушить Всемирный торговый центр. Те же люди из «Аль-Каиды» припарковали грузовик, начиненный взрывчаткой, на цокольном этаже Всемирного торгового центра и взорвали его с помощью дистанционного управления. Однако этого взрыва оказалось недостаточно, чтобы разрушить башни-близнецы. Тогда они потерпели неудачу.

В тот день я был в Стони Брук в Нью-Йорке, где проходит ежегодная конференция по теории игр. Это была пятница. Я точно помню, что это была пятница, потому что на следующий день был Шабат — день, когда мы отдыхаем. Я хотел отправиться в Нью-Йорк и провести вечер пятницы и всю субботу вместе с друзьями. После обеда я пришел в свою комнату в Стони Брук и сказал хозяину (человеку, который сдавал мне комнату), что еду в Нью-Йорк. Он сказал: «Вы не можете поехать в город! Неужели вы не слышали, что там произошло?» Признаюсь, я не читал газет и не смотрел телевизор и совсем ничего не знал о взрыве во Всемирном торговом центре. Мой хозяин утверждал, что город в панике, все перекрыто, мосты оцеплены, транспорт стоит и всем советуют держаться подальше от города. Я не знал, что делать, ведь у меня были свои планы и мне совсем не хотелось оставаться дома в Шабат. Поразмыслив несколько минут, я решил

ехать, несмотря ни на что: «Если мне не удастся попасть в город, то я просто вернусь обратно». И вы знаете, я никогда не добирался до города так быстро, как в тот день. На дорогах не было ни души. Чтобы добраться от Стони Брук до Нью-Йорка мне потребовалось меньше часа! Даже в будний день практически невозможно добраться до Нью-Йорка так быстро, не говоря уже о вечере пятницы! То, что произошло, — это чистая теория игр. Людям сказали держаться подальше, и все держатся подальше, а вы едете.

Сейчас многие люди пользуются системой GPS, которая работает через спутник и позволяет определить ваши точные координаты. Она способна рассчитать наиболее короткий маршрут из одного пункта в другой. Многие современные машины оснащены такой системой. Однако у нее есть один недостаток, она не учитывает ситуацию на дорогах. Если вы выбираете самый короткий путь, вы, скорее всего, попадаете в пробку, потому что все автомобилисты стремятся выбрать кратчайший путь. Можно попытаться разработать систему, которая учитывала бы ситуацию на дорогах. Но то, что из этого выйдет, полностью повторяет «Ауманнский синдром Всемирного торгового центра». Система будет предупреждать о пробке на каком-то участке дороги, все будут стремиться избежать этот участок, и в результате он окажется самым свободным. Но эта система не будет находиться в равновесии. Со временем все поймут, что лучший путь — это тот, который советуют избегать, и будут стараться использовать именно его, и в итоге мы снова получим пробки. Поэтому необходимо разработать равновесную систему, а значит — советовать разным людям разное. Система должна предлагать людям решение, которое будет для них оптимальным. Иначе они не купят эту систему или не будут слушать ее советов. Итак, нужна система, которая

советует людям, что делать, и это оказывается лучшим, что они могли бы сделать в данный момент. Это как раз то, что называется равновесием по Нэшу. Джон Нэш (John Nash) тоже получил за это Нобелевскую премию. Не конкретно за решение проблемы с дорожным движением, а за идею вообще. Возможно, некоторые из вас видели фильм «Игры разума» («Beautiful mind»), снятый об этом человеке.

Итак, рассмотрим идею равновесия по Нэшу, но на примере проблемы дорожного движения. Президент Еврейского университета, где я работаю, тоже является выходцем с кафедры математики. Он и сейчас занимается математическими исследованиями в области логики и фундаментальной математики. Однажды мы ехали с ним в машине — он был за рулем, а я сидел рядом — и проезжали одно место в Иерусалиме, где только что открыли новую дорогу. И я сказал: «Знаешь, Менахем, строительство новой дороги не всегда положительно сказывается на дорожном движении». Он сказал: «Да, думаю, я знаю, о чем ты говоришь. Строительство новых дорог, развитие инфраструктуры может побудить людей покупать больше машин, и таким образом ситуация ухудшится». Он был прав, это действительно создает неправильные стимулы у людей. Люди покупают все больше машин и все чаще ими пользуются. Вы сами видите, как это происходит в Санкт-Петербурге. В результате — снова пробки. Президент университета был прав, назвав это причиной, по которой строительство новых дорог может оказаться неконструктивным, но я говорил о другом. Я говорил о феномене, когда строительство новой дороги, даже без изменения количества и интенсивности использования машин, само по себе ухудшает ситуацию с дорожным движением. Он сказал: «Не верю. Это невозможно». Я попросил его остановить машину, чтобы

