Моделирование и прогнозирование распространения инноваций - 25-летний обзор

Абстракция

Объем исследований в области моделирования и прогнозирования распространения инноваций впечатляет и подтверждает его сохраняющуюся важность в качестве темы исследования. Основные модели распространения инноваций были созданы к 1970 году. (Хотя название подразумевает , что 1980 год является отправной точкой обзора, мы позволили себе ослабить это ограничение, когда это было необходимо.) Разработки в области моделирования в период с 1970 года и далее заключались в модификации существующих моделей путем добавления большей гибкости в различных способы. Цель здесь состоит в том, чтобы проанализировать исследования в этих различных направлениях, с акцентом на их вклад в повышение точности прогнозирования или добавление понимания проблемы прогнозирования. Основными категориями этих модификаций являются: введение маркетинговых переменных в параметризацию моделей; обобщение моделей для рассмотрения инноваций на разных стадиях распространения в разных странах; и обобщение моделей для рассмотрения распространения технологий последующих поколений. Мы считаем, что с точки зрения практического воздействия основными областями применения являются внедрение потребительских товаров длительного пользования и телекоммуникации. Несмотря на (или, возможно, благодаря) усилиям многих авторов, несколько исследовательских вопросов были окончательно решены. Например, несмотря на некоторое совпадение идей о наиболее подходящем способе включения переменных комплекса маркетинга в модель Bass, существует несколько жизнеспособных альтернативных моделей. Будущие направления исследований, вероятно, будут включать прогнозирование распространения нового продукта с небольшим количеством данных или вообще без них, прогнозирование с многонациональные модели и прогнозирование с использованием моделей нескольких поколений; работа по нормативному моделированию в этой области уже опубликована.

1. Вступление

Моделирование и прогнозирование распространения инноваций было темой практического и академического интереса с 1960-х годов, когда появились новаторские работы Фурта и Вудлока (1960), Мэнсфилда (1961) появились Флойд (1962), Роджерс (1962), Чоу (1967) и Басс (1969). Об интересе, вызванном этими статьями, можно судить по количеству цитирований этих статей в ISI Web of Science (в Апрель 2005), которые составили 119, 428, 10, 988, 58 и 582 соответственно. Две статьи, Фурт и Вудлок, а также Басс, использовали в своих названиях новый продукт, а не технологию. Хотя подход к моделированию распространение технологии или нового потребительского продукта длительного пользования очень похоже, в последние годы применение новых продуктов в маркетинге, как правило, доминирует в общей литературе по распространению.

Феномен диффузии инноваций показан в стилизованной форме на рис. 1. Показаны совокупное усыновление и усыновления по периодам, но какое из этих двух представлений имеет большее значение , зависит от приложения. Например, при распространении мобильных телефонов поставщик услуг обеспокоен спросом на инфраструктуру и , следовательно, заинтересован в кумулятивном внедрении; поставщик мобильных телефонов заинтересован в удовлетворении спроса и, следовательно, захочет моделировать и прогнозировать внедрение по периодам. В этом примере поставщик услуг захочет знать уровень внедрения в определенное время и возможное количество пользователей; поставщик телефонной связи захочет знать скорость внедрения в данный момент времени, время пикового спроса и величину пикового спроса. В качестве контрапункта к плавным кривым на рис. 1, рис. 2 приведена сопоставимая информация о распространении бытовых телефонов в Соединенном Королевстве. Приращения от периода к периоду довольно резко отклоняются от колоколообразной кривой. Трудности в прогнозировании также очевидны, поскольку в 1975 году период за периодом появляется спрос чтобы достичь пика; решения о расширении производства, возможно , были отменены или отложены; однако в 1979 году был достигнут пик, превышающий 43%.

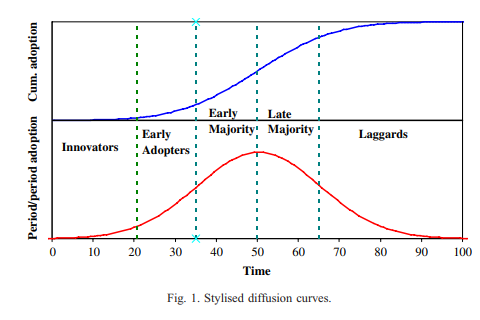
Основные модели, используемые для распространения инноваций , были созданы к 1970 году; из восьми различных базовых моделей, перечисленных в Приложении, шесть были применены при моделировании распространения инноваций к этой дате. Основные разработки в области моделирования в период с 1970 года и далее заключались в модификации существующих моделей путем придания большей гибкости базовой модели различными способами.

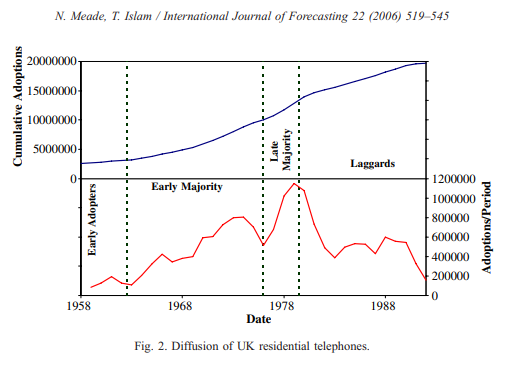
Основные категории этих модификаций перечислены ниже, и в каждом случае ссылки на новаторскую статью приводятся в качестве подтверждения исследовательской деятельности в этой области:

– введение маркетинговых переменных в параметризацию моделей; Робинсон и Лахани (1975)

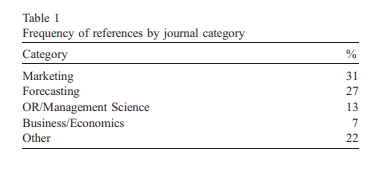
– обобщение моделей для рассмотрения инноваций на разных стадиях распространения в разных странах; Гатиньон, Элиашберг и Робертсон (1989)

– обобщение моделей для учета распространения технологий последующих поколений; Нортон и Басс (1987).





Справедливо будет сказать, что в большинстве этих материалов акцент делался на объяснении прошлого поведения, а не на прогнозировании будущего поведения. Чтобы количественно оценить этот комментарий и предыдущий комментарий о преобладании маркетинговых исследований, ссылки, использованные в этом исследовании, классифицированы по их журналам в следующие категории в порядке убывания в таблице 1. Существует небольшая разница между дисциплинами с точки зрения свежести их материалов; средний возраст ссылок на исследования в области маркетинга, прогнозирования и/или менеджмента составляет 15 лет, средний возраст справочника по бизнесу/экономике составляет 19 лет.



За последние 25 лет было проведено несколько обзоров диффузионных моделей. К ним относится Мид (1984); Махаджан и Питерсон (1985), Махаджан, Мюллер и Басс (1990, 1993), Баптиста (1999), Махаджан, Мюллер и Винд (2000a, b) и Мид и Ислам (2001). Мид выделил несколько критериев надлежащей практики использования кривых роста для прогнозирования развития рынка. К ним относились:

– валидность модели: продукт должен быть приемлемым , а не потребляемым (т.е. должна быть очевидная верхняя граница уровня насыщения)

– статистическая достоверность: оценка параметров модели должна подвергаться тестированию на значимость

– очевидная способность к прогнозированию и обоснованность: прогноз должен быть контекстуально правдоподобным, и прогноз должен сопровождаться некоторой степенью неопределенности, в идеале интервалом прогнозирования.

Как мы увидим, (а) все еще относительно легко найти приложения, где достоверность модели сомнительна, (б) применение тестов значимости широко распространено, но не повсеместно, (в) при включении прогнозирования явное обсуждение неопределенности происходит в меньшинстве случаев.

Обзор Баптисты основан на экономической точке зрения; он фокусируется на распространении процессов между фирмами и роли, которую география и межфирменные сети играют в передаче знаний.

Махаджан, Мюллер и Басс предлагают программу исследований для разработки более обоснованной теории распространения в контексте маркетинга и более эффективной практики (эта программа включала несколько тем, которые в настоящее время находятся в стадии разработки). Их повестка дня включала:

– повышение понимания процесса распространения на индивидуальном уровне

– использование разработок в моделях рисков в качестве средства включения переменных комплекса маркетинга

– изучение природы и влияния ограничений на поставки и распределение

– моделирование и прогнозирование выхода продукта на рынок

– эмпирические сравнения с другими моделями продаж перед кастингом.

Из этих пунктов эмпирическим сравнениям уделялось наименьшее внимание. В этом обзоре мы рассмотрим моделирование распространения одной инновации на одном рынке; затем распространение инновации на нескольких (национальных) рынках одновременно; затем распространение последовательных поколений одной и той же инновационной технологии. Длина каждого раздела , очевидно, зависит от объема работы, проделанной по обсуждаемой теме; таким образом, поскольку последние темы являются более новыми и менее исследованными, соответствующие разделы короче. В рамках каждой из этих тем мы рассмотрим вопросы моделирования, включая введение объясняющих переменных, точность оценки и прогнозирования. Наиболее часто встречающиеся диффузионные модели описаны в приложении; мы будем ссылаться на эти модели там, где это необходимо, и сведем дополнительные уравнения в тексте к минимуму.

1. **Распространение одной инновации на одном рынке**

Путь, который проходит совокупное внедрение инновации между внедрением и насыщением, обычно моделируется S-образной кривой. Изучение наборов данных показывает, что этот тип модели в целом подходит. Законный вопрос заключается в следующем: почему кумулятивная диффузия имеет S–образную форму? Две крайние гипотезы, объясняющие эту форму, - это гипотезы, основанные на динамике (в целом однородной) популяции, и гипотезы, основанные на гетерогенности популяции.

Рассматривая сначала динамику населения, Басс (1969) (см. A1.01) предполагает, что на индивидов влияет желание внедрять инновации (коэффициент инноваций p) и потребность подражать другим в популяции (коэффициент имитации q). Вероятность того, что потенциальный усыновитель примет в момент t, определяется ( p +qF(t)), где F(t) - доля усыновителей в момент времени t. Связывая сходство распространения инноваций с распространением эпидемии, имитацию часто называют эффектом заражения. В чистом инновационном сценарии ( p N0, q = 0) диффузия следует модифицированной экспоненциальной (A1.08); в сценарии чистой имитации ( p = 0, q N0) диффузия следует логистической кривой (A1.07). Другие свойства заключаются в том, что ( p +q) управляет масштабом и ( q /p) управляет формой (обратите внимание, что условие ( q /p)N1 необходимо для того, чтобы кривая имела S-образную форму).

