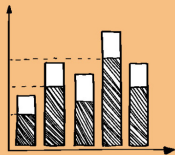


АЛЕКСЕЙ САВВАТЕЕВ
АЛЕКСАНДР ФИЛАТОВ

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА



ТЕОРИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ
МЕХАНИЗМОВ
ОТ А ДО Я



**Александр Юрьевич Филатов
Алексей Владимирович Савватеев
Занимательная экономика.
Теория экономических
механизмов от А до Я
Серия «Звезда нонфикшн»**

Текст предоставлен издательством

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=67899731

Занимательная экономика. Теория экономических механизмов от А до

Я: АСТ; Москва; 2022

ISBN 978-5-17-147508-6

Аннотация

Перед вами первое полное русскоязычное пособие по теории экономических механизмов – одному из важнейших разделов современной экономики. Именно эта теория помогает понять, какие процедуры и механизмы могут привести экономическую систему в оптимальное состояние.

Авторам книги удалось совершить невероятное: сделать эту книгу понятной и доступной не только «технарям», но и многим гуманитариям!

Прочитав книгу, вы узнаете:

- как заработать 40 миллиардов евро на продаже воздуха;

- как без многочисленных проверок заставить всех честно платить налоги;
- как всех переженить, чтобы никто не захотел разводиться, и как это связано с экономикой;
- как создать города без автомобильных пробок;
- а также многое-многое другое.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет.

Содержание

Предисловие	8
Глава 1. Введение в теорию экономических механизмов	13
1.1. Несколько примеров	13
1.1.1. Правило двойного золотого гола	13
1.1.2. Парадоксы коллективного выбора	17
1.1.3. Дефицит парковочных мест	24
1.2. Экономические механизмы на транспорте	29
1.2.1. Стимулы и парадокс Пигу-Найта-Даунса	29
1.2.2. Парадокс Даунса-Томсона	33
1.2.3. Парадокс Браесса	37
Конец ознакомительного фрагмента.	40

**Алексей Савватеев,
Александр Филатов**

Занимательная экономика.

**Теория экономических
механизмов от А до Я**

© Савватеев А., 2022

© Филатов А., 2022

© ООО Издательство «АСТ», 2022

*** * ***



Алексей Савватеев — математик и специалист в математической экономике, популяризатор математики. Доктор физико-математических наук. Профессор МФТИ, профессор Адыгейского государственного университета, научный руководитель Кавказского математического центра, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, советник руководителя проекта «Школково», автор и ведущий лектор курса

«100 уроков математики для детей», научный руководитель кружка «Настоящая математика» в Физтех-Лицее (г. Долгопрудный), научный руководитель Научного лектория Школы № 2107 (г. Москва), научный руководитель движения «Я – математик» в г. Нальчик, руководитель Камского математического центра в г. Набережные Челны, заместитель Генерального Директора по научным и образовательным программам ТД «Национальный Бренд».

Александр Филатов – заведующий Лабораторией моделирования социально-экономических процессов, доцент ШЭМ ДВФУ, член Центральной методической комиссии и жюри Всероссийской олимпиады школьников по экономике, популяризатор экономики.

Предисловие

Теория экономических механизмов – это один из важнейших разделов современной экономики, изучающий и разрабатывающий правила, приводящие экономическую систему в хорошее с определенной точки зрения состояние. Несмотря на особую важность тем и их прикладную направленность, до сих пор не существовало полноценного русскоязычного пособия по основам теории экономических механизмов. Мы попробуем заполнить данный пробел, познакомив читателей с этой интереснейшей наукой на понятном и по возможности увлекательном уровне.

Конечно, для того чтобы написать книгу именно сейчас, был серьезный повод – Нобелевская премия по экономике 2020 года была вручена Роберту Уилсону и Полу Милгрому с формулировкой «за усовершенствование теории аукционов и изобретение их новых форматов». Аукционы являются важнейшей и наиболее известной областью приложения экономических механизмов. Но дело не только в этом. Если бы нас кто-то спросил, что является наиболее серьезной историей успеха экономической мысли, однозначным ответом был бы *mechanism design*.

О чем же идет речь? Попробуем пояснить. Когда мы говорим об экономике, чаще всего обсуждаются механизмы влияния на ситуацию, которые позволяют увеличить функции

выигрыша агентов – производителей, потребителей, государства. Для фирм выигрышем будет прибыль. Можно влиять на нее просто – увеличивая или уменьшая цены, расширяя или сокращая объемы продаж, проводя рекламную кампанию или вкладываясь в улучшение продукта. Можно и более тонко. Об этом будет наша книга.

С точки зрения государства, механизмы также крайне важны. Причем чаще не банальное «все запретить». Несмотря на то что этот способ очень любят чиновники, желаемых целей он обычно не достигает, а строгость законов компенсируется необязательностью их исполнения. Лучше вводить самоподдерживающиеся правила, без принуждения приводящие экономическую систему в состояние, близкое к общественному оптимуму. Разработка таких правил далеко не проста, и именно этим занимается теория экономических механизмов – «позитивная» ветвь теории игр и одно из важнейших направлений современной экономики.