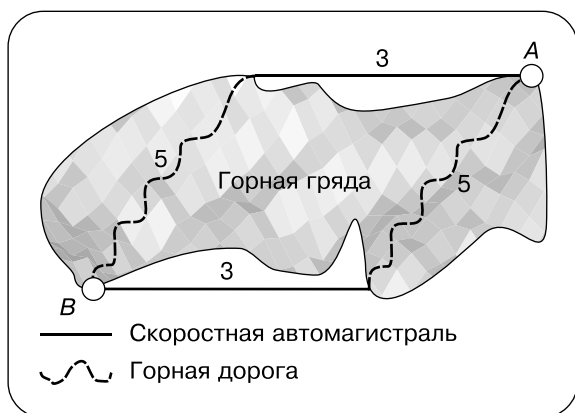


Рис. 1. Маршруты движения из города А в город В до строительства туннеля

мы взяли лист бумаги, и я объяснил, что имею в виду. Он не стал останавливаться. Мы приехали в университет, и там мне потребовалось всего пять минут, чтобы убедить его в своей правоте. Думаю, у нас сейчас как раз есть эти пять минут, чтобы я повторил то, что рассказал тогда Менахему.

Предположим, у нас есть два города: А и В.

Между этими городами находится горная гряда, и существуют только две возможности добраться из города А в город В (рис. 1). Вы либо едете на запад по высокоскоростной автомагистрали в течение трех часов, а затем в течение пяти часов перебираетесь через горы по извилистой горной дороге, либо, наоборот, сначала пять часов перебираетесь через горы на юг, а затем три часа едете по автомагистрали до города В. В обоих случаях вся дорога занимает восемь часов.

В описанной ситуации существует равновесие, при котором поток автомобилей автоматически делится пополам. Одна половина водителей пользуется одним путем, а другая — другим. Почему так происходит? Потому что если больше людей пользуются южной дорогой, то там затрудняется движение, и люди стараются выбрать другую дорогу. Так

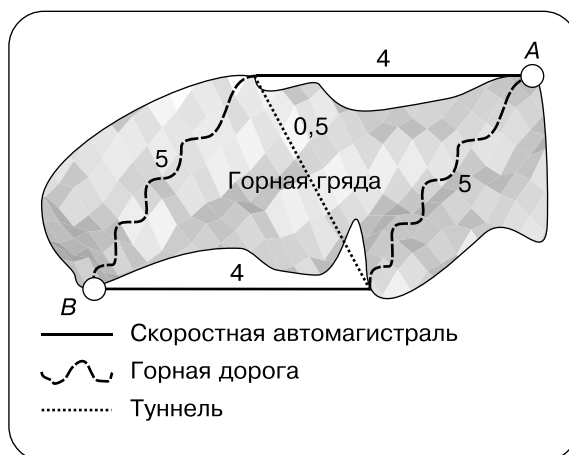


Рис. 2. Маршруты движения из города А в город В после строительства туннеля

движение естественным образом делится пополам.

Теперь допустим, что правительственному чиновнику, ответственному за дорожное строительство, приходит в голову гениальная идея: «Давайте потратим 100 млн долл. и пророем туннель прямо под хребтом. Чтобы проехать по нему, потребуется не больше получаса. Тогда люди будут тратить три часа по южной магистрали, потом полчаса на туннель, а затем три часа по северной магистрали. Вместе получится шесть с половиной часов. Да, мы потратим 100 млн на туннель, но он окупит себя за пару лет, а мы будем продолжать экономить!»

Отличная идея. Он получает поддержку и начинает строительство. Проходит какое-то время, и наступает торжественное открытие. Люди, флаги, речи, перерезание ленточки, и туннель открыт. Туннель открыт, но в результате проехать из одного города в другой теперь невозможно быстрее чем за восемь с половиной часов. На полчаса дольше!

Что же произошло? А вот что.

Туннель действительно работает, и по нему действительно можно проехать за полчаса (рис. 2). Однако теперь, чтобы проехать по магистрали, требуется

не три, а четыре часа. Почему? Потому, что весь транспорт использует обе магистрали. Все машины едут по каждой магистрали, а не половина, как это было раньше. Движение затрудняется. В результате мы получаем восемь с половиной часов, чтобы добраться от одного города до другого.