Одним из первых, кто использовал аргумент о гетерогенной популяции, был Роджерс (1962). Он предполагает, что население неоднородно по своей склонности к инновациям. Скорее как военная атака, новаторы (2,5% приверженцев) первыми выходят на первое место, за ними следуют ранние приверженцы (13,5%), затем раннее большинство (34%), позднее большинство (34%) и отстающие в хвосте (16%). Эти проценты основаны на нормальном распределении (например, инноваторы имеют 2 стандартных отклонения или более от среднего уровня инновационности). Иными словами, индивиды в у системы есть порог для принятия; у новаторов очень низкий порог. По мере того, как инновация получает все более широкое распространение, социальное давление достигает все больших и больших пороговых значений, поскольку индивидуальные пороговые значения для принятия обычно распределяются, создавая таким образом S-образная кривая диффузииq. Он сообщает, что ранние усыновители лучше образованы, более грамотны, имеют более высокий социальный статус и большую степень восходящей социальной мобильности и богаче, чем более поздние усыновители.

Это последнее свойство относится к доходу; раннее упоминание о гипотезе неоднородности доходов было сделано Дюзенберри (1949). Неоднородность распределения доходов упоминалась несколькими авторами (например, Bonus, 1973) в качестве фактора, определяющего S-образную форму. Существует мнение, что кривая диффузии отражает характер распределения доходов: по мере снижения цены на инновацию все больше потребителей могут себе это позволить. При условии , что распределение доходов имеет колоколообразную форму, а цена монотонно падает, в результате получится S-образная кривая. В критике модели Басса Расселу (1980) не понравились термины новатор и подражатель (отход от мира рациональных агентов, максимизирующих полезность при бюджетных ограничениях); он предпочитал индивидуальную модель, где у человека есть пороговая цена. Когда цена инновации падает до этого порога, инновация может быть запущена. Этот аргумент приводит через логнормальное распределение дохода к S-образной кривой. Рассел ссылается на Бейна (1963), который использовал кумулятивную логнормальную величину для прогнозирования распространения телевизоров. Однако Рассел допускает 522 Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 что в доходных слоях может быть заражение. Либерман и Паруш (1982) приводят экономический аргумент о том, что неоднородность доходов, цены и реклама являются важными движущими силами процесса распространения.

Поскольку распространение инновации представляет собой сложный процесс, включающий большое количество индивидуальных решений, распространение любой инновации будет обусловлено элементами обеих крайних гипотез. Ван ден Булте и Стремерш (2004) провели мета-анализ использования модели Басса применительно к распространению нового продукта. В исследовании приняли участие 746 различных оценок Bass, распределенных по 75 потребительским товарам длительного пользования и 77 странам. Международное сравнение позволило им проверить несколько наборов гипотез, связывающих распространение как с национальной культурой, так и характер продукта. Гипотезы, основанные на заражении , для которых они нашли поддержку, заключаются в том, что коэффициенты ( q /p) являются:

– негативно ассоциируется с индивидуализмом (индивидуализм означает больший иммунитет к социальной заразе) или положительно ассоциируется с коллективизмом;

– положительно ассоциируется с дистанцией власти (показатель иерархической природы культуры). Здесь предполагается, что dclassesT, как правило, внедряет новый продукт в одно и то же время;

– положительно ассоциируется с мужественностью (культуры , где существует четкое различие между гендерными ролями).

Вопреки их ожиданиям, они обнаружили негативную связь с избеганием неопределенности ( показатель того, насколько люди чувствуют угрозу, сталкиваясь с новой возможностью). Обнаружена положительная связь между q/p и коэффициентом Джини неравенства доходов, что подтверждает гипотезу о неоднородности доходов. В случаях, когда соответствующие продукты имели конкурирующие стандарты, например, видеомагнитофоны (Betamax против VHS), ПК (DOS / Windows против Apple), они обнаружили , что эта технологическая проблема доминировала над социальными эффектами или доходами.

Роджерс (1995) связывает другие концепции со своей фреймворковой работой (о гетерогенной инновационности). Распространение инновации не будет продолжаться, если не будет достигнута критическая масса, что может произойти, если существует разрыв в распределении пороговых значений внедрения. В этом контексте он проводит различие между интерактивными и неинтерактивными инновациями. Первый пользователь персонального компьютера может начать писать свои собственные программы, но первый пользователь телефона ничего не может сделать , пока не начнет действовать второй пользователь. Это свидетельствует о наличии критической массы последователей, существующей до того, как распространение действительно произойдет выкл. Усыновление происходит медленно, пока не наберется критическая масса (критическая масса - это стадия, на которой усыновлено достаточное количество индивидов , чтобы дальнейшее усыновление было самоподдерживающимся) , а затем распространение ускоряется и начинает проявляться эффект заражения. Малер и Роджерс (1999) исследовали причины отказа немецких банков от внедрения двенадцати телекоммуникационных инноваций. Причиной, указанной в 41% случаев, была низкая скорость распространения инновации; эта причина получила очень высокий рейтинг независимо от инновационной истории учреждения (независимо от того, было ли оно классифицировано как новатор или отстающий). Они отмечают, что в случае, когда существуют конкурирующие стандарты для инновации, каждому стандарту потребуется критическая масса , прежде чем распространение ускорится. В исследовании распространения технологии визуализации в банках и страховых компаниях США Либерторе и Брем (1997) обнаружили, что логистика лучше всего описывает этот процесс. Они не обнаружили никаких свидетельств инновационного давления (внутреннего влияния). Проведя анализ вопросника, они обнаружили, что раннее внедрение было связано с размером организации, то есть более крупные организации внедрили технологию раньше. Некоторые технологии зависят друг от друга, например, Bayus (1987) изучает взаимосвязь между компакт-диском и его аппаратным обеспечением. Роджерс (1995) проводит различие между аппаратным обеспечением и программным обеспечением: программное обеспечение - это понимание того, чего может достичь технологическое оборудование. Роджерс утверждает , что программное обеспечение распространяется быстрее, чем аппаратное обеспечение. Героски (2000) предлагает использовать пробит-модели для объяснения решений фирм о внедрении технологии; по-видимому, это способ привнести разнородность фирм в процесс принятия.

В исследовании распространения двадцати пяти информационных технологий Тенг, Гровер и Гуттлер (2002) использовал модель Басса для сравнения диффузионного поведения. Они обнаружили очень низкие коэффициенты инноваций (внутреннее влияние), предполагая, что имитация (внешнее влияние) была основной движущей силой для принятия во всех случаях. Технологии были сгруппированы по уровню насыщенности и коэффициенту имитации, и было найдено пять кластеров. Электронная почта и факс находятся в одном кластере с низким качеством и 100% насыщенностью; электронные таблицы и ПК находятся N. Meade, T. Islam / International Journal of Forecasting 22 (2006) 519-545 523 в кластере с высокой добротностью и 100%-ным уровнем насыщенности (интересно, что, в отличие от Роджерса, значения параметров для аппаратного и программного обеспечения почти идентичны); и визуализация находится в кластере с высокой добротностью и более низкий уровень насыщенности. Время, в течение которого внедряется инновационный продукт, может оказывать влияние на скорость его распространения. В настоящее время доказательства несколько противоречивы. Коли, Леман и Паэ (1999) рассматривают время инкубации как фактор распространения инноваций. Время инкубации - это интервал между завершением разработки продукта и началом продаж основного продукта. Например, патенты на застежки-молнии были выданы в 1893 и 1913 годах, но продажи начались только в 1930-х годах. В исследовании тридцати двух продуктов они обнаружили положительную связь между временем инкубации и временем достижения пика продаж и отрицательную связь с коэффициентом инноваций. Они не нашли никаких доказательств того, что время инкубации менялось с течением времени; это привело их к замечанию, что инновационность dinnate не увеличивается. Однако в исследование, специально посвященное этой теме, Ван Ден Булте (2000) исследует изменение скорости распространения инноваций за период 1923-1996 годов. Скорость диффузии может быть измерена как коэффициент наклона поверхности или время, необходимое для перехода с одного уровня проникновения на другой. Он обнаруживает значительное увеличение скорости за этот период; это увеличение объясняется увеличением покупательной способности, демографическими изменениями и типами изучаемых продуктов. Некоторые авторы использовали наблюдаемую неоднородность в качестве основы для качественных прогнозов будущей диффузии узоры. Уорхэм, Леви и Ши (2004) исследуют социально-экономические факторы, лежащие в основе распространения интернета и мобильных телефонов 2G в США. Внедрение мобильных устройств положительно коррелирует с доходом, профессией и проживанием в мегаполисе. Кроме того, африканские Американцы освоили мобильные телефоны значительно быстрее, чем другие этнические группы. Поскольку афроамериканцы и другие этнические группы были недостаточно представлены в использовании Интернета, они предполагают, что вероятным возможным путем подключения к Интернету для этих групп являются мобильные устройства с поддержкой Интернета. На теоретическом уровне некоторые авторы исследовали поведение популяций с учетом конкретных форм гетерогенности. Чаттерджи и Элиашберг (1990) моделируют внедрение на уровне индивида с неоднородным восприятием эффективности инновации. Они показывают, что Басс и другие модели можно рассматривать как частные случаи их подхода к микромоделированию. Беммаор (1994) и Беммаор и Ли (2002) рассмотрим популяцию индивидуумов, где вероятность усыновления каждого индивидуума определяется сдвинутой функцией плотности Гомперца. Неоднородность управляется параметром dshiftT, который распределяется как гамма-случайная величина. Беммаор и Ли показывают , что при определенных условиях наблюдаемая диффузия согласуется с моделью Басса. Они также демонстрируют, что изменение параметров гамма-распределения создает условия, при которых данные более или менее искажены, чем бас. Асимметричная кривая диффузии, такая как неравномерно реагирующая логистика Изингвуда, Махаджана и Мюллер (1981, 1983) может быть воспроизведен в рамках этой структуры. По точности прогнозирования, Bemmaor и Ли отмечает, что точность прогнозирования их более гибкой модели лучше, чем у Bass, для прогнозирования на один шаг вперед , но ухудшается для более длительных горизонтов. Географическое положение потенциальных усыновителей - это еще одна форма неоднородности, которой уделяется определенное внимание. В теоретическом анализе Голденберг, Либай, Соломон, Ян и Стауффер (2000) исследуют диффузию инноваций с помощью теории просачивания, которая описывает неоднородность населения в пространственном контексте и точно определяет микроструктуру населения. Они используют симуляцию для продемонстрируйте, что просачивание dsocialt приводит к кривой степенного закона, а не к экспоненциальному росту. S-образная кривая, полученная с помощью этой модели, имеет очень позднюю точку сгиба, очень близкую к уровню насыщения. В эмпирическом исследовании Баптиста (2000) изучил распространение машин с числовым программным управлением и микропроцессоров в регионах Великобритании. Он обнаружил , что существуют значительные региональные эффекты на скорость распространения.