Сюда относятся уже упоминавшиеся аукционы, через которые сейчас перераспределяется значительная доля мирового ВВП, ценовая дискриминация (продажа продукции разным потребителям по разным ценам), схемы мэтчинга, позволяющие наилучшим образом соотнести абитуриентов с вузами, а ищущих работу с работодателями, эффективные механизмы приватизации и схемы оптимального налогообложения, минимизирующие оппортунистическое поведение агентов. И на наш взгляд, каждый уважающий себя эконо-

мист обязан иметь представление хотя бы об основах этой науки. Чему мы и постараемся помочь.

Познакомившись с книгой, вы узнаете:

- как без многочисленных проверок заставить всех честно платить налоги;
- как заработать 40 миллиардов евро на продаже воздуха;
- как избежать проклятия победителя;
- как, не используя телепатию, узнать ценность лота для каждого участника аукциона;
- как всех переженить, чтобы никто не захотел разводиться, и как это связано с экономикой;
- как создать города без автомобильных пробок;
- а также многое-многое другое...

После прочтения книги вы будете знать основные темы и модели теории экономических механизмов, разбираться в форматах аукционов и уметь делать на них оптимальные ставки, формировать правильные меню тарифов при использовании пакетирования или ценовой дискриминации, разрабатывать дизайн эффективных механизмов регулирования в конкретных ситуациях. А еще вы сможете всегда быть на шаг впереди ваших конкурентов!

Предлагаемое вашему вниманию издание рассчитано на:

- студентов-экономистов, изучивших курсы микроэконо-

мики и теории организации рынков и желающих глубже погрузиться в тематику микроэкономического трека;

- практиков от бизнеса и госуправления, желающих изучить эффективные механизмы функционирования рынков и принципы их правильного регулирования;
- широкий круг людей, интересующихся экономикой и желающих познакомиться с массой занимательных сюжетов.

Семь глав данной книги, каждая из которых соответствует материалу одной двухчасовой лекции, написаны на основе материалов серии выступлений Алексея Савватеева в различных городах России (частично выложенных на канале <https://youtube.com/Маткультпривет>), а также фрагментов курсов «Теория организации рынков» и «Теория экономических механизмов», читаемых Александром Филатовым в ИГУ и ДВФУ (частично представленных на канале <https://youtube.com/alexanderfilatov>). В 2022 году на основе вошедшего в книгу материала Александром Филатовым разработан онлайн-курс «Теория экономических механизмов» на платформе Stepik: (<https://stepik.org/course/98679>). Поэтому те, кто предпочитает визуальное представление печатному, могут на него записаться. Преподаватели также могут использовать онлайн-курс, включая тестовые задания, в качестве дополнения к своим материалам.

Авторы выражают огромную благодарность Сергею Измалкову, Константину Сонину, Сергею Николенко, Бори-

су Демешеву, Александру Нестерову, Наталье Айзенберг и Маргарите Голуб, чьи материалы так или иначе были использованы при подготовке данной книги, а также всем причастным к ее появлению на свет.

Алексей Савватеев, Александр Филатов

Глава 1. Введение в теорию экономических механизмов

1.1. Несколько примеров

1.1.1. Правило двойного золотого гола

Слово «механизм» в обычной жизни редко ассоциируется с экономикой. Скорее с физикой: еще со школьного курса мы знаем такие механизмы, как рычаг, блок или подшипник, позволяющие преобразовывать энергию, уменьшать трение или выполнять иные полезные задачи. При этом они обладают хорошими свойствами: простотой, надежностью, эффективностью. На самом деле именно в этом и заключается их сходство с механизмами экономическими, которые представляют собой некоторые правила поведения, создаваемые (часто намеренно) с определенными целями и обладающие определенными свойствами.

Но не будем сразу уходить глубоко в теорию. Начнем нашу книгу с нескольких примеров, на первый взгляд не относящихся напрямую к экономике. И первой темой будет футбол. Чего хотят все: и организаторы соревнований, и футбольные

фанаты? Зрелищных матчей. Скучно смотреть, когда команды лениво перекатывают мяч с одной половины поля на другую и делают нулевую ничью. А вот калейдоскоп атак, который завершается многочисленным взятием ворот, – другое дело.

Кстати, именно с целью стимулирования более активных атакующих действий с 1981 года в Великобритании, а с середины 90-х повсеместно было введено правило трех очков за победу. Действительно, если раньше одна победа и одно поражение ничем не отличались по очкам от двух ничьих, то теперь ценность победы возросла минимум в полтора раза, что во многих странах довольно сильно поменяло тактику игры команд и сделало матчи более зрелищными. Но некоторые пошли дальше...