Кто-то, конечно, может сказать: «Черт с ним, с этим туннелем, я поеду, как раньше, через горы». Но не тут-то было, теперь эта дорога займет пять часов через горы плюс четыре часа по автомагистрали (так как все, кроме одного, продолжают пользоваться туннелем). Всего девять часов. А раньше это было восемь! С туннелем — восемь с половиной, а в объезд туннеля — девять часов.

Получается, что строительство туннеля ухудшило ситуацию на дорогах! Поэтому следует очень хорошо подумать, прежде чем строить новую дорогу. Нужно понять, какие стимулы вы создаете для автомобилистов, и следить за этим.

Это — простой пример, но он очень жизненный. Например, в Амстердаме пару лет назад была обратная ситуация. Там было принято решение закрыть некоторые дороги, в результате чего ситуация на дорогах улучшилась. Может быть, в Петербурге тоже имеет смысл закрыть некоторые дороги...

К сожалению, у нас нет времени, чтобы поговорить о выборах (elections) или паросочетании (matching). Поэтому давайте вернемся к аукционам, а точнее, к аукционной стратегии.

Представьте себе банку, полную монеток достоинством в один рубль. Вы хотите продать эту банку на аукционе. Естественно, никто не считал рубли в банке. Участники аукциона должны посмотреть и оценить, сколько в ней может быть рублей. Когда аукцион завершается, победитель получает банку, считает монетки и, как правило (почти всегда!), обнаруживает в ней меньше денег, чем за-

платил. Это называется «проклятье победителя» (winner's curse). Вопрос в том, откуда берется этот феномен? Почему люди, как правило, платят больше? Существуют разные объяснения, в том числе психологическое. На аукционе люди перевозбуждаются. Они видят, что другие делают ставки, и предлагают все больше и больше. Но, я думаю, причина не в этом. Ведь то же самое происходит и на закрытом аукционе. Причина в другом.

То, что победитель платит за банку, — это не средняя, а самая высокая цена или вторая по величине, если это аукцион Викри. В любом случае это наибольшая цена. Предположим, что участники аукциона — люди разумные. Но они не в состоянии определить точное количество монет в банке, просто взглянув на нее. Их заявки представляют собой распределение значений относительно реального количества монет. Эти значения в общем случае будут нормально распределены относительно реального количества монет в банке, т. е. одни заявят большую цену, другие — меньшую. Однако победителем станет тот, кто предложит самую высокую цену. Так устроен аукцион. Это называется аукционом с общей ценностью (common value auction).

Когда оценивается объект, у которого есть реальная стоимость, то кто-то переоценивает эту стоимость, а кто-то — недооценивает. В результате мы получаем «проклятье победителя» — если вы побеждаете, вы проигрываете. Вы получаете объект, но переплачиваете деньги. На практике необходимо это учитывать. Если вы хотите сохранить деньги, то должны называть не ту сумму, в которую вы оцениваете объект, а чуть меньшую.

Думаю, мое время истекло. Теперь я готов ответить на ваши вопросы, если они есть.

ВОПРОСЫ

Я хотел бы задать вопрос по первому сюжету. Насколько широко используется арбитраж окончательного предложения в экономике? И не считаете ли Вы, что следует законодательно потребовать применения этого правила при разрешении подобных конфликтов в условиях двусторонних монополий?

Не знаю насколько широко, но используется. Например, я уже упоминал, что в Соединенных Штатах им пользуются в переговорах между бейсболистами и бейсбольными клубами. Бейсбольная ассоциация утвердила правило, согласно которому в таких переговорах необходимо применять арбитраж окончательного предложения. Его применяют и в других сферах. Хотя и не так широко, как могли бы. Нужно время, чтобы что-то вошло в моду. Есть одна идея, которой по меньшей мере уже лет тридцать. Это идея множества пунктов обслуживания. Например, когда вы проверяете паспорт, затем регистрируете багаж и тому подобное. Идея заключается в том, что всех клиентов логично объединить в одну очередь, чтобы только что освободившийся пункт обслуживал первого клиента из общей очереди. Это очень полезная идея, но она по-прежнему далека от всеобщего применения. И таких идей очень много.

Вы спрашиваете, нужно ли потребовать законодательно? Я думаю, не нужно. Пусть работает рынок, он сам найдет пути разрешения этих проблем. Не надо ничего законодательно требовать. Конечно, есть вещи, для которых нужно устанавливать законодательные требования, но это не одна из них.

Но существуют же провалы рынка (market failures), когда рынок не может самостоятельно достигнуть оптимального равновесия. Может быть, ситуация с двусторонней монополией — это как раз

тот случай, когда, с точки зрения общества, стороны не могут прийти к оптимальному соглашению и происходит потеря ресурсов. Может быть, их нужно поставить в условия, в которых они придут к оптимальному соглашению. Что Вы думаете по этому поводу?