* 1. **Использование объясняющих переменных в диффузионной модели**

Распространение инноваций редко происходит в стабильной, неизменной среде. В знак признания этого было предпринято много попыток включить переменные окружающей среды в модель диффузии. Ранним примером является Таннер (1974), который использовал ВВП/ на душу населения и стоимость использования автомобиля в качестве дополнительных переменных 524 Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 в linearised logistic (A1.17) для прогнозирования роста владения автомобилями в Великобритании. Как правило, это достигается путем включения расчетных переменных в (а) рыночный потенциал, (б) вероятность принятия или функция риска или (c) и то, и другое, т.е. одновременно в рыночный потенциал и вероятность принятия. Таким образом, в первом случае предполагается, что переменные среды (или маркетингового комплекса) определяют общее количество возможных усыновлений; тогда как во втором случае предполагается, что переменные среды ускоряют или замедляют усыновление. В частности, в случае, когда переменной среды является цена продукта, можно утверждать, что этот подход к моделированию поддерживает аргумент о неоднородности. Падающая цена приводит к продукт в пределах досягаемости большего числа потенциальных потребителей; вопрос в том, следует ли представлять это вероятное увеличение принятия за счет увеличения рыночного потенциала или за счет увеличения вероятности принятия. Мы рассмотрим эти подходы по очереди. Некоторые авторы сделали уровень насыщения (рыночный потенциал) функцией цены, рекламы или какого-либо другого показателя рыночной активности. Ранний пример этого был приведен Махаджаном и Питерсоном (1978), которые использовали данные о начале строительства жилья в США для определения параметров рыночного потенциала стиральных машин. Влияние цены на рыночный потенциал было учился у Махаджана и Питерсона (1978), бас (1980), Басс и Бултез (1982), Калиш (1985) и Хорский (1990). Одно из использованных обоснований (см. Махаджан и Петерсон, 1978) заключается в том, что более низкая цена поставила бы продукт в рамки бюджетных ограничений большего числа покупателей, тем самым увеличив рыночный потенциал. Подходя к включению цены в рыночный потенциал с другой точки зрения, Хорски (1990) утверждает, что эффективная цена резервирования (например, цена, время , затраченное потребителем на получение продукта и т.д.) и ставки заработной платы являются распределяется между отдельными лицами в соответствии с максимальным распределением стоимости. Таким образом, потенциал рынка (количество потребителей, которые купят продукт) зависит от распределения заработной платы и цен. Рыночный потенциал будет увеличиваться со снижением средней цены, с увеличением дохода или с уменьшением дисперсии распределения дохода.

Калиш (1985) охарактеризовал распространение нового продукта в два этапа, а именно: осознание и принятие. Он предположил, что потребители купят продукт , если они знают о нем, и цена с поправкой на риск упадет ниже уровня их бронирования. Таким образом, в конкретный момент времени рыночный потенциал - это количество людей , которые считают приемлемой цену с поправкой на риск, умноженное на процент осведомленных о продукте.

Каршенас и Стоунман (1992) ввели экспериментальные переменные в рыночный потенциал при моделировании распространения цветных телевизоров в Великобритании. Ислам и Мид (1996) исследовали несколько формул уровня насыщения для коммерческих телефонов Великобритании с использованием переменных, связанных с ВВП. Они обнаружили, что этот подход позволил лучше понять, как окружающая среда влияет на распространение, но не привел к повышению точности прогнозирования. Переменные окружающей среды вводятся в вероятность, или степень опасности, принятия различными маршруты. Они включают в себя параметризацию либо коэффициентов инновации или имитации (или их эквивалентов в моделях без Басса), либо путем введения дополнительного мультипликативного члена. Робинсон и Лакхани (1975) были первыми , кто включил влияние цены в модель Баса. Они переформулировали функцию опасности басов таким образом:



где P(t) - индекс цен (при P(0)= 1). Они используют эту формулировку в качестве инструмента для изучения стратегий ценообразования. Показано, что предельное ценообразование, которое начинается с высокой цены , снижающейся с распространением, является плохой стратегией по сравнению либо с оптимальной постоянной ценой, либо с оптимальной стратегией (где цена начинается с низкой, поднимается до пика, а затем падает). Варианты (2.1.1) были использованы Доланом и Джуландом (1981) и Калишем (1983). Хорски и Саймон (1983) исследуют влияние рекламы на вероятность принятия; они модифицируют функцию риска таким образом:



где A(t) - расходы на рекламу в момент времени t, коэффициенты b0, b1 и b2 интерпретируются как измеряющие эффекты публичности, сарафанного радио и рекламы соответственно. Было показано, что модель дает правдоподобные оценки распространения телефонной банковской услуги. Томпсон и Тенг (1984) предложили модель , включающую элементы (2.1.1) и (2.1.2). Общий подход Томсона и Тенга, Саймона и Себастьян (1987) обнаружил, что увязка коэффициента имитации с рекламой является наиболее эффективным способом Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 525 об использовании этой информации для моделирования распространения телефонов в Западной Германии. Их формулировка такова:

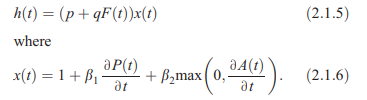


где a(A(t)) - функция текущих и прошлых расходов на рекламу, отражающая рекламный эффект.

Камакура и Баласубраманьян (1988) (КБ) предложили общую модель, которая учитывала влияние цен на вероятность принятия и рыночный потенциал. Модель является обобщением (A1.01)



где H(t) - доля домохозяйств, имеющих право на получение нововведения (например, электрифицированные жилые дома). Эта модель объединяет более простые модели, позволяя эмпирически проверить природу ценового эффекта для конкретных наборов данных. Они обнаружили, что цена влияет на вероятность принятия (a b0, b = 0) относительно дорогостоящих товаров (холодильников, а не блендеров). Преследуя ту же тему, что и КБ, и используя тот же подход, что и Джайн и Рао (1990), Паркер (1992) включил термин ценовой эластичности в различные модели. Для одиннадцати из двенадцати потребительских товаров длительного пользования, он обнаружил свидетельства изменяющейся во времени ценовой эластичности. В ответ на эти инициативы по моделированию Басс, Кришнан и Джайн (1994) разработали обобщенную модель Басса (GBM), которая позволяет учитывать переменные комплекса маркетинга при моделировании распространения нового продукта. Они достигают этого, вводя коэффициент текущих маркетинговых усилий, x (t), в функцию риска модели Bass.



Привлекательность этого обобщения заключается в том, что если маркетинговые усилия более или менее постоянны, то модель упрощается до модели Басса. Они демонстрируют , что GBM прогнозирует лучше, чем модель Bass, для трех потребительских товаров длительного пользования на различных горизонтах (что существенно подтверждает, что будущее поведение маркетинговых переменных известно). Кроме того, они эмпирически демонстрируют, что их формулировка превосходит превращение одного или нескольких параметров p, q или m в функцию маркетинговых переменных.

Используя GBM проактивным образом в духе Робинсона и Лакхани, Кришнан, Басс и Джайн (1999) разрабатывают оптимальные стратегии ценообразования для внедрения продукта. Используя целевую функцию совокупного чистого дохода за горизонт планирования, они пришли к выводу, что оптимальной политикой является повышение цены до определенного периода времени, а затем монотонное снижение цены. Оптимальное время пиковой цены наступает задолго до пика продаж. Ранее Калиш и Лилиен (1983) изучают оптимальную государственную ценовую субсидию для ускорения распространения полезных технологий (например, альтернативные энергетические системы). В большинстве случаев они считают, что субсидия должна уменьшаться по мере ускорения распространения. В исследовании, сравнивающем модели без объясняющих переменных и с ними, Путсис (1998) также сравнил различные методы оценки по нескольким моделям. Центральной темой является изменяющийся во времени характер параметров диффузионной модели. Эти параметры могут варьироваться в зависимости от таких факторов, как изменения в структуре маркетинга, изменения в продукте или в ожиданиях потребителей. Этот подход позволяет оценить текущую, а не среднюю реакцию на маркетинговую переменную. В исследовании, использующем данные для электротехнических изделий, аналогичных KB, а также электронных продуктов, таких как видеокассетные магнитофоны (VCR) и проигрыватели компакт-дисков, Боттомли и Филдес (1998) использовал структуру моделирования KB для изучения влияния информации о ценах на точность прогнозирования. Они нашли только один случай, видеомагнитофоны, где требовалась полная модель, показанная в (2.1.1) (p, q, a, b p 0). В целом, они обнаружили мало свидетельств повышения точности прогнозирования из-за включения фактической ценовой информации (не говоря уже о прогнозируемой ценовой информации).

* 1. **Проблемы оценки в моделях одиночной диффузии**

Из-за природы диффузионных моделей оценка параметров, как правило, является нелинейной задачей. Оценка логистики и некоторых ее вариантов была достигнута с помощью линейных преобразований , за которыми следуют обычные наименьшие квадраты (например, см. (А1.09)). Краткое изложение этих моделей приведено Молодой (1993). Ли и Лу (1987) далее применяют коробку– Преобразования Кокса к линейно преобразованным данным для прогнозирования распространения электронных систем коммутации в телекоммуникациях. Мид и Ислам (1995a) использовали нелинейные наименьшие квадраты, чтобы соответствовать ряду модели распространения на телекоммуникационные данные. Другим подходом является адаптивная оценка; этот подход признает возможность того, что параметры диффузионной модели могут изменяться с течением времени. Мид (1985) применили расширенный фильтр Калмана для оценки логистических моделей и моделей Гомперца для прогнозирования. Наиболее четко задокументированная история о преимуществах различных процедур подгонки связана с моделью Bass. Эта история описана ниже. Хотя здесь обсуждается басовая модель, извлеченные уроки , скорее всего, применимы к моделям диффузии без басов.