На Кубке Карибского моря в 1994 году, в том числе в групповом турнире, ничья в основное время переводила матч в дополнительные 30 минут. При этом для стимулирования более активной игры было введено правило двойного золотого гола – мяч, забитый в овертайме, приравнивался к двум голам и немедленно завершал игру. Казалось бы, неплохая идея стимулировать активность команд. Но никто не подумал, к чему это может привести.

В финальном матче первой группы встречались команды Барбадоса и Гренады. Барбадосу для выхода в следующий этап необходима была только победа с разницей в два мяча. Гренаду же устраивало и минимальное поражение, в случае

которого все команды группы набирали одинаковое количество очков, однако по дополнительному показателю разницы забитых и пропущенных мячей Гренада опережала соперников.

За пять минут до финальной сирены Барбадос, побеждавший 2:0, пропускает гол, и счет в матче становится 2:1. Как мы помним, минимальная победа его не устраивает. Гренада же, напротив, вполне готова проиграть с таким счетом и уходит в глухую оборону, практически не оставляя шанса сопернику. Что делает Барбадос? Понимая, что время уходит и шансов забить в ворота Гренады становится все меньше, он бьет по своим воротам, делает счет 2:2 и переводит игру в дополнительное время, где забить золотой гол за полчаса – более реалистичная задача.

Но это еще не финал. Какова должна быть в этой ситуации стратегия Гренады? Бежать к чужим воротам с надеждой победить 3:2 в этом нервном матче? Да, конечно! Это идеальный расклад. Но ведь Барбадос в свою очередь может уйти на свою половину поля, а забить по заказу в ворота обороняющейся команды – задача не из простых. Но ведь есть и альтернатива: направиться к своим воротам и ответить автоголом на автогол. Поражение 2:3 в матче и выход в следующий круг тоже устраивает Гренаду!

В результате все несколько минут до окончания основного времени на поле творится треш. Гренада пытается забить в любые (!) ворота, а Барбадос обороняется на обеих

половинах поля, в том числе вставая позади вратаря соперников и отбивая летящие в створ мячи. Оборона оказалась успешной, матч продолжился уже обычной игрой в дополнительное время. И Барбадос забивает-таки золотой гол, делает счет 4:2 и занимает столь необходимое ему первое место в группе. Справедливость восторжествовала, однако правило двойного золотого гола было отменено и, вероятно, навсегда.

Кажется, что такая абсурдная ситуация больше не повторится в реальности, однако победа в матче и победа в турнире не всегда коррелируют между собой. И речь далеко не только о договорных матчах за деньги. Например, в случае победы в матче группового этапа команда может занять более высокое место и выйти в плей-офф на менее приятного соперника.

Чтобы не быть голословными, приведем пример из российского чемпионата по хоккею с мячом 2017 года. В финальной игре группового турнира встречаются команды «Водник» и «Байкал-энергия», каждой из которых нужен проигрыш, чтобы не выйти в плей-офф на сильный «Енисей». Первые 70 минут матча команды вяло имитируют борьбу, не забивая мячей. Затем Олег Пивоваров из «Водника» бодро оформляет три гола в свои ворота. «Байкал-Энергия» после короткого совещания забивает девять автоголов (больше нельзя, а то можно упасть на третье место) и фактически покидает поле. Однако герой дня Олег Пивоваров за оставшиеся несколько минут успевает заколошматить се-

бе еще восемь мячей и вырвать поражение со счетом 11:9.

Каков итог? В спорте есть нетривиальные научные задачи, касающиеся в том числе разработки дизайна соревнований: неманипулируемых правил проведения турниров, их оптимального календаря, экономического регулирования трансферного рынка и т. д. И в контексте этого в Высшей школе экономики создана лаборатория исследований спорта, которая занимается теоретическими исследованиями и анализом данных в спортивной индустрии.

1.1.2. Парадоксы коллективного выбора

Второй пример касается коллективного принятия решений. Кто изучал микроэкономику, в том числе по нашему одноименному учебнику и онлайн-курсам «Теория спроса и предложения» (<https://stepik.org/course/58626>) и «Теория фирмы и рынков» (<https://stepik.org/course/61599>), наверняка помнит примеры, в которых индивидуально рациональные агенты, если дать им волю, приводят общество к ужасающему итогу. Ценовые и рекламные войны, невозможность полноценного финансирования общественных благ, хищническое использование общественного ресурса, отрицательный отбор и постконтрактный оппортунизм – это лишь малая доля примеров, демонстрирующих тот факт, что многие общественно значимые решения не должны приниматься на основе исключительно рыночных механизмов.

Постановка задачи в ее современном понимании такова: пусть перед обществом (советом директоров транснациональной корпорации, депутатским корпусом или страной в целом) стоит несколько альтернатив. Это могут быть кандидаты на выборах или какие-либо проекты типа «провести дорогу», «построить стадион», «учредить университет» и т. д. Все члены общества имеют свои предпочтения относительно имеющихся альтернатив. Необходимо на основе этих индивидуальных мнений определить коллективное упорядочение.

И это не так просто. Причем, вопреки распространенному мнению, дело далеко не только в политкорректности по отношению к меньшинству. Более того, выступая в роли «циничных экономистов», которые во главу угла ставят эффективность, давайте заранее оговоримся, что мнением меньшинства в ситуациях бинарного выбора мы будем пренебрегать. Действительно, для случая двух альтернатив разумнее всего использовать правило простого большинства – признавать победителем того, кто набрал больше 50 % голосов. Именно так умудренные опытом взрослые граждане страны выбирают во втором туре президента или губернатора. Так обычно поступает и группа школьников, решающая, куда поехать – на футбол или на концерт.

Правило простого большинства – это единственная процедура, удовлетворяющая ряду разумных требований: анонимности (то есть равноправия лиц, принимающих реше-

ния); нейтральности (равноправия альтернатив) и, наконец, монотонности (означающей, что усиление поддержки победившей альтернативы не подвергает сомнению осуществленный выбор). Это правило также является неманипулируемым — нет никакого смысла обманывать, отдавая голос за противоположную альтернативу. Иными словами, стратегическое голосование здесь исключено.

Но дело в том, что, как правило, в наличии имеется больше двух альтернатив: зарегистрированных кандидатов в президенты на последних выборах было восемь, а на некоторых случается и того больше, а альтернативой футболу является не только концерт (к слову, тоже не единственный), но и волейбол, кино и картинг. Что это меняет?

Представим себе, что четыре альтернативы A , B , C и D готовы поддержать соответственно 40, 30, 20 и 10 процентов избирателей. Заметим, что ни за одну из них не голосует абсолютное большинство. Альтернатива A имеет наибольшую поддержку в 40 %, и часто именно она по правилу относительного большинства объявляется победителем. Казалось бы, честно. Однако не исключена ситуация, когда именно она категорически не устраивает всех, кто поддерживает оставшиеся три альтернативы. При этом варианты B , C и D похожи между собой и приемлемы для 60 % избирателей.

В этом случае кандидатам C и D следовало бы договориться: сняться с выборов и предложить своим избирателям поддержать B , сильнейшего среди них. Однако собственные

амбиции часто мешают реализации этого сценария, несмотря на то что в результате проигрывает общество. При этом как схема голосования в два тура, по которой в России официально проходят президентские и губернаторские выборы, так и стратегия «умного голосования», призывающая голосовать за самого сильного кандидата от оппозиции, реализуют в замысле именно эту идею.

Означает ли это, что такой механизм лишен недостатков? К сожалению, нет. В качестве примера приведем ситуацию, когда потенциальный победитель выборов проводит успешные дебаты и усиливает свою поддержку, однако это оборачивается досадным поражением. Причиной является смена состава участников второго тура голосования.

Рассмотрим представленный на рис. 1.1 численный пример с тремя кандидатами A , B и C . Первый профиль демонстрирует ситуацию до дебатов. Пусть шесть миллионов избирателей считают A наилучшим кандидатом, B – приемлемым, а C – наихудшим, пять миллионов, напротив, говорят, что $C > A > B$, выбор четырех миллионов имеет вид $B > C > A$, а последние два миллиона имеют предпочтения $B > A > C$. Во второй тур выходят кандидаты A и B , набравшие по шесть миллионов голосов, где с почти двукратным отрывом побеждает кандидат A , являющийся меньшим из зол для пяти миллионов приверженцев C .

Теперь представим, что A проводит успешные дебаты против B и убеждает (смотрим на последний столбец) два

миллиона избирателей голосовать за него. Это означает, что у него будет восемь миллионов уже в первом туре. Однако во второй тур теперь выходит вовсе не *B*, а неудобный кандидат *C*, который и выигрывает выборы с результатом 9:8.

Профиль 1				Профиль 2			
6	5	4	2	6	5	4	2
A	C	B	B	A	C	B	A
B	A	C	A	B	A	C	B
C	B	A	C	C	B	A	C

Рис. 1.1. Невыполнение монотонности для голосования в два тура

Это далеко не единственный пример ситуации, в которой «хотели как лучше, а получилось как всегда». Дело на самом деле обстоит хуже, чем можно себе представить. И сколько бы мы ни придумывали «правильных» механизмов голосования, всегда найдется контрпример, на котором механизм будет давать сбой.

Еще в 1951 году будущий нобелевский лауреат по экономике Кеннет Эрроу доказал теорему о «невозможности демократии», которая утверждает, что если альтернатив больше двух, то существует единственное Парето-эффективное

(это означает, что не может победить альтернатива, которая хуже некоторой другой для всех членов общества) неманипулируемое правило – правило диктатора.

Итак, идеального механизма коллективного выбора нет и быть не может. В то же время какое-то разрешение проблемы требуется довольно часто. Что же делать на практике? Ну, например, использовать методы, для которых издержки невыполнения требований оказываются наименьшими, а использование в условиях реального политического пространства почти всегда дает адекватные результаты.



Кеннет Эрроу. Лауреат Нобелевской премии по экономике 1972 года

Одним из таких механизмов является «метод разъезженного пути», разработанный Маркусом Шульце в 1997 году, широко разошедшийся в сетевых кругах и опубликованный в 2011 году. Он пока не применяется на общеполитических выборах, в частности, из-за консервативности общества, однако набирает популярность в корпорациях, в том числе на выборах в совет директоров, при принятии решений рядом политических партий и общественных организаций, а также в рабочих группах частных компаний. Например, метод Шульце уже зарекомендовал себя в программистской среде при тестировании программного обеспечения и выборе дальнейших направлений развития, в том числе в компаниях Microsoft и Google, а также при принятии решения о включении музыкальных композиций в ротацию на канале MTV.

Детальное изложение как этого метода, так и многочисленных парадоксов голосования, конечно, не уместится в коротком сюжете. Однако надеемся, что одна из наших следующих книг будет полностью посвящена механизмам принятия решений и в целом политической экономике.

1.1.3. Дефицит парковочных мест

От глобальных масштабов политических выборов перейдем к задаче, которая может оказаться актуальной для каж-

дого из вас. Многие сталкиваются с нехваткой парковочных мест возле дома. И возникает вопрос, можно ли повысить эффективность в сравнении с простейшим механизмом «кто первый, того и место».



Нехватка парковочных мест

Рассмотрим простую и заведомо утрированную ситуацию, когда на единственное парковочное место претендуют четверо живущих в доме людей: пенсионер, дважды в год катающийся на стареньких «жигулях» на дачу, домохозяйка, пару раз в неделю самостоятельно выбирающаяся на шопинг, служащий, который ежедневно утром отправляется на рабо-

ту, а вечером возвращается домой, и бизнесмен, которому машина по делам бизнеса может потребоваться в любое время дня и ночи.

Заметим снова, что «циничные экономисты» между социальной справедливостью и эффективностью, как правило, выбирают последнюю. Поэтому навсегда предоставить место мало использующему автомобиль пенсионеру, несмотря на его заслуги и проблемы со здоровьем, вряд ли окажется идеальным решением. Более того, и принцип «всем поровну», в соответствии с которым каждый будет владеть местом по три месяца в году, не является пределом мечтаний. Эффективность будет максимальной, если место будет принадлежать тому, кто ездит на машине чаще остальных, то есть бизнесмену.

При этом, если никак не регулировать процесс, то пенсионер дождется отъезда всех жителей дома, поставит автомобиль на свободное место, где он и будет стоять долгие месяцы. Более того, если вдруг появится второе парковочное место, его займет домохозяйка, такжеждавшая отъезда остальных на работу. Отрицательный отбор налицо! Места занимают те, кто меньше всего пользуется автомобилем.

Что делать? Директивный способ – собирать информацию о количестве поездок за предыдущий месяц и отдавать место тому, кто ездил чаще (контроль и надзор во имя благих целей!) – вариант возможный, но экономисты его не очень любят. Во-первых, всегда будут недовольные, а во-вторых, со-

брать такую информацию не очень просто. Более того, здесь возможна масса злоупотреблений, от банальных приписок до выездов на машине в соседнюю булочную ради роста целевого показателя. Кстати, заметим, что, если ориентироваться исключительно на KPI, такой исход предсказуем во многих сферах жизни. Можно вспомнить замечательную историю: когда в Индии в целях борьбы с ядовитыми змеями назначили награду за каждую сданную голову змеи, предприимчивые индусы начали специально разводить кобр, чтобы получать премии.

Но можно действовать более тонко, например брать плату за место. Однако здесь есть один важный момент: в отличие от массовых продаж в магазинах, имеется единственное парковочное место, и его реальную цену никто не знает. Предложи платить 500 рублей в месяц, и на это пойдут все, включая пенсионера, которому приятно наблюдать любимую «ласточку» из собственного окна. А значит, проблема остается нерешенной. Установи цену в 20 000, и откажутся все, включая умеющего считать деньги бизнесмена. В итоге никто не заплатит, а место будет пустовать! Еще один пример того, что плохое регулирование может оказаться хуже его отсутствия.

Но что если устроить аукцион? Допустим, пенсионер готов платить за место 500 рублей в месяц, домохозяйка 2000, служащий 3000, а бизнесмен 10 000. Передаем место бизнесмену, который должен за него внести в кассу три тысячи

(почему это лучше, чем десять, мы узнаем в последующих главах книги, хотя, конечно, форматы бывают разные). Ну а собранные средства можно использовать как на благоустройство территории или уборку подъезда, так и на банальную раздачу поровну тем, кто не получил доступа к благу. В итоге довольны все: бизнесмен – тому, что получил желанное парковочное место, а пенсионер – тому, что взамен не особенно нужного места ему полагается ежемесячная добавка к пенсии в размере тысячи рублей.

А в завершение короткая ремарка для тех, кому в голову уже пришли мысли об очередных поборах и о том, что проблема надумана и просто нужно строить больше парковок. В экономике всегда учитываются не только выгоды, но и издержки. Новые парковочные места не могут появиться свыше и бесплатно. Вы готовы ради удобной стоянки пожертвовать зеленой зоной возле дома или детской площадкой? Не факт. Строительство подземных паркингов или менее компактное расположение домов в микрорайоне тоже весьма затратная вещь. Ну а кроме того, часто мы сталкиваемся с проблемами не на этапе проектирования системы, а когда система уже запущена, и решать нужно именно проблему эффективного распределения дефицитного ресурса.

1.2. Экономические механизмы на транспорте

1.2.1. Стимулы и парадокс Пигу-Найта-Даунса

В предыдущем параграфе мы уже затронули автомобильную тематику и механизмы, которые помогают повысить эффективность распределения парковочных мест. Но парковки, что в спальных районах, что в центрах мегаполисов – это далеко не единственная проблема перенаселенных городов. И в данном разделе книги мы поговорим о том, что волнует подавляющее большинство людей – о пробках.

Возьмем, к примеру, Москву. Нельзя сказать, что городские власти ничего не делают для борьбы с пробками. Каждый год в столице вводится более 100 километров новых дорог, а также происходит расширение существующих, строятся новые развязки с большей пропускной способностью. Однако пробки почему-то неискоренимы. И Москва здесь не исключение. Мир облетели фотографии многочасовой пробки на 50-полосном расширении автомагистрали в Китае. Хотя, казалось бы, куда больше!

Есть шуточная сентенция: «Чем больше сыра, тем боль-

ше дырок. Чем больше дырок, тем меньше сыра». Из этих утверждений следует неожиданное: «Чем больше сыра, тем меньше сыра». Проведем аналогию с транспортом.



Пробка на автомагистрали

Первое утверждение будет звучать следующим образом: «Чем меньше пробок, тем больше машин». Действительно, улучшение транспортной инфраструктуры стимулирует использование личного автотранспорта взамен общественно-го. И начинает работать второе утверждение «Чем больше машин, тем больше пробок». Результат – все то же парадоксальное «Чем меньше пробок, тем больше пробок». Как только органы власти добиваются определенных успехов в борьбе с пробками, очередная группа жителей города оце-

нивает это и пересаживается на личный автотранспорт, уничтожая все достижения.

В этом контексте изменить ситуацию часто можно, только меняя стимулы: делая общественный транспорт более привлекательным (например, для этого можно сделать его бесплатным, сократить время ожидания и сделать выделенную полосу, по которой могут передвигаться автобусы, в то время как весь город стоит в пробке) или перенаправляя транспортные потоки, расшивая узкие места, ограничивающие пропускную способность системы. Впрочем, расшивка узких мест сама по себе является нетривиальной задачей, решение которой сопряжено с преодолением некоторого количества парадоксов, разговор о которых мы и начинаем.

Первая история связана с тем, что в некоторых случаях расширение дорог не помогает даже при фиксированном количестве автотранспорта в городе. Рассмотрим ситуацию, известную в литературе как парадокс Пигу-Найта-Даунса. Речь в ней пойдет о стимулах и о перенаправлении транспортных потоков.

Пусть между двумя пунктами A и B имеется многополосная объездная дорога, где практически не бывает пробок, однако из-за большого расстояния добираться по ней приходится в течение целых 40 минут. Поэтому было решено соединить эти два пункта короткой трассой, позволяющей добираться вчетверо быстрее, за 10 минут. Однако оказалось, что количество полос на новой трассе недостаточно,

и реальное время движения растет из-за пробок до уровня $(10 + N / 50)$ минут, где N – количество водителей, использующих новую трассу за 1 час. Схему движения изобразим на рис. 1.2.

Предположим, что в час пик от A до B едет 3000 человек. Направятся ли все они коротким путем? Несмотря на большой соблазн, нет. Если все поступят именно так, трасса встанет и время передвижения составит долгие $10 + 3000 / 50 = 70$ минут, а это значит, что любой здравомыслящий водитель быстро поймет, что можно сэкономить полчаса, если по старинке использовать объездную. Напротив, если по новой трассе будет ехать только 500 автомобилистов, они доберутся всего за $10 + 500/50 = 20$ минут, и у отправившихся в круговую возникнут стимулы вернуться.

Экономисты чаще всего изучают равновесия – ситуации, в которых никто из участников процесса не хочет ничего менять. В данном случае это случится, если время передвижения по обоим путям будет одинаково, то есть будет выполнено условие $10 + N/50 = 40$. Откуда находим, что по новой трассе поедет ровно половина водителей, а именно 1500 человек.

Оценим произошедшее. Могла ли в определенных обстоятельствах новая трасса улучшить жизнь общества? Да, могла. Мы приводили конкретный пример, когда 500 автомобилистов добирались от A до B быстрее, чем прежде, всего за 20 минут, а остальные ехали в объезд, затрачивая по-прежнему

40. И это еще не максимальная экономия времени, которую могло достичь общество, ведущее себя кооперативно. Однако если каждый ищет собственную выгоду, никакого улучшения мы не наблюдаем, и время передвижения по-прежнему составляет 40 минут для всех.

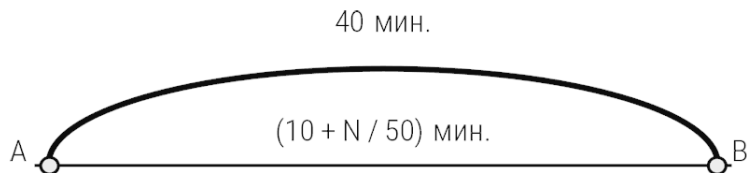


Рис. 1.2. Схема движения в парадоксе Найта-Даунса

Поможет ли расширение трассы в два раза? Пусть теперь короткий путь от A к B занимает $10 + N / 100$ минут (рис. 1.3). Как и раньше, в равновесии не должно быть выгодно менять одну дорогу на другую, то есть $10 + N / 100 = 40$. Решив уравнение, получим, что $N = 3000$. Это означает, что теперь все водители предпочтут ехать по новой трассе, но время движения по-прежнему составит неизменные 40 минут.

1.2.2. Парадокс Даунса-Томсона

Предыдущий параграф доказал нам, что строительство новых дорог или расширение старых может никак не по-

влиять на время передвижения по городу, который погряз в пробках. Еще удивительнее, что иногда может происходить ухудшение. И наша сегодняшняя история, известная под названием парадокса Даунса-Томсона, как раз на эту тему.

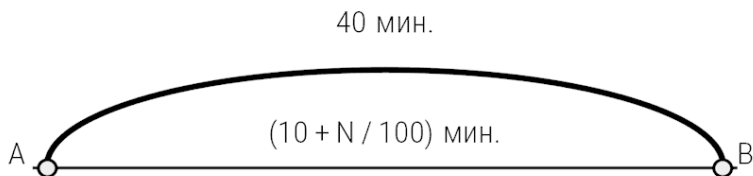


Рис. 1.3. Обновленная схема движения в парадоксе Найта-Даунса

Вернемся к примеру с многополосной объездной дорогой, по которой от пункта *A* к пункту *B* можно добраться за 40 минут, и короткой, но узкой трассой, время передвижения по которой зависит от интенсивности движения и составляет $(10 + N / 50)$ минут. Пусть теперь между этими пунктами дополнительно запустили метро, которое ходит тем чаще, чем больше будет пассажиров, и позволяет добраться от *A* до *B* в среднем за $(40 - M / 150)$ минут. Здесь *M* – число пассажиров. Схема представлена на рис. 1.4.

Заметим, что если все жители в час пик предпочтут пользоваться метро, то есть $M = 3000$, то ходящие часто поезда позволят добираться в среднем за $40 - 3000 / 150 = 20$ минут, что вдвое быстрее, чем было в предыдущем примере без

метро. С другой стороны, если все (ну или почти все) пересаживаются на личный автотранспорт, метро начинает ходить реже и время передвижения приближается к 40 минутам.

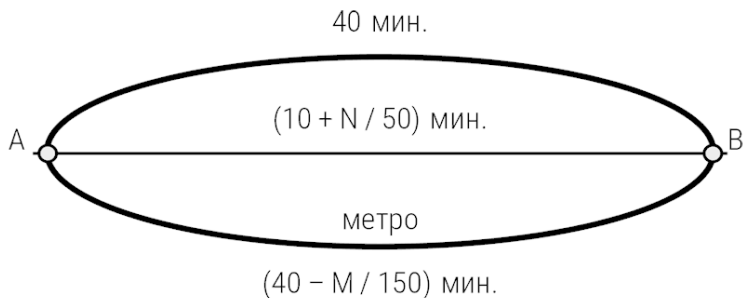


Рис. 1.4. Схема движения с метро в парадоксе Даунса-Томсона

Также можно заметить, что даже в худшей из ситуаций метро позволяет добраться быстрее, чем объездная дорога, поэтому если критерием качества мы считаем время передвижения, то выбор будет осуществляться между двумя вариантами – короткая трасса и метро. А значит, выполняется соотношение $N + M = 3000$.

Люди предпочитают трассу, пока пробки не сделают передвижение по ней более долгим, чем поездка на метро. В равновесии будет выполняться условие $10 + N/50 = 40 - (3000 - N) / 150$. Решив данное уравнение, получим, что $N = 750$. Это означает, что четверть жите-

лей будет ездить на личном автомобиле, а три четверти пересядут на метро. При этом время передвижения составит $10 + 750 / 50 = 25$ минут, что на самом деле уже дольше, чем если бы все пользовались метро.

Заметим, что если анализировать данную ситуацию более тонко, то все окажется немного хитрее. Когда еще один автомобилист пересядет на метро (N примет значение 749), метро станет ходить чуть чаще и время в пути уменьшится. Правда, поскольку едущие на автомобилях выиграют в большей степени, этот человек тут же захочет вернуться обратно. Впрочем, наивно предполагать, что в реальной жизни частота хождения поездов метро будет реагировать на поведение отдельного человека, а значит, тем более, полученное «квазиравновесие» можно считать равновесием.

Пусть теперь трасса становится вдвое шире и время передвижения по ней задается формулой $10 + N / 100$. Если поведение людей не меняется и трассу по-прежнему выбирает 750 человек, они добираться всего за 17,5 минут. Однако на это обращают внимание пассажиры метро, тратящие по 25 минут. Поскольку личный автомобиль стал более быстрым вариантом, многие выбирают теперь именно его. А дальше начинает работать обратная связь: меньше людей ездит на метро, метро начинает ходить реже, становится еще больше стимулов пересесть на личный автомобиль и т. д.

В равновесии традиционно оба варианта передвижения должны иметь одинаковую длительность:

$10 + N / 100 = 40 - (3000 - N) / 150$. Решив уравнение, находим, что $N = 3000$. Все пересели на автомобили, пробки усугубились, время передвижения, несмотря на улучшение инфраструктуры, выросло с 25 до 40 минут. При этом ставшее ходить реже метро никого не привлекает.

Вывод прост: к анализу поведения людей надо подходить серьезно. Иначе строительство новых дорог может не только ухудшить ситуацию для всех, но и обесценить предыдущие инвестиции, как в рассмотренной ситуации с более ненужным метро. Справедливости ради заметим, что дальнейшее расширение дороги все-таки может привести к тому, что люди станут добираться быстрее. Но может и не привести. Даже появление широкой высокоскоростной трассы в некоторых случаях делает передвижение по городу медленнее, причем не для отдельных групп населения, а для всех поголовно. Об этом и будет наш следующий сюжет.

1.2.3. Парадокс Браесса

Традиционное представление об эффективности транспортной инфраструктуры связано с простым показателем количества дорог. Есть миф, что если, например, построить мост или соединить два района города высокоскоростной трассой, то, если на время забыть про затраты, хуже стать не может. Однако проблема может прийти откуда не ждали! Может существовать сценарий, при котором трафик сильно

поменяется, и это приведет к непредсказуемым последствиям.

Начнем с простого примера. Пусть два района города *A* и *B* соединяют две симметричные дороги – северная и южная (рис. 1.5). Пусть также в некоторый момент времени все решили ехать по северной дороге. Разумеется, там образовалась пробка и навигаторы дают рекомендацию ехать по южной дороге, горящей зеленым цветом. В итоге через 20 минут полностью забитой оказывается именно южная дорога, куда перенаправляется весь поток машин. Северная же теперь пустует.

Чтобы такого не происходило, навигаторам пришлось научиться немного врать и в том числе давать разным людям чуть-чуть отличающуюся информацию. Равно как агрегаторы такси иногда доплачивают водителям, которые направляются в районы, где через некоторое время ожидается повышенный спрос. Но оптимальные тарифы на такси – это отдельная обширная тема, а мы рассмотрим более простой пример, демонстрирующий, что введение дополнительных мощностей в сеть может снизить общую производительность. Этот пример известен в литературе как парадокс Бресса. Изложим его на примере представленной на рис. 1.6 дорожной сети.

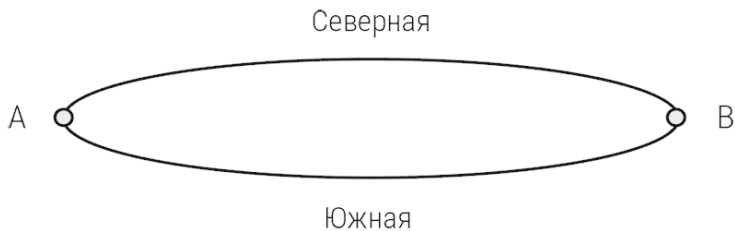


Рис. 1.5. Схема движения в примере с чередующимися пробками

Пусть от города *A* к городу *B* можно добраться двумя дорогами, ведущими через пункты *C* и *D* соответственно. При этом участки *AD* и *CB* представляют собой многополосные объездные трассы, лишенные пробок, но довольно протяженные, чтобы время в пути составляло 45 минут. Напротив, участки *AC* и *DB* достаточно коротки, однако на них часто случаются пробки, и время в пути связано с долей трафика x по соответствующей дороге формулой $40x$. Это означает, что если по дороге поедут все ($x = 1$), то она займет 40 минут, а если половина ($x = 0,5$), то только 20. Поскольку северный и южный путь полностью симметричны, трафик в равновесии распределяется ровно пополам и добраться как по маршруту *ACB*

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.