Я против. Не надо никого заставлять, пока вы не будете вынуждены это сделать. Если им нравится то, как они традиционно разрешают свои проблемы, — пусть так и делают.

Профессор Ауманн, извините меня, но я не философ, я математик. Мне интересно, какие конкретные математические модели Вы используете в решении проблем, в частности, в теории аукционов?

Я специально выбирал самые простые примеры, чтобы все было занимательно, просто и понятно. Поэтому я, естественно, отказался от сложных математических моделей. Но для многих классов задач, которые мы здесь обсуждали, существуют сложные математические модели. Например, в теории выборов, при решении транспортной проблемы или определении паросочетания. Для дележа пирога мы используем n -факториал. Кроме того, существует множество усложнений этих простых сюжетов, в которых уже не обойтись без серьезной математики. В области дележа пирога есть мировой специалист — Стивен Брамс. Он исследует, что происходит, если на пироге есть вишенка, как ее разделить, и множество других вариаций на эту тему. Теория аукционов — одна из наиболее сложных с точки зрения и аукционной стратегии, и проектирования аукциона.

Люди, которые проектировали спектральный аукцион для Федеральной комиссии связи, мои друзья, — это серьезные математики. Они использовали сложные математические модели. Только в

арбитраже окончательного предложения нет сложной математики. Это простая, но нетривиальная идея. Развитие всех остальных разделов требует применения сложных математических моделей. Но это уже разговор другого уровня.

Господин Ауманн, Вы привели пример, связанный с успешным привлечением экспертов по теории игр при проектировании аукциона по продаже радиочастот в США и неоправданным отказом от помощи экспертов в других странах. Скажите, не рассматривает ли сама теория игр адекватность применения (экономический выигрыш от применения) своих методов в зависимости от вопроса, стоящего перед компанией?

Вообще, я думаю, что на это направлены все примеры, которые я приводил. Так, в случае, когда вы осуществляете арбитраж окончательного предложения как теоретико-игровое решение. Когда вы подаете ценовую заявку на аукционе, будьте осторожны и постарайтесь избежать «проклятья победителя». Конечно, легче сказать, чем сделать. Но существуют способы избежать его. Если вы подбираете персонал для совместной работы, постарайтесь осуществлять это устойчивым образом. Практически в любом своем аспекте конструирование игр применимо как в компаниях, так и в государственном секторе.

Профессор Ауманн, как бы Вы охарактеризовали свойства моделей конструирования игр с точки зрения динамики?

Могу сказать, что динамика сейчас стала очень популярна в теории игр. Она и раньше занимала большое место в теории игр благодаря дифференциальным играм. Однако в последнее время она стала особенно заметна, появились конкретные динамические методы достижения равновесия — корреляционного равновесия, равновесия по Нэшу и т. д. Причина, по

которой появляются динамические подходы, состоит в стремлении включить людей, а не компьютеры, позволяя им использовать какие-то простые правила, чтобы найти оптимальное решение. Не знаю, что я еще могу сказать о динамике на этом уровне.

Господин Ауманн, Вы рассказали нам о двух механизмах дележа пирога. А как насчет третьего, когда один участник режет пирог на части, которые распределяются случайным образом? Это то, что называется вуалью неведения (veil of ignorance) — идея, предложенная философом Дж. Роулзом.

Не думаю, что это понравилось бы моим детям. Вот что я могу об этом сказать. Им нужно вырасти, чтобы понять, что случайность на самом деле справедлива. Кроме того, их нужно убедить, что случайность на самом деле случайна, что ею никто не управляет. И это большая проблема. Психологические эксперименты ученых показывают, что изменение вероятности от 100 к 99,99% значительно меняет поведение людей. Поведение человека, когда вы говорите, что он получит приз с вероятностью 99,99%, значительно отличается от того, как он будет себя вести, если вероятность составляет 100%. Это идет вразрез с теорией полезности, но это так. Если вам говорят, что вы получите приз, вы его получите. Если вам говорят, что вероятность 99,99%, то, может быть, вы его получите, а может быть, и нет. Это проблема психологического плана, проблема доверия. Кстати, известно, что во время психологических экспериментов психологи не говорят субъектам исследования всей правды. Поэтому эксперимент, который вы предлагаете, сомнителен именно с точки зрения психологии. Вы утверждаете, что это случайность, а вдруг это не так? Боюсь, мои дети не захотят оказаться в дураках.