**2.2.1. Оценка модели Басса**

Привлекательность модели Басса (1969), когда она была введена, заключалась в том, что коэффициенты инновации, p, и имитации, q, и рыночный потенциал, m, могли быть оценены обычным методом наименьших квадратов (OLS). Это использовало свойство дискретной модели, заключающееся в том, что биномиальное ожидание новых пользователей в момент времени t было



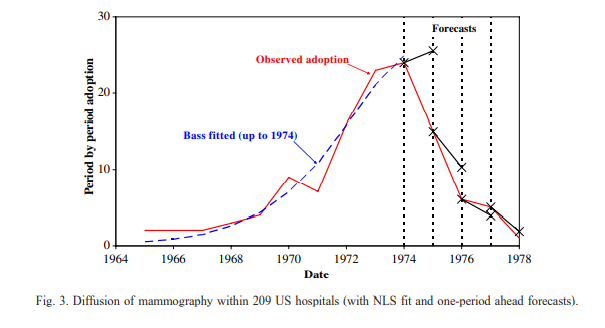
учитывая, что усыновление Yt-1 произошло к t 1. Это дискретная версия (A1.01). Эмпирический опыт показывает, что подход OLS подвержен ошибочным признакам, подразумевающим отрицательные вероятности, и нестабильным оценкам. Шмиттляйн и Махаджан (1982) предложен подход к оценке максимального правдоподобия (MLE) с использованием непрерывной модели. Функция правдоподобия равна

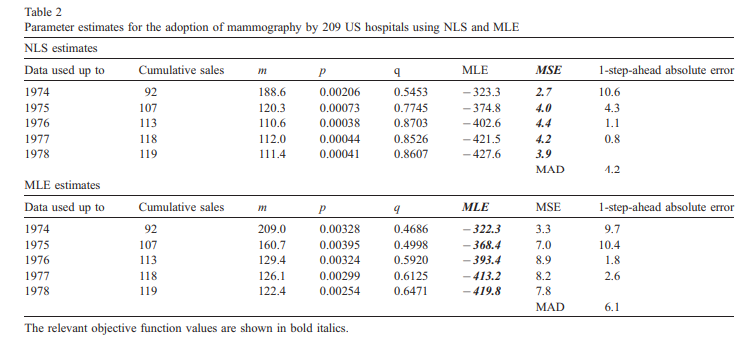


где G(t) определено в (A1.03). Это предполагает, что усыновления являются испытаниями Бернулли, причем вероятность усыновления меняется между периодами времени. Было продемонстрировано, что преимущества этого подхода заключаются в повышении точности прогнозирования и более стабильных оценках параметров. Шринивасан и Мейсон (1986) (SM) утверждал, что MLE имеет тенденцию недооценивать стандартные ошибки параметров, и предложил нелинейный подход наименьших квадратов (NLS). Они предполагают минимизацию квадратов остатков, где



и F(t) определяется в (A1.02). Они обнаружили, что эффективность подгонки и прогнозирования NLS была очень похожа на MLE, но оба метода превосходили OLS. Их данные впоследствии используются несколькими другими авторами. Один из использованных наборов данных описывает внедрение маммографии группой из 209 больниц. Этот набор данных используется здесь для демонстрации и сопоставления этих двух целевых функций. Данные приведены на рис. 3. О принятии говорят в 1974 году, и прогнозы подготовлены на 1 год вперед для следующего 4 года. Соответствующие оценки параметров и целевые функции показаны для оценки MLE и NLS в таблице 2. Обратите внимание, что для обеих процедур оценки рыночного потенциала уменьшаются с каждым новым наблюдением; оценка p, коэффициента инноваций, имеет тенденцию к уменьшению, а оценка q, коэффициента имитации, имеет тенденцию к увеличению с каждым наблюдением. MLE предпочитает более высокие оценки рыночного потенциала и коэффициента инноваций и более низкую оценку коэффициента имитации , чем NLS. Среднее абсолютное отклонение (MAD) прогнозов на один шаг вперед (показано на рис. 3) ниже для NLS. Однако, начиная с 1976 года, оценка рыночного потенциала NLS меньше, чем наблюдаемое совокупное количество усыновлений. Напротив, оценки MLE являются правдоподобными на протяжении всего этого периода.





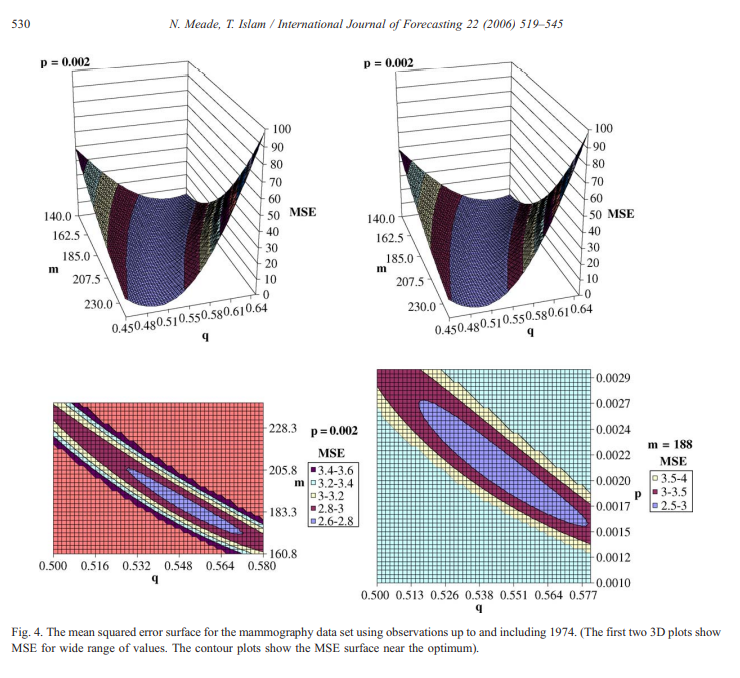
В другом, но родственном контексте, при сравнении моделей прогнозирования пробных продаж новых продуктов с использованием наборов потребительских данных Харди, Фейдер и Вишневски (Hardie, Fader and Wisniewski, 1998) обнаружили , что максимальное правдоподобие заметно лучше, чем NLS , применяемый к продажам по периодам. Однако в более коротких сериях они обнаружили, что NLS применяется к совокупным продажам, сопоставимым с MLE. Существуют особые проблемы с использованием каждой из этих целевых функций. Использование MLE предполагает правильную идентификацию лежащей в основе случайной величины; Шмиттляйн и Махаджан предполагают, что индивидуальное усыновление - это испытание Бернулли. Смещение в оценке NLS модели Басса рассмотрено Ван ден Булте и Лилиен (1997). Смещение включает тенденцию к занижению уровня насыщения и приближению к последнему наблюдаемому уровню проникновения, а также тенденцию к снижению оценок q по мере поступления большего количества данных. В примере с маммографией первое смещение очень очевидно, но второе неочевидно (см. таблицу 2). С помощью моделирования они демонстрируют, что предубеждения существуют, но простого решения не существует: быть подозрительным... горстка зашумленных данных указывает на предсказание конечный размер рынка и временной путь эволюции рынка требуют слишком многого от слишком малого количества данных. Использование NLS неявно предполагает, что ошибки имеют одинаковую дисперсию на протяжении всего временного ряда. Чтобы преодолеть это ограничение, Босвейк и Франсес (2005) заимствуем из финансовой эконометрики, чтобы предложить новый процесс стохастической ошибки для модели Басса. Их подход разработан для учета гетероскедастических ошибок и тенденции возврата данных к долгосрочному тренду. Они использовали данные о диффузии CD от Bewley и Griffiths (2003) для сравнения прогноза точность их подхода с помощью процедуры оценки SM. Они продемонстрировали, что стандартные ошибки параметров SM были слишком низкими, что давало чрезмерную уверенность в точности параметров, и что прогнозы, основанные на их формулировке, были более точными для 9 из 12 наборов данных.

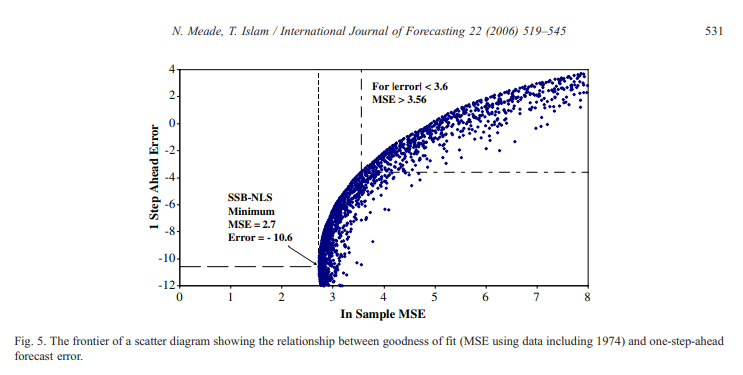
SM обнаружил местоположение минимальной среднеквадратичной ошибки с помощью процедуры поиска на основе градиента ; использование этого типа процедуры поиска подразумевает, что целевая функция плавно изменяется в зависимости от оцененных параметров. Венкатесан и Кумар (2002) использует генетический алгоритм в качестве инструмента для нахождения минимальной суммы квадратов (GA-NLS) вместо алгоритма последовательного поиска (SSB-NLS, используемого SM) для прогнозирования распространения мобильных телефонов в семи европейских странах. Генетические алгоритмы разработаны таким образом, чтобы не попадать в ловушку локальных минимумов при решении проблемы засухи поверхность, в то время как метод, основанный на градиенте, может ошибочно идентифицировать локальный оптимум как глобальный оптимум. И наоборот, если поверхность гладкая, то алгоритм, основанный на градиенте , более эффективно определит глобальный оптимум. Венкатесан и Кумар обнаружили, что GA-NLS приводит к большей точности прогнозирования, чем это было доступно при использовании других реализаций NLS с моделью Басса. Венкатесан, Кришнан и Кумар (2004) обнаружили, что GA-NLS приводит к более точным прогнозам наборов данных SM и устраняет предубеждения, обсуждаемые Ван ден Булте и Лилиен. Венкатесан, Кришнан и Кумар цитируют значение MAD 0,9 для прогнозов на один шаг вперед для набора данных маммографии по сравнению с 4,2, полученными SSB-NLS. К сожалению, авторы не приводят соответствующую среднеквадратичную ошибку в выборке или оценки параметров. Для GA-NLS решение должно быть меньше, чем решение SSB-NLS, поверхность целевой функции должна иметь локальные минимумы. Чтобы исследовать поверхность, был проведен детальный поиск по сетке с небольшими приращениями в диапазоне вероятных значений параметров (0,00005 bp b0.1; 0,01bq b0.99; 50bm b210). Участки поверхности показаны вокруг оптимального значения SSB-NLS для 1974 года на рис. 4, и видно, что поверхность гладкая. Не было обнаружено никаких доказательств неоптимальности решения SSB-NLS. Для достижения указанного значения MAD вне выборки величина ошибки на один шаг вперед для 1975 года должна находиться в диапазоне от 0 до 3,6 (поскольку суммируются четыре ошибки). Используя результаты поиска по сетке, была исследована взаимосвязь между среднеквадратичной ошибкой в выборке и ошибкой прогноза на один шаг вперед. Эта взаимосвязь кратко представлена на графике на рис. 5. Минимальный MSE SSB-NLS, равный 2,7, дает ошибку 10,6; однако для достижения величина ошибки менее 3,6, GA-NLS MSE должно быть больше 3,56. Это наводит на мысль, что в данном случае решение GA-NLS было неоптимальным.

Существует четкий консенсус в отношении того, что использование OLS для оценки модели Bass неоптимально, но выбор между NLS и MLE менее ясен. Баланс недавних работ благоприятствовал NLS, но еще слишком рано игнорировать MLE. Инновационные предположения о стохастическом поведении усыновлений могут быть более легко исследованы MLE. Использование эвристических методов поиска, требующих больших вычислительных затрат, таких как генетические алгоритмы для оценки NLS (или MLE), заслуживает дальнейшего исследования. Другие авторы предполагают, что оценка параметров p, q и m как фиксированных значений для заданных данных набор вводит в заблуждение, поскольку значения параметров меняются с течением времени. Се, Сонг, Сирбу и Ван (1997) применили расширенный фильтр Калмана для оценки и прогнозирования принятия f(t) по периодам. Они демонстрируют свой метод на модели Bass, примененной к наборам данных SM, показывая, что в большинстве случаев он обеспечивает большую точность. (Маммография - один из таких случаев; Се и др. укажите значение, равное 3,1, что меньше значений, приведенных в таблице 2.) Они демонстрируют, как их структура может включать две или более возможных моделей с весовыми коэффициентами, которые развиваются в свете опыта. Госвами и Кармешу (2004) используют имитацию отжига, чтобы соответствовать версии модели Басса со случайными коэффициентами .

**2.2.2. Использование диффузионных моделей с небольшим количеством данных или вообще без них**

Во многих практических ситуациях желательно прогнозировать продажи нового продукта до того, как будет получено достаточно данных для оценки модели. Возможным средством увеличения объема имеющихся данных является использование данных с более высокой частотой. Путсис (1996) обнаружил, что использование скорректированных с учетом сезонных колебаний квартальных данных приводит к большей точности прогнозирования, чем использование годовых данных, но не обнаружил дополнительных преимуществ при использовании ежемесячных данных. В этой ситуации нехватки данных возможным подходом является прогнозирование по аналогии . Байесовский подход к Ленк и Рао (1990) является одним из возможных подходов в этот контекст. Эти авторы разрабатывают иерархическую Байесовская процедура использования информации о предшествующих инновациях для прогнозирования распространения на ранней стадии. Данные используются в разрезе, но сроки основаны на общем периоде введения, а не на календарном времени. Преимущество этого подхода по сравнению с подходом, основанным на одной серии , заключается в том, что при оценке параметров для интересующей серии учитывается опыт других инновационных диффузий . Они обнаружили, что их подход обеспечивает прогнозы с точностью, немного превосходящей прогнозы, основанные на MLE .





Метаанализ Султана, Фарли и Леманна (1990) является полезным вкладом в прогнозирование с небольшим количеством данных. Они обнаружили, что коэффициент инноваций довольно стабилен во всех 213 рассмотренных ими приложениях со средним значением 0,03. Они обнаружили , что коэффициент имитации гораздо более вариабелен относительно своего среднего значения 0,38, и утверждают, что этот вывод демонстрирует чувствительность коэффициента к маркетинговым переменным, что согласуется с выводами КБ. Ли, Боутрайт и Камакура (2003) описывают применение иерархической процедуры Байеса для прогнозирование продаж записанной музыки, предварительный запуск. Их модель такова



где k(t) - функция риска, параметризованная как функция соответствующих экзогенных переменных, описывающих исполнителя, альбом и рекламную деятельность. Они показывают , что включение этих переменных сокращает предстартовые карты с 69% до 52%, и что по мере поступления данных о продажах MAPLE падает примерно до 30%.

Басс, Гордон, Фергюсон и Гитенс (2001) подготовил предварительный прогноз количества подписок на спутниковое телевидение на 5-летний период. Использовалась модель Басса со значениями параметров, выбранными по рис. 4. Среднеквадратичная погрешность поверхности для набора данных маммографии с использованием наблюдений до 1974 года включительно. (Первые два 3D-графика показывают MSE для широкого диапазона значений. Контурные графики показывают поверхность MSE, близкую к оптимальной). 530 Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 сочетание аналогии и сбора данных о намерениях из потенциальные потребители. Они описывают точность своих прогнозов как довольно хорошую.

* 1. **Моделирование ограниченной диффузии**

Во многих исторических примерах, используемых в качестве наборов данных для распространения, таких как телефоны в Великобритании, В США и других странах существовали ограничения на поставки. В случае стационарных телефонов причины связаны с медленным послевоенным восстановлением и поведением государственных монополий. В случае сотовых телефонов ограничениями на поставку могут быть низкая пропускная способность установленных базовых станций и недоступность услуг в некоторых частях страны. Например, сотовые телефоны в США начали работать в Чикаго в 1983 году, в Лос-Анджелесе в 1984 году и в тридцать других столичных районов на следующем этапе (см. Хаусман, 2002). Последовательная доступность интерактивной технологии может использоваться (и используется) в качестве бизнес -стратегии, поскольку она позволяет создать критическую массу в определенной области до запуска сервиса в других частях страны. Ограничения предложения продолжают влиять на удовлетворение спроса на такие желанные инновации, как iPod MP3-плеер. Джайн, Махаджан и Мюллер (1991) предложите адаптацию к модели Bass, где введена третья категория ожидания Заявитель. Эта модель соответствует данным, описывающим распространение фиксированной телефонной связи в Израиле. Ислам и Фибиг (2001) расширил этот подход, проведя многонациональное исследование для оценки уровней насыщения фиксированной телефонной связью в 46 странах с ограниченным предложением. Они использовали объединенные оценки поперечного сечения для прогнозирования спроса с ограниченным предложением там, где данных мало или их вообще нет. Хо, Савин и Тервиш (2002) рассматривает управление спросом на новые продукты в условиях ограничений предложения. Например, с этой проблемой сталкиваются производители о новых продуктах, таких как игровые станции, появления которых с нетерпением ждут энтузиасты. Они должны решить, какой объем продукта производить , прежде чем запускать продукт. Оптимальные сроки запуска уравновешивают затраты на складские запасы и возможную потерю клиентов из-за нетерпения. Основная трудность в реализации заключается в том, что оптимальное время и оптимальная пропускная способность зависят от коэффициента имитации q, оценка которого наиболее проблематична. В этом случае оценивать придется по аналогии. Кумар и Сваминатан (2003) решает почти ту же проблему одновременно. Авторы расходятся в своих выводах. Проблема, которую они решают, заключается в следующем: если спрос превышает предложение, должен ли монополист снизить спрос, наращивая запасы для удовлетворения последующего спроса, или он должен придерживаться близорукого взгляда и удовлетворять спрос как можно скорее? Хо и др. предполагают, что никогда не бывает оптимальным откладывать удовлетворение спроса, в то время как Кумар и Сваминатан показывает, что при определенной структуре затрат стратегия наращивания запасов может быть оптимальной.

* 1. **Моделирование распространения и замещения**

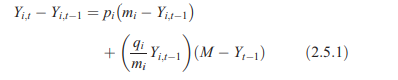
В некоторых ситуациях при моделировании и/или прогнозировании продаж нового продукта невозможно провести различие между покупками продукта в первый раз (внедрение) и покупками на замену. Когда продукт становится зрелым, внедрение составляет небольшую долю от общего объема продаж, и крайне важно моделировать общие продажи, а не внедрение. Олсон и Чой (1985) предложили разложить продажи, St, на усыновления, yt и продажи замены, Rt. Для внедрения использовалась модель Bass, и Rt зависит от функции плотности, k(t), срока службы продукта (the Рэлея в случае Олсона и Чоя) и прошлых продаж, как показано здесь:



Камакура и Баласубраманьян (1987) (KB2) использовали усеченную нормаль для k(t). Стеффенс (2001) сделал подход (KB2) динамичным, включив изменяющееся во времени распределение совокупного замещения. Время до замены моделируется как функция цены. По сравнению со статической моделью KB2 он обнаружил , что динамическая модель существенно более точна, чем статическая модель на горизонте от 1 до 5 лет. Ислам и Мид (2000) сравнил семь различных функций плотности для k(t) и непараметрическую версию. Они обнаружили, что из 42 наборов данных было много случаи, когда их оценка максимального правдоподобия не сходилась бы для комбинаций данных и функции плотности. В целом, их непараметрический подход доминировал над параметрическими моделями с точки зрения точности прогнозирования. Некоторые авторы использовали данные перекрестного опроса , чтобы получить более глубокое представление о решении о замене. Фернандес (2000) показывает, что время до замены кондиционеров может быть смоделировано с точки зрения демографических, экологических и стоимостных параметров. Гревал, Мехта и Кардес (2004) используют переменные отношения (полученные из факторного анализа) наряду переменные, описывающие продукт и связанные с ним затраты. К сожалению, трудно понять, как эти исследования могут быть использованы в подходах прогнозирования временных рядов , описанных выше. Их ценность, вероятно , заключается в среде, богатой данными, где владельца, который , по прогнозам, вскоре заменится, можно убедить заменить раньше. Связанная с этим проблема заключается в моделировании распространения продукта при многократных покупках, например, в одном домохозяйстве может быть несколько телевизоров. Эта проблема рассматривается Байусом, Хонгом и Лейбом (1989) и Стеффенс (2003).

* 1. **Моделирование распространения множества подкатегорий**

Инновационный продукт может быть доступен в отдельных подкатегориях. Многие товары, такие как мобильные телефоны, являются брендированными; таким образом, в данном примере подкатегории являются конкурирующими брендами. Другим примером подкатегоризации является ситуация, когда существуют два или более конкурирующих стандарта, как в случае с видеомагнитофонами (см. раздел 2.2). Еще одна категория , которая была изучена, - это продукты, приобретенные легально или незаконно. Махаджан, Шарма и Баззелл (1993) моделируют эффект нового участника расширяющегося рынка. Их подход представляет собой развитие модели Bass, представленной в (2.2.1)



где Yi,t представляет совокупный объем продаж подкатегории i, mi - рыночный потенциал подкатегории i, Yt ¼ P я Йи; т и М ¼ П и ми. Они применяют эту модель к камерам конкурирующих марок, предлагающим мгновенные фотографии. Кришнан, Басс и Кумар (2000) раскритиковали эту модель (2.5.1), потому что на продажи бренда i влияли только совокупные покупатели бренди и никакие другие (из-за термина qi mi Yi;t 1). Они предложили альтернативный подход, основанный на функциях опасности, где функция опасности для брэнди является:



Обратите внимание, что процесс имитации управляется пользователями всех брендов, а не только бренда i. Привлекательность этой формулировки заключается в том, что модели подкатегорий суммируются в общую модель для всей категории. Модель была адаптирована для трех разных рынков мобильных телефонов, демонстрируя, что третий бренд, появившийся с опозданием, может увеличить скорость распространения, увеличить рыночный потенциал или сделать и то, и другое одновременно. 532 Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 Гивон, Махаджан и Мюллер (1995) использовали модель , аналогичную (2.5.2), для распространения программного обеспечения, где продажи легальных копий известны, но самых дешевых пиратских программ - нет. Учитывая оценку потенциала рынка программного обеспечения, предоставленную основанной на распространении моделью количества существующих персональных компьютеров, используя данные по продажам электронных таблиц и текстовых процессоров в Великобритании, они демонстрируют взаимодействие между этими двумя подкатегориями. Они обнаружили, что пользователи пиратского программного обеспечения оказывали доминирующее влияние на имитационный компонент распространения; по оценкам, число пиратских пользователей в шесть раз превышает число легальных пользователей. Гивон, Махаджан и Мюллер (1997) расширили свои поработали с брендами одних и тех же программных продуктов и обнаружили, что показатели пиратства значительно различаются между брендами. Ким, Чанг и Шокер (2000) моделируют конкуренцию между продуктами, выполняющими одну и ту же функцию, а не между разными марками одного и того же продукта; их работа более подробно обсуждается в разделе 4. Ряд других формулировок для взаимодействия между диффузиями смежных подкатегорий продуктов, таких как модели "жертва-хищник", обсуждается в Shocker, Bayus и Kim (2004).

**2.6. Выбор модели и прогнозирование**

**2.6.1. Исследования сравнительной точности прогнозирования**

Армстронг, Броди и Макинтайр (1987) жалуются на то, что мало что известно о сравнительной эффективности моделей прогнозирования продаж в данной ситуации. В ситуации прогнозирования распространения инновации можно было бы ожидать , что модель распространения будет более точной, чем модель временных рядов , такая как модель Холта–Уинтерса с линейным трендом. Готтарди и Скарсо (1994) сравнили точность прогнозирования моделей ARIMA с выбором моделей диффузии и обнаружили, что несимметричная логистика реагирования Easingwood et al. (1981) (A1.12) был наиболее точным (наименьшее среднее абсолютное процентная погрешность). Однако, поскольку многие наборы данных были неподходящими, поскольку они описывали потребление или производство, а не распространение, это эмпирическое сравнение не имеет большой ценности. Янг (1993) использовал девять вариантов кривых роста для прогнозирования сорока шести наборов данных. Точность прогноза сравнивалась по последним трем точкам данных; Модель Харви (A1.16) была самой точной моделью тринадцать раз, модель Басса (реализованная в (2.2.1)) была самой точной моделью двенадцать раз. Мид и Ислам (1995a) использовали четырнадцать вариантов моделей кривой роста для прогнозирования принятия телефоны в пятнадцати разных странах. Для ядра из девяти серий и девяти моделей кривой роста, относительно свободных от проблем с оценкой, они использовали Тест Фридмана для сравнения точности прогнозирования. Наиболее точная группа моделей содержала локальную логистику (A1.13), Gompertz (A1.07), logistic (A1.09) и расширенная логистика (эквивалентная версии модели Bass в (A1.02)); было обнаружено, что они значительно более точны, чем Bass (как реализовано в (2.2.1)), несимметричная реагирующая логистика (A1.12) и гибкая логистика (A1.11). Харди и др. (1998) (используя данные о недиффузионных потребительских товарах) обнаружили, что соответствие модели практически не связано с эффективностью прогнозирования. Мид и Ислам (1998) классифицировали двадцать девять моделей диффузии на три класса в соответствии со временем пика диффузии по отношению к введению и насыщению. Это было сделано для того, чтобы помочь в выборе модели. Используя критерии соответствия модели и стабильности краткосрочного прогноза в сочетании с принадлежностью к каждому классу, вычисляется априорная вероятность принадлежности набора данных к каждому классу. Эти предшествующие вероятности позволяют рассчитать комбинированный прогноз. В 77% из 47 рассмотренных наборов данных комбинированный прогноз был более точным, чем наиболее подходящая модель; среднее улучшение среднеквадратичной ошибки составило 8%. Бьюли и Гриффитс (2003) моделируют проникновение компакт-диска (CD) в звукозапись в двенадцати странах. Они используют модель Bass и версии flexible logistic (A1.11). Они обнаружили, что при ранжировании относительной точности прогнозов вариант преобразования Бокса–Кокса гибкой логистики существенно превосходит модель Басса. Басс, Джайн и Кришнан (2000) сравнили эффективность прогнозирования на один шаг вперед четырех версий модели Басса (оригинальной, обобщенной и двух версий пропорциональной формулировки опасности модели Басса), используя три набора данных. Они обнаружили, что одна версия модели пропорциональной опасности превосходит другие модели в прогнозах на один шаг вперед. Беммаор и Ли (2002) сравнили эффективность прогнозирования на один-три шага вперед модели Баса и Гомперца с гамма-сдвигом (G-SG) Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 533 модель с использованием двенадцати продуктов и услуг. G-SG модель превосходила модель Bass только для прогнозов на один шаг вперед. Поскольку модель Басса является частным случаем модели G-SG, экономность модели становится более важной при долгосрочном прогнозировании. Таким образом, для однородных наборов данных, вероятно, предпочтительна модель, как показано Мидом и Исламом (1995a) и Бьюли и Гриффитсом (2003). Однако для разнородных наборов данных факты продолжают указывать на отсутствие наилучшей модели распространения прогнозирования, принцип, утверждаемый Мид и ислам (2001). В этом случае использование комбинированные модели, предложенные Мидом и Исламом (1998) - это подход с низким уровнем риска.

**2.6.2. Использование интервалов прогнозирования**

Руководство по неопределенности, связанной с прогнозом, желательно при любых обстоятельствах. Чатфилд (1993) приводит аргументы в пользу интервалов прогнозирования и приводит причины, по которым они могут быть слишком узкими, например, принимая оценки параметров за известные значения, предполагая нормальность ошибок и предполагая правильную идентификацию модели. В случае диффузионных моделей аргументы в пользу того, чтобы опасаться этих ловушек, особенно убедительны. Несколько авторов предложили способы генерации интервалов прогнозирования. Использование Мидом (1985) расширенного фильтра Калмана создало информационную основу, которая в сочетании с Моделирование методом Монте-Карло позволило обеспечить интервал прогнозирования для произвольного горизонта. Мигон и Гамерман (1993) использовали байесовский подход к прогнозированию диффузии с помощью обобщенной модели экспоненциального роста. Этот подход позволяет вычислять интервалы прогнозирования, а класс их моделей включает логистические кривые и кривые Гомперца. Мид и ислам (1995b) сравнивают три метода вычисления интервалов предсказания. Каждый метод учитывает как шум, так и неопределенность оценок параметров. Сравнивались следующие методы: аппроксимация дисперсии ошибок с помощью ряда Тейлора; явное моделирование плотности ошибок; и использование привязки к загрузке. Они сочли подход с явной плотностью наиболее точным. Бьюли и Гриффитс (2003) используют привязку загрузки для создания интервалов прогнозирования для своих прогнозов проникновения компакт-дисков. Гутьеррес, Нафиди и Гутьеррес Санчес (2005) сформулировали стохастическую версию Гомперца , которая позволяет им предоставлять доверительные интервалы для своих прогнозов вне выборки.

**2.7. Приложения**

Примеры проблем Мида (1984), когда уровень насыщения не имеет границ (или значения), приведены в приложениях Суслика, Харриса и Аллана (1995), которые используют логистику для прогнозирования добычи сырой нефти в США и мирового потребления меди; и Гутьерреса и др. (2005), которые прогнозируют потребление природного газа в Испании. Махаджан и др. (1990) и Лилиен, Рангасвами и ван ден Булте (2000) описывают общее применение диффузионного моделирования в маркетинге. Эти виды применения включают предпусковое прогнозирование (см. Раздел 2.2.2); анализ стратегических решений на основе жизненного цикла продукта; и определение оптимальных сроков выхода на рынок. Махаджан (1994) упоминает важность диффузионного моделирования в различных стратегических приложениях. К ним относятся: оценка бизнеса, когда бизнес зависит от продуктов на различных этапах их жизненного цикла; и связь потенциала со спросом; эти вопросы обсуждаются в разделе 2.3. Махаджан и др. (2000b, таблица 1.1) документируйте восемь опубликованных приложений: два для стратегических решений перед запуском и после запуска и шесть для стратегических решений после запуска. В области изучаемых технологий область телекоммуникации особенно богаты опубликованными приложениями (в названиях девяти ссылок упоминаются телесвязь или телефоны) и неопубликованными докладами практиков на конференциях.

1. **Моделирование распространения по нескольким странам**

Моделирование распространения одной и той же инновации в нескольких странах дает ряд преимуществ. Практическое преимущество прогнозирования заключается в том, что оно помогает преодолеть постоянную трудность использования диффузионных моделей для прогнозирования, их потребность в данных. Если инновация выпускается в разных странах в разное время, желательно иметь возможность использовать данные из более ранних стран, внедряющих ее, для прогнозирования распространения в странах, внедряющих ее позже. Моделирование влияния различных национальных культур на процесс распространения дает представление о влиянии национальных различия в скорости внедрения инновации. Например, это упражнение может пролить свет на то, быстрее ли страны, усыновляющие детей позже, чем те, кто усыновил их раньше.

Отвечая на этот последний вопрос, Такада и Джейн (1991) использовали модель Басса для поперечного анализа распространения товаров длительного пользования в четырех Страны Тихоокеанского региона. Они использовали оценочные коэффициенты для проверки гипотез о влиянии конкретных стран и о влиянии времени опережения на темпы распространения . Они установили значительные различия в коэффициентах подражания между странами с разными культурами, такими как США и Корея. Они также обнаружили доказательства того, что запоздалое внедрение продукта привело к ускоренному распространению. Влияние опережающего запаздывания на международное распространение инноваций было рассмотрено совсем недавно Ганешем и Кумаром (1996), Ганеш, Кумар и Субраманьян (1997), Кумар, Ганеш и Эчамбади (1998) и Кумар и Кришнан (2002). Предпосылка заключается в том, что временной лаг дает дополнительное время потенциальным пользователям на отстающих рынках, чтобы помочь им понять относительные преимущества продукта, лучше оценить потребность в технологии и изучить опыт использования продукта странами-лидерами по внедрению. Калиш, Махаджан и Мюллер (1995) утверждают, что потенциальные усыновители в отстающих странах наблюдают за внедрение и распространение технологии в стране-лидере. Если продукт пользуется успехом в ведущих странах, то риск, связанный с инновацией, снижается, что способствует ускоренному распространению в отстающих странах.

Гатиньон и др. (1989) предложили методологию моделирования и прогнозирования многонационального распространения инноваций на основе модели Басса. Рыночный потенциал оценивается для каждой страны; коэффициенты инноваций и имитации являются функциями национальных особенностей. Например, коэффициент инноваций для страны i равен:



где Zi,k представляет культурную переменную, bp,i,k, (для i = 0, 1, . . .) являются оценочными коэффициентами, а ep,i - член возмущения. Оценка модели была достигнута методом обобщенных наименьших квадратов. Культурные переменные, используемые для описания национальных культурных различий были: космополитизм (связь с зарубежными странами по почте или в поездках); мобильность ( владение автомобилем) и роль женщин в обществе (доля женщин в рабочей силе). Модель была продемонстрирована на шести инновациях, начиная от газонокосилок и заканчивая карманными калькуляторами более чем на четырнадцати Европейские страны. Большое внимание уделяется выбору национальных культурных переменных, призванных отразить склонность нации к инновациям. Талукдар, Судхир и Эйнсли (2002) исследовали влияние широкого спектра переменных макросреды на параметры модели Басса при моделировании распространения шести продуктов в тридцати одной развитой и развивающейся стране. Они обнаружили , что в среднем рыночный потенциал в развивающихся странах составляет треть от потенциала развитых стран; и что, несмотря на запоздалое внедрение, темпы в развивающихся странах процесс усыновления шел медленнее. Они обнаружили, что рыночный потенциал лучше всего объясняется предыдущим опытом в той же стране; напротив, вероятность внедрения лучше объясняется опытом использования продукта в странах, ранее принявших его. Об аналогичных выводах сообщают Дезираджу, Наир и Чинтагунта (2004), который смоделировал распространение фармацевтических препаратов с помощью логистической модели, используя данные из 15 стран. Кроме того, они обнаружили, что расходы на здравоохранение на душу населения положительно связаны с уровнем усыновления, в то время как более высокие цены снижают уровень усыновления.

Инновационность как концепция обсуждается Мидгли и Доулинг (1978), которые предположили, что есть два фактора, лежащих в основе принятия нового продукта / технологии: один - это распределение врожденной инновационности среди населения (вторя Роджерсу).; другой - это общение между членами популяции (заражение). Осознанное поведение при внедрении инновации зависит от взаимодействия между этими факторами. Ли (1990) исследует инновационность наций эмпирически. Проведено межотраслевое исследование 70 стран, в котором инновационность представлена долей населения, владеющего телевизором. Значимыми прогностическими переменными были ВНП на душу населения, доля грамотных, доля ученых и доля ВНП , генерируемого производственным сектором. Линн и Гелб (1996) составили индекс национальной инновационности , основанный на владении рядом недавно представленных продуктов. Они объясняют этот индекс с точки зрения национальных черт, разработанных Хофстеде (1983, 1984): индивидуализм, избегание неопределенности и покупательная способность. Эти переменные сыграли важную роль в объяснении индекс, но не для всех отдельных новых продуктов. Например , Н. Миду, Т. Исламу была необходима только покупательная способность / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 535 объясните, кому принадлежат видеокамеры. Стинкамп, Хофстеде и Ведель (1999) дополнительно исследуют национальную инновационность наряду с переменными, описывающими индивида. Зависимой переменной была оценка потребителя по шкале dExploratory Acquisition of Productsst, разработанной Баумгартнером и Стинкамп (1994). На индивидуальном уровне показатели этноцентризма, отношение к прошлому (ностальгия) и образование были использованы. На национальном уровне они использовали индивидуализм, избегание неопределенности и маскулинность (больший акцент на богатстве и материальных благах в отличие от оценки людей и помощи другим). Они обнаружили, что на индивидуальном уровне как этноцентризм, так и отношение к прошлому негативно связаны с инновационностью. На национальном уровне индивидуализм и маскулинность были положительно связаны с инновационностью, а избегание неопределенности - отрицательно. В упражнении, которое позволяет оценить национальный инновационный потенциал, Фурман, Портер и Стерн (2002) моделируют инновационность различных стран, измеряемую патентными заявками в США с точки зрения переменных, включая доход (ВВП), расходы на исследования и уровни международной торговли. Хелсен, Джедиди и Десарбо (1993) используют подход со скрытыми переменными для одновременной группировки наций по сегментам и оценки коэффициентов Баса с использованием двадцати трех переменных. Их факторами (группами переменных) являются мобильность, здоровье, торговля, быт и космополитизм. Они обнаружили два или три сегмента (группы стран), которые различались в зависимости от какая инновация (цветной телевизор, видеомагнитофон или проигрыватели компакт-дисков) была рассмотрена.

* 1. **Оценка и выбор модели в многонациональных моделях распространения**

Ислам, Фибиг и Мид (2002) сравнили несколько формулировок параметров баса и Модели Гомпертца как функции национальных переменных для распространения трех телекоммуникационных продуктов. Они объединили оценку параметра роста Гомперца и базисных коэффициентов и сделали рыночный потенциал для каждой страны функцией ВВП/ на душу населения как показатель благосостояния и различных затрат , связанных с внедрением продукта. Они обнаружили, что объединенная модель Гомперца дает правдоподобные оценки рыночный потенциал и, как правило, давали более точные прогнозы, чем отдельные национальные модели. Кумар и Кришнан (2002) разрабатывают многонациональную басовую модель , которая включает в себя как одновременные эффекты, так и эффекты с запаздыванием. Их структура позволяет первой стране внедрять технологию , которая влияет на темпы внедрения в последующих странах, и позволяет более поздним странам влиять на показатели внедрения в более ранних странах, а также позволяет одновременному внедрению в разных странах. Талукдар и др. (2002) и Desiraju et al. (2004) использовали иерархическую Байесовская структура для оценки их объединенных моделей поперечного сечения.

* 1. **Приложения**

Грубер и Вербован (2001) использовали логистику в качестве основы для моделирования распространения телекоммуникаций в Европейском союзе. Они интерпретировали внедрение цифровых мобильных телефонов как ослабление ограничений пропускной способности, налагаемых аналоговыми технологиями. Кроме того, они обнаружили, что конкуренция между поставщиками увеличивает скорость распространения. Они обнаружили сильную положительную взаимосвязь между сроками внедрения (выдачей лицензий) и последующими темпами внедрения, однако ожидается, что конвергенция в уровнях проникновения между ранними и поздними странами приведет к происходят относительно медленно. Франк (2004) использует аналогичный подход Грубера и Вербовена для моделирования распространения мобильных телефонов в Финляндии. Эквивалент коэффициента имитации, q, параметризован как функция ВВП на душу населения, фиктивной переменной, определяющей внедрение технологии GSM, и переменной, описывающей долю стационарных телефонов. Однако, в отличие от Грубера и Вербовена, значимым был признан только ВВП на душу населения. Кииски и Похьола (2002) исследуют факторы , влияющие на распространение Интернета по всей стране. Используя количество интернет-хостов на душу населения в качестве переменной распространения с помощью модели, основанной на Гомпертце, они определяют основные детерминанты распространения как ВВП на душу населения и стоимость доступа. Они также обнаружили, что большая доля лиц старше 15 лет, получающих высшее образование , приводит к более быстрому распространению. Калиш и др. (1995) нормативным образом использовали диффузионную модель для изучения того, при каких условиях следует выбирать стратегии водопада (последовательный выход) и разбрызгивания (одновременный выход) при выходе на международные рынки.

1. **Моделирование распространения между несколькими поколениями технологий**

Нортон и Басс (1987) предложили адаптацию модели Басса, которая учитывала разные поколения технологии. Примерами могут служить серии поколений мобильных телефонов и персональных компьютеров. В модели Нортона–Басса каждое поколение технологии привлекает дополнительные сегменты населения потенциальных пользователей; кроме того, последующие поколения могут привлекать потенциальных пользователей предыдущих поколений. Этот подход, основанный на моделировании, эффективно пришел на смену моделям технологического замещения, когда одна технология заменяла свою предшественницу. Фишер и Прай (1971), Блэкман (1972) и Шариф и Кабир (1976) использовали варианты логистической модели для технологического замещения. Примерами замен были дизельное топливо для паровозов и сталь для дерева в корпусах судов. Мид (1989) сравнивает динамику распространения цветного телевидения, продукта розничной торговли, с распространением промышленных товаров, где число лиц, принимающих решения, невелико. Демонстрируется основа для модели стохастического замещения для моделирования свойств различных популяций усыновителей. В более недавнем примере модель Гомпертца использовалась для прогноз замены электронных платежей наличными в десяти европейских странах, сделанный Снеллманом, Весалой и Хамфри (2001). Инновации Нортона и Басса в моделировании заключались в том, что новое (поколение) технологии привлекало больше потенциальных пользователей и что одновременно можно было рассматривать более двух поколений технологий. Нортон и Басс (1992) продемонстрировали свою модель на данных из электронного, фармацевтического, потребительского и промышленного секторов. Спис и Маклахлан (1992) продемонстрировали, что Нортон–бас модель смоделировала и спрогнозировала внедрение последующих поколений галлоновых контейнеров для молока. Махаджан и Мюллер (1996) расширили модель Нортона–Басса, чтобы позволить пользователям ранних поколений пропускать поколения, например, пользователь первого поколения мог заменить ее технологией третьего поколения. Они продемонстрировали свою модель, используя поколения мэйнфреймовых компьютеров IBM. Ислам и Мид (1997) продемонстрировано, что предположение о постоянных коэффициентах инноваций и подражания (p и q) в течение последующих поколений может быть смягчено. В исследовании многонациональное внедрение мобильных телефонов, они продемонстрировали, что коэффициент имитации (q) имеет тенденцию к увеличению от поколения к поколению. Сон и Ан (2003) используют модель Нортона–Басса для демонстрации анализа затрат и выгод от внедрения информационных технологий нового поколения. Случай, когда данные о спросе явно не определяют, какое поколение технологии приобретается , обсуждается Джуном и Парком (1999). Они моделируют потребительскую полезность с течением времени, чтобы распределить спрос на соответствующее поколение, и демонстрируют свою модель данных по требованию для динамических микросхем оперативной памяти. Подход Нортона–Басса расширен Кимом и др. (2000), которые рассматривают случай, когда несколько устройств конкурируют за выполнение одной и той же функции, некоторые из которых являются разными поколениями одного и того же устройства. Примером , который они рассматривают, является мобильная телефония, где конкурирующими устройствами являются пейджер, аналоговый мобильный телефон, цифровой мобильный телефон и устройство для совершения, но не приема вызовов, называемое CT2. Применяя свой подход к рынкам мобильной телефонии Гонконга и Кореи, модель Bass используется для представления количества абонентов на пейджер и CT2; а модель Norton–Bass используется для представления количества абонентов двух поколений мобильных телефонов. Влияние конкуренции между устройствами улавливается путем превращения рыночного потенциала каждого устройства в функцию абонентской базы его конкурентов. Показано, что точность их подхода вне выборки превосходит соответствующую альтернативу Bass или Norton-Bass и значительно превосходит наивные альтернативы двойного экспоненциального сглаживания и линейной регрессии. Альтернативный подход к моделированию по сравнению с Нортон и Бас демонстрируются Верслуисом (2002). Он использует модель, разработанную Маркетти (1977), которая делит жизненный цикл технологии на рост, насыщение и упадок. Эти данные являются результатом распространения поколений чипов динамической памяти с произвольным доступом. Сравнение с другими моделями показывает лучшую посадку, чем у модели Norton–Bass; однако сравнения точности прогнозирования вне выборки не проводится.

* 1. **Use of explanatory variables in multi-generation models**

Спис и Маклахлан (1992) обнаружили, что включение цены в качестве объясняющей переменной в их Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 537 исследование контейнеров для молока повысило точность прогнозирования (при условии, что будущие цены были известны). Падманаб Хан и Басс (1993) исследуют оптимальные стратегии ценообразования для последующих поколений. Они обнаружили, что оптимальная стратегия различается в зависимости от характера производителя (интегрированный монополист или независимый), степени поглощения новым продуктом старого и степени дальновидности производителей. Данахер, Харди и Путсис (2001) исследуют использование цены в качестве ковариата в различных моделях мобильных телефонов разных поколений. Модели, которые они сравнивают по времени внедрения, - это модель басов (без ценового эффекта), обобщенная модель басов и модель пропорциональных рисков, которая включает в себя модель басов базового внедрения. (Это версия Jain 1992 года выпуска для нескольких поколений.) Подход пропорциональных рисков обеспечил превосходное соответствие обобщенной модели Басса, которая не смогла обнаружить ценовой эффект. Они обнаружили доказательства того , что использовалась политика снижения цен, которая соответствовала Параметры басов (согласно Калишу, 1983, различные комбинации значений p и q согласуются с политикой снижения цен). Они обнаружили, что снижение цены на предыдущее поколение увеличило охват этого поколения и привело к большему охвату следующего поколения (из-за большего числа подписчиков). Они также продемонстрировали , что снижение цены на следующее поколение привело к большему потреблению этого поколения, в то же время вызывая пропорционально меньшее снижение потребления предыдущего поколения. Преследуя другую вариацию басовой модели, Джун и Парк (1999) предполагают, что клиенты максимизируют свою полезность при принятии решения о том, когда обновлять (или внедрять) технологии более позднего поколения. Вероятность принятия является функцией полезности потребителя, которая, в свою очередь, зависит от цены продукта. Джун, Ким, Пак, Парк и Уилсон (2002) применяют и развивают этот подход к прогнозированию, во-первых, при переходе от аналогового к цифровому и, во-вторых, при внедрении двух конкурирующих цифровых сервисов. Оба анализа используют Корейские телекоммуникационные данные.

1. **Мультитехнологичные модели**

В разделе 2.2.2 мы обсуждали проблему прогнозирования распространения нового продукта с небольшим количеством данных или вообще без них. В этой ситуации использование оценок параметров для продукта, аналогичного интересующему продукту, является жизнеспособным подходом. Мид и ислам (2003) развивают эту идею, моделируя взаимосвязь между временем и внедрением технологии разными странами. Зависимость между временем принятия страной двух взаимосвязанных инноваций, факса и сотового телефона, моделируется в два этапа. На первом этапе выбор функции плотности на время принятия, используется функция плотности Вейбулла с ее масштабным коэффициентом, адаптированным для учета экономических и технологических условий в разных странах. На втором этапе, описывающем отношения зависимости, используются связки. Откровенный и Показано, что связки Плакетта в сочетании с Вейбуллом, использующие восемь переменных среды, дают ценную информацию о влиянии переменных среды на время принятия. Как только страна внедряет одну технологию, модель зависимости обеспечивает условную плотность времени до внедрения другой технологии.

1. **Выводы и вероятные дальнейшие исследования**

Объем исследований в области моделирования и прогнозирования распространения инноваций впечатляет и подтверждает его сохраняющуюся важность в качестве темы исследования. С точки зрения практического воздействия, основной областью применения является внедрение потребительских товаров длительного пользования, особенно в телекоммуникациях. Tele communications - это приложение, которое позволяет моделировать эффекты всех основных тем , указанных здесь: сочетание маркетинга, многонациональное распространение услуг и моделирование распространения между поколениями. С точки зрения исследовательских вопросов, которые все еще остаются открытыми и те вопросы, которые были решены, баланс сильно в пользу первого. Например, хотя существует некоторое сходство в наиболее подходящем способе включения переменных комплекса маркетинга в модель Bass, существует несколько жизнеспособных альтернативных моделей. Это отсутствие закрытости , вероятно, сохранится просто потому, что процессы , лежащие в основе распространения, гораздо сложнее, чем предполагают модели, и отсутствие данных позволяет только 538 Н. Мид, Т. Ислам / Международный журнал прогнозирования 22 (2006) 519-545 отмена выбора моделей, которые явно являются плохими приближения к реальности. Будущие направления исследований, вероятно, будут в таких областях, как:

Прогнозирование распространения нового продукта с небольшим количеством данных или вообще без них:

для этого предположения есть две основные причины: первая заключается в том, что существует потребность в большей точности — любое уменьшение неопределенности будет ценным — и вторая заключается в растущей доступности данных поперечного сечения и временных рядов , описывающих потребителей. Доступность такого типа данных позволит лучше оценить параметры модели. Наличие этих данных, вероятно, будет способствовать более нормативному моделированию для уточнения стратегий ценообразования и маркетинга, а развитие методов оценки реальных опционов, вероятно, будет способствовать увеличьте ценность этих нормативных усилий. Приоритетом среди практиков является определение рыночного потенциала как можно раньше в процессе распространения, по возможности еще до начала процесса. Выявление факторов, определяющих рыночный потенциал, является плодотворной областью исследований. Возможные подходы включают новый метаанализ, специально ориентированный на эту повестку дня; или анализ существующих метаанализов, таких как Ван ден Булте и Стремерш (2004) или Султан и др. (1990). Разработка шкалы для имитации также является подходящей областью интереса. Эта шкала дополнит литературу по шкале инноваций (например, Steenkamp et al., 1999) и еще больше облегчит прогнозирование самых ранних стадий распространения

Прогнозирование с использованием многонациональных моделей:

эта область моделирования будет продолжать вызывать повышенный интерес. Одним из факторов, способствующих этому, является развитие многонациональных поставщиков телекоммуникационных услуг. Запуск новой услуги в нескольких компаниях с возрастающей вероятностью будет обусловлен стратегическим планом многонациональной компании, а не результатом решений отдельных компаний в разных странах. Опять же, есть возможности для нормативного моделирования для оценки стратегии.

Прогнозирование с использованием моделей нескольких поколений:

работа по нормативному моделированию в этой области уже опубликована. Применение телекоммуникаций, вероятно, приведет к созданию многоуровневых моделей нескольких поколений как для целей прогнозирования, так и для нормативных целей.

Мы можем быть вполне уверены в одном прогнозе: то есть в нашем списке предложений были опущены некоторые важные будущие достижения в области моделирования и прогнозирования распространения, и мы с нетерпением ждем возможности выяснить природу этих упущений.

**Приложение A. Аннотированный список S-образных диффузионных моделей**

Обозначения: Xt - совокупное число пользователей в момент t. Уровень насыщенности обычно обозначается буквой a (за исключением случая модели Bass, где используются обычные обозначения). Дополнительные параметры обозначаются буквами b и c. В некоторых случаях, когда кривая диффузии связана с функцией плотности, используются l и r.

Там, где это возможно, модели представлены в виде уравнений для кумулятивного принятия. Те , которые не вписываются в эту категорию, отображаются как модели нелинейного тренда или нелинейные авторегрессионные модели.

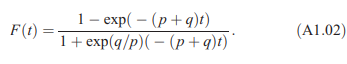
**A.1. Модели для кумулятивного внедрения**

A.1.1. Модель басов

Басс (1969) рассмотрел популяцию из m индивидов, которые являются как новаторами (те, у кого постоянная склонность к покупке, p), так и имитаторами (те, на чью склонность к покупке влияет количество предыдущих покупок, q (Xt 1 /m)). Здесь мы приводим формулировку непрерывного времени, использованную Шмиттлейном и Махаджаном (1982). Функция плотности вероятности для потенциального усыновителя, делающего усыновление в момент t, равна:



Соответствующая функция кумулятивной плотности равна



Альтернативным определением является



где c - вероятность окончательного принятия. Ожидаемое число усыновителей в момент времени t равно cMG(t), где размер соответствующей популяции больше.

В некоторых случаях будет удобно обратиться к функции предупреждения об опасности:

