

АЛГОРИТМ ПРАВИЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ

Современные менеджеры неправильно понимают связь точности прогнозов и финансовых результатов: одни вкладывают огромные средства в улучшение прогнозов без резервов для улучшения, другие имеют потенциал по улучшению точности прогноза, но не придают ему значения. В статье рассказано о том, как должна быть организована прогностическая деятельность, чтобы улучшать финансовый результат.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: прогнозирование продаж, планирование продаж, бюджетирование, анализ продаж, улучшение процессов



Егоров Артем Михайлович — директор Центра статистических технологий (г. Санкт-Петербург)

Прогнозирование — одна из аналитических задач повышенной степени сложности. Сложность в данном случае заключается не только и не столько в математических тонкостях, сколько в многогранности вопроса. Когда мы говорим о прогнозировании продаж и финансовых показателей в бизнесе, то мы, по сути, говорим о прогнозировании человеческого поведения. А что может быть сложнее в этом мире, чем анализ и прогнозирование так называемого человеческого фактора? К сожалению, не все предсказуемо, а поиск магической программы, которая сама все аккуратно учтет и построит правильный прогноз, бесперспективен. Однако прогнозировать все-таки надо, при этом мы можем до некоторой степени преодолеть неопределенность.

Нередко мы видим, как аналитические подразделения компаний разрабатывают новые методологии или закупают недешевые программные продукты в попытках улучшить точность имеющихся прогнозов хотя бы на несколько процентов. Как правило, эти попытки обречены на провал уже на старте, потому что прогнозирование подразумевает гораздо больше, чем построение

математической модели. Математика лишь способна помочь в описании закономерностей и зависимостей, которые скрыты в данных, и то при условии, что эти зависимости существуют.

Еще чаще встречаются случаи, когда прогнозирование сводится лишь к экспертному ожиданию развития ситуации. Однако, как показали многочисленные исследования и публикации на эту тему, не очень хорошо, если в основе прогноза заложен субъективный здравый смысл эксперта. Менее 50% экспертов способны дать достоверный прогноз, потому что прогнозирование выходит за рамки интуиции эксперта. Человеческой природе свойственно придавать больший вес последним событиям и впечатлениям, поэтому эксперт быстро забывает прошлые события и не учитывает их важность при прогнозе. Человек всегда предельно сконцентрирован на настоящем, и в этом смысле абсолютно справедливо утверждение Гегеля: «История нас учит тому, что она никого ничему не учит». Как с этим бороться? Единственный способ — использование методов прикладной статистики.

Таким образом, хорошее прогнозирование — это разумное использование экспертных знаний и математического аппарата. Можно ли сформулировать принципы или шаги прогнозирования, которые объединят в себе два этих подхода? Мы изложим свое видение этого вопроса, которое сформировалось у нас на основе анализа своих и чужих ошибок. Представим их в виде пошаговых рекомендаций.

Шаг 1. Четко сформулируйте, зачем строится прогноз и какова цена вопроса.

Прежде чем приступить к прогнозированию продаж, надо осознать, что прогнозы делаются для того, чтобы снижать издержки и потери компании. В связи с этим нужно четко представлять, как точность прогноза влияет на финансовые результаты деятельности. Устроим небольшой тест. Спросите себя: «Как изменятся финансовые показатели деятельности, если точность прогнозов улучшится на несколько процентов?» Если не можете ответить, то стремиться к улучшению

точности прогнозов не стоит. Например, при замене любого оборудования делается экономическое обоснование этой замены. Почему же не делается обоснование вложений в повышение точности прогнозирования? Между тем отдача от повышения точности прогнозов может быть гораздо выше, чем отдача от замены оборудования. Любое вложение денег в бизнесе должно быть обосновано.

Прогноз продаж является отправной точкой для планирования закупочной деятельности, страховых запасов, работы складской службы, инвестиций в торговые площади, привлечения или увольнения персонала, загрузки производственных мощностей, формирования набора необходимых акций по стимулированию спроса. Что из перечисленного относится к вашему случаю? Одинаковы ли будут последствия, если вы ошибетесь в большую или меньшую сторону? В каком соотношении находятся эти потери?

Мы рассмотрим только две цели прогнозирования продаж.

1. *Планирование закупок.* Прогноз продаж является входной информацией для формирования графика закупок. Зная прогноз продаж и информацию об ошибках более ранних прогнозов, можно обоснованно выйти на объем необходимых закупок.

Например, если прогноз продаж по конкретной позиции составляет 150 шт., а ошибка прогноза за прошлые периоды в среднем (MAPE) составляет 11%, то для поддержания риска возникновения дефицита на уровне 5% отдел закупок должен закупить 190 шт. (из них 40 шт. — необходимый страховой запас). Если бы ошибка прогноза составляла 6%, то страховой запас с 40 шт. уменьшился бы до 23 шт.

Итак, чем меньше ошибка прогноза, тем ниже страховой запас, а следовательно, ниже оборотные средства. Известно, что при грамотном планировании запасов каждый процентный пункт ошибки прогноза увеличивает оборотные средства компании примерно на 2–3%.

2. *Планирование акций и рекламной активности.* Целевой план продаж обычно формируется

менеджментом компании (например, наша компания в следующем году должна увеличить продажи на 15%). Как этого добиться? Может, можно просто ничего дополнительно не делать, т.е. работать так, как работали в прошлом году? Может быть, сбыт будет расти без каких-либо стимулирующих мер и в итоге вырастет на 15–20%? Для расчета нам нужен прогноз на основе анализа ретроспективных данных методами прикладной статистики (например, с помощью метода сезонной декомпозиции). Предположим, полученный таким образом прогноз показал, что продажи по инерции возрастут на 7% без каких-либо дополнительных усилий. Из этого следует, что для достижения целевого роста в 15% нам необходим пакет мероприятий (акций), дающий прирост продаж еще на 8%. Отсюда можно выйти на обоснованный бюджет по акциям, если бы не одна оговорка. Средняя ошибка прогноза (MAPE) 11% говорит нам о том, что, потратив выделенный бюджет на акции, компания может не только не выйти к запланированному приросту, а вообще получить снижение уровня продаж. Что в таких условиях будут делать люди на местах? Чтобы гарантированно выполнить план руководства, они будут формировать бюджет мероприятий, позволяющих выйти на 30%-ный рост, чтобы с учетом возможной ошибки прогноза «выжать» заданный KPI, равный 15%. В итоге мы получим раздутый маркетинговый бюджет. Следовательно, чем меньше ошибка прогноза, тем меньше размер маркетингового бюджета и тем более эффективно мы его используем.

Итак, ошибка прогноза ведет к дополнительным издержкам. Можно уверенно говорить о том, что при ошибке прогноза в 10% оборотные средства, расходуемые на страховые запасы, составят дополнительные 20–30%. Это, в свою очередь, снижает рентабельность всего бизнеса. Возникает вопрос: не лучше ли сократить размер страховых запасов? Однако тогда резко возрастет риск дефицита товара на складе (выше мы считали допустимым 5%-ный уровень дефицита), что влечет за собой упущенные продажи и снижение прибыли от продаж.

Таким образом, ошибка прогноза выливается либо в рост оборотных средств, либо в регулярные дефициты товара, а следовательно, в краткосрочной перспективе это ведет к снижению выручки от продаж, а в долгосрочной — к потере доли рынка.

Результатом данного шага должно быть четкое представление о финансовых последствиях отклонения прогноза от факта.

Шаг 2. Определитесь с горизонтом прогноза.

Горизонт прогноза — это период времени, на который требуется построить прогноз. Я думаю, не секрет, что точность прогнозов убывает по нелинейной зависимости при увеличении горизонта прогноза: чем дальше горизонт, тем ниже точность.

Очень часто горизонт прогноза абсолютно не обоснован. Например, при прогнозе на один месяц вы могли бы прогнозировать с ошибкой, равной 4%, а при прогнозе на четыре месяца с месячной разбивкой — уже с ошибкой, равной 10%. Однако от вас требуют сделать прогнозы именно на четыре месяца, поскольку закупка и поставка продукции от поставщика производится именно с такой периодичностью. Итак, мы имеем ошибку прогноза 10%, поскольку рынок тяжело прогнозируем. А почему бы не перейти от существующего порядка закупок раз в четыре месяца на ежемесячные закупки? Что мешает? Ответ очевиден: существенно возрастут транспортные издержки.

Что если ущерб от ошибки прогноза в 10% на порядок превышает дополнительные транспортные издержки? Почему вы решили, что ошибка прогноза в 4% сэкономит компании меньше денег, чем четырехкратное увеличение транспортных издержек? Пристальное рассмотрение этих вопросов до прогнозирования может полностью перекроить параметры закупочной деятельности и снизить период прогнозирования. Бизнес, который отличается слабой предсказуемостью, должен стремиться выстраивать бизнес-модель так, чтобы горизонт прогноза был минимален. Только в этом случае он получит существенные конкурентные преимущества, поскольку минимизирует

свои потери от затоваривания и дефицита, обеспечит быстроту реакции на изменения спроса, сократит складские площади и минимизирует оборотный капитал. Все это в конечном итоге приведет к росту рентабельности.

Шаг 3. Оцените пределы ваших прогностических возможностей.

Еще до начала прогнозирования попытайтесь оценить ту ошибку прогноза, которую вам не удастся уменьшить ни при каком варианте развития событий. Можно достаточно просто рассчитать минимальную ошибку прогноза.

Любые колебания в продажах происходят под воздействием разных факторов, и добиваться повышения точности прогноза можно путем включения в прогнозную модель дополнительных факторов. Однако всегда существуют факторы, которые непредсказуемы или неизмеримы. Например, некая Ирина сегодня, спускаясь по лестнице, подвернула ногу и поэтому не смогла управлять своим автомобилем. Из-за этого она решила перенести свою поездку за новой стиральной машиной на другой день. Это непредсказуемый фактор для магазина бытовой техники. Еще один пример. Семья Зубовых неожиданно столкнулась с задержкой заработной платы. Этого также никто предвидеть не мог, но этот фактор негативно отразился на продажах нескольких магазинов сразу. Таким образом, все интуитивно понимают наличие этих факторов. Но как их учесть при прогнозировании?

Мы считаем, что такого рода факторы не надо прогнозировать, но надо уметь их измерять. Именно они порождают ту часть ошибки прогноза, которая выходит из-под контроля. В ежедневных продажах прошлых периодов уже отражено влияние этих непредсказуемых и неизмеряемых факторов, их надо просто уметь выделить из данных. Если мы сможем определить эти факторы, то, по сути, измерим силу их влияния и сможем понять, какую часть ошибки прогноза они составят в будущем.

Эти несложные расчеты необходимы для принятия решений. Представьте, вы оценили, что

воздействие таких непредсказуемых факторов выливается в 10%-ную ошибку прогноза. Это означает, что при построении прогнозов вы останетесь довольны ошибкой, равной 11–12%, и даже не будете пытаться вкладывать дополнительные деньги и время в поиск путей улучшения прогнозной модели, потому что их нет.

В противном случае каждый сочтет своим долгом сказать: «Эти прогнозисты опять что-то не то спрогнозировали». И руководство будет требовать от вас улучшения точности прогнозов. Да вы и сами изведетесь, пытаясь улучшить результат и залезая все глубже в дебри авторегрессионных моделей, коэффициентов и графиков.

Нетрудно почувствовать органическую связь первых трех шагов. Они являются фундаментом для того, чтобы прогностическая деятельность была понятна и оправдана с точки зрения бизнеса.

Чем больше минимальная ошибка прогноза и чем выше потери от нее, тем важнее целесообразность снижения периода прогнозирования. Чем ближе минимальная ошибка к реальной ошибке прогноза, тем меньше перспектив окупить дополнительные затраты, брошенные на улучшение прогностической деятельности.

Шаг 4. Формализация экспертных знаний и ощущений.

Эксперт должен знать:

- какие факторы могут влиять на продажи;
- каков механизм их влияния (т.е. почему они влияют);
- в каких случаях они могут не влиять.

У эксперта эти знания носят неформализованный характер. Нам же надо их формализовать, чтобы в будущем учитывать при построении прогнозной модели. Лучше для проведения этой работы использовать следующие инструменты:

- диаграмму Исикавы;
- причинно-следственную диаграмму;
- таблицу факторных влияний.

Каждый из них достаточно прост, но дает возможность не только обобщить экспертный опыт, но и почувствовать степень уверенности эксперта в своих знаниях. Нередко в результате мы видим,

что те, кого все считали экспертами, на самом деле не уверены во многих вещах.

Шаг 5. Сбор данных.

Только теперь необходимо осуществлять сбор данных. Исходя из ваших возможностей поиска нужной информации о факторах можно делать обоснованные оценки того, как поведет себя минимальная ошибка прогноза (см. шаг 3).

Шаг 6. Определение временных задержек во влиянии факторов.

Отдельные факторы переносят свое влияние на прогнозируемый показатель с некоторой временной задержкой (лагом). Так, например, рекламный бюджет на продажах сказывается не сразу после его вложения в рекламное мероприятие. В связи с этим нужно определить, с каким лагом каждый фактор воздействует на прогнозируемый показатель. Сделать это можно либо с помощью функции кросс-корреляции, либо воспользовавшись моделью распределенных лагов Алмона.

Шаг 7. Построение прогнозной модели.

Это самый простой технический шаг, который требует только уверенного владения следующими техниками прогнозирования:

- многофакторным регрессионным анализом;
- авторегрессионным анализом с факторами и без;
- двух- и трехпараметрическим экспоненциальным сглаживанием;
- сезонной декомпозицией.

Привлечение более сложных техник (нейросетевое моделирование, VAR-модели, генетические алгоритмы и т.п.) с учетом ограничений по наличию исходной информации неоправданно.

У каждой техники есть свои сильные и слабые стороны. Понимая их, можно добиться очень высокого качества прогнозной модели. Кроме того, в некоторых случаях необходимо просто проверить несколько сценариев прогнозной модели, чтобы по определенным критериям выбрать самую лучшую.

Шаг 8. Построение прогноза и его ручная корректировка.

Если есть прогнозная модель (результат шага 7), то построить прогноз по ней не сможет только ленивый. Однако дальше обязательно следует выполнить некоторую ручную корректировку прогноза по следующим причинам.

1. Ранее (на шаге 1) мы выяснили, чему равна цена ошибки прогноза. В подавляющем большинстве случаев она неодинаковая при ошибке в большую или в меньшую сторону. Следовательно, полученный прогноз нужно сдвигать на определенную величину, чтобы минимизировать потери от ошибки прогноза. На какую дельту сдвинуть прогноз — очень важный аналитический вопрос, на который должен уметь ответить прогнозист. Алгоритм определения этой дельты основан на правильном использовании свойств нормального распределения ошибок прогноза.

2. Некоторые будущие акции или события, которые, на ваш взгляд, отразятся на прогнозируемом показателе, не проявляли себя в историческом периоде. В связи с этим прогнозная модель не сможет их адекватно учесть, хотя учитывать необходимо. Эта корректировка делается чаще всего экспертно, и она неизбежно повлияет на ошибку прогноза, поскольку внесет свою долю ошибки. Путем несложных вычислений можно оценить, насколько вырастет ошибка прогноза под воздействием ручной корректировки экспертов.

Шаг 9. Анализ ошибки прогноза.

Анализ ошибки прогноза проводится после поступления данных о фактических продажах. Здесь необходимо проанализировать отклонения на уровне «прогноз — факт». Во-первых, анализ ошибки — это единственная возможность дальнейшего улучшения точности прогноза. Грамотный анализ ошибки прогноза может выявить неучтенные факторы. Во-вторых, анализ ошибки прогноза предполагает ее декомпозицию — расщепление на части, вызванное разными причинами. В-третьих, анализ ошибки нужен для того, чтобы отслеживать качество прогнозной системы в целом.

Для проведения анализа необходимы следующие инструменты:

- контрольная карта Шухарта для анализа стабильности ошибки прогноза;
- правила построения доверительных интервалов для ошибки прогноза;
- Т-критерий Стьюдента для выявления систематических сдвигов прогноза относительно факта;
- диаграмма Парето для анализа расхождений «прогноз — факт»;
- правило сложения дисперсий для декомпозиции ошибки.

Обобщим изложенное выше пошаговое прогнозирование в табл. 1.

Далее рассмотрим абстрактный пример. Мы продаем некоторые условные товары ХХХ, и наша деятельность состоит в закупке полуфабрикатов и компонентов, сборке-расфасовке и продаже. Другими словами, мы представляем обычную торговую организацию. В нашем распоряжении

имеется статистика продаж за последние несколько лет (рис. 1).

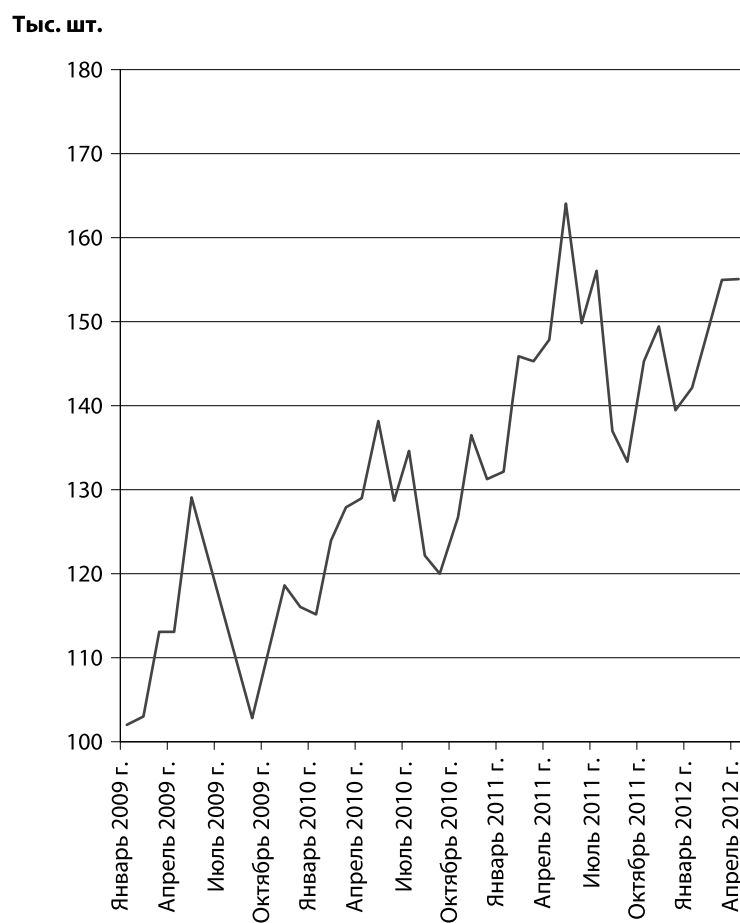
Шаг 1. Цель прогноза и цена ошибки. Мы делаем прогноз исключительно для своевременного осуществления закупки. До сих пор средняя ошибка прогноза (MAPE) составляла 14%, нам хочется снизить ошибку прогноза до 10%.

Оборотные средства компании составляют 80 млн руб. Компания стремится исключить факт дефицита товара на складе, риск возникновения дефицита не должен превышать 1%. Благодаря такой политике в настоящее время потери от дефицита сведены практически к нулю, однако 42% оборотных средств приходится на запасы. После проведения несложных вычислений мы имеем, что:

- каждый процентный пункт ошибки прогноза формирует страховой запас в размере 3% оборотных средств, а следовательно, цена одного процентного пункта ошибки прогноза составляет

Таблица 1. Шаги прогнозирования продаж

Последовательность шагов	Что получаем на выходе
Шаг 1	<ul style="list-style-type: none"> ■ Величина потерь бизнеса от ошибки на +1% ■ Величина потерь бизнеса от ошибки на -1%
Шаг 2	Определение оптимального горизонта прогноза, минимизирующего суммарные издержки компании
Шаг 3	Определение минимальной ошибки прогноза, которую можно будет достичь
Шаг 4	<ul style="list-style-type: none"> ■ Диаграмма Исикавы ■ Причинно-следственная диаграмма ■ Таблица факторных влияний
Шаг 5	Таблица исходных данных для построения прогнозной модели
Шаг 6	Временные задержки (лаги) влияния факторов
Шаг 7	Прогнозная модель
Шаг 8	<ul style="list-style-type: none"> ■ Прогноз с учетом ручной корректировки ■ Оценка доли ошибки прогноза, которая будет вызвана погрешностью ручной корректировки
Шаг 9	<ul style="list-style-type: none"> ■ Сравнение полученной ошибки с ожидаемой ошибкой ■ Анализ причин аномальных ошибок прогноза

Рис. 1. Динамика продаж ХХХ в 2009–2012 гг.

2,4 млн руб., т.е. при улучшении точности прогноза (МАРЕ) до 10% компания получит сокращение оборотных средств на 9,6 млн руб.;

- сокращение страховых запасов также снизит ежемесячные расходы на транспортировку и хранение запасов еще на 1 млн руб.

Таким образом, цена вопроса составляет порядка 10 млн руб.

Шаг 2. Горизонт прогноза. В настоящее время для целей закупок прогнозы делаются на три месяца вперед, поскольку закупка и транспортировка от поставщиков производится раз в три месяца. Транспортные расходы, обеспечивающие трехмесячные продажи, составляют 3 млн руб.

Если прогнозировать не на три месяца вперед, а на месяц, то ошибка прогноза падает с 14% до 8%. Исходя из этого мы получим:

- снижение оборотных средств на 14,4 млн руб.;
- увеличение транспортных расходов на 4 млн руб.;

- уменьшение объемов запасов почти в три раза и, как следствие, сокращение расходов на хранение на 1 млн руб. ежемесячно.

Шаг 3. Минимальная средняя ошибка прогноза. Рассмотрев статистику суточных продаж за последние три месяца, мы рассчитали минимальную ошибку прогноза. Она составила 1,3%. Имея в настоящее время ошибку прогноза в 14%, мы понимаем, что в нашем распоряжении есть большие резервы для улучшения точности прогноза.

Шаг 4. Формализация экспертных знаний. Мы построили диаграмму Исикавы (рис. 2), формализующую потенциальный набор факторов, оказывающих влияние на продажи.

Шаг 5. Сбор данных. На основе диаграммы Исикавы формируем таблицу для сбора данных о суточных продажах (табл. 2). В ней будут указаны значения всех перечисленных в диаграмме Исикавы факторов. Именно эта база данных позволит со временем строить высокоточные прогнозы и достичь целевого показателя, равного 10%.

Шаг 6. Определение задержек во влиянии факторов. Для этого используется график

кросс-корреляции (рис. 3), на основе которого принимается решение о временных лагах влияния факторов. В нашем случае временных задержек не обнаружено. Данный график строится для каждого фактора, указанного в таблице.

Шаг 7. Построение статистической модели. Поскольку в нашем случае таблица для сбора исходных данных была сформирована только в настоящий момент, то эффективное использование этой таблицы будет возможно лишь через несколько месяцев после начала сбора данных. Сейчас для построения прогноза нам доступны лишь месячные значения продаж с января 2009 г., поэтому набор методов достаточно ограничен. По совокупности факторов нами был выбран метод экспоненциального сглаживания.

Шаг 8. Прогнозирование. Прогноз без учета ручной корректировки выглядит следующим образом (рис. 4).

Поскольку мы планируем со второго месяца прогнозного периода проводить агрессивную акцию, которая, по нашим оценкам, увеличит продажи на 5%, то делаем ручную корректировку прогноза. Для отдела закупок еще корректируем прогноз, чтобы гарантировать риск возникновения дефицита не более 1%. В итоге получаем данные, представленные в табл. 3.

Шаг 9. Анализ ошибки прогноза. Для того чтобы провести анализ ошибки, необходимо дождаться фактических продаж.

Приведенный пример достаточно условный, в нем не показано, как именно делался расчет каждого параметра, поскольку алгоритмы расчетов выходят за рамки данной статьи. Методологически каждый шаг данного алгоритма можно выполнить по-разному, однако важность каждого из данных шагов очевидна.

Предложенные выше шаги помогают выстроить грамотную и малозатратную систему прогнозирования с низкой зависимостью от субъективных экспертных оценок. Нам эти шаги помогают добиваться наилучших прогнозов, надеемся, что они помогут и вам.

Рис. 2. Диаграмма факторных влияний на продажи XXX

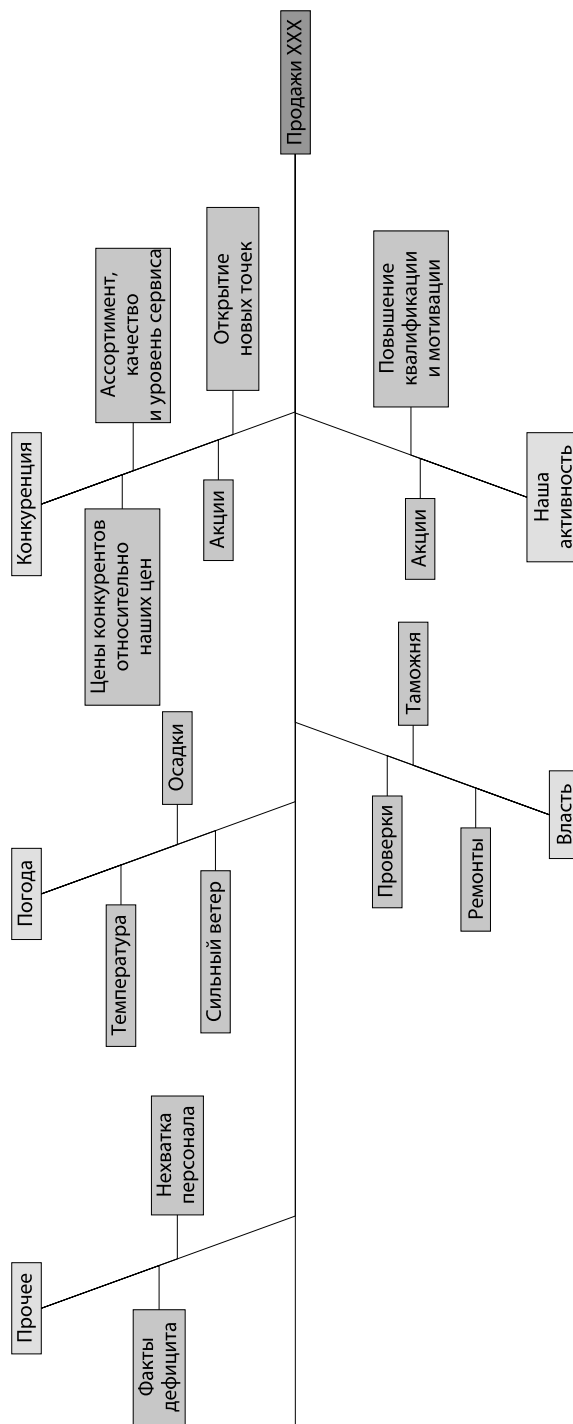


Таблица 2. Фрагмент таблицы исходных данных для построения прогнозной модели

Дата	Продажи ХХХ, тыс. шт.	Факт дефицита (0 — дефицита не было; 1 — дефицит был)	Нехватка персонала (0 — нехватки не было; 1 — была нехватка персонала)	Температура, °С	...
01.05.2012	154,7	0	0	+23	
02.05.2012	161,2	1	0	+18	
...

Рис. 3. График кросс-корреляций потенциального фактора и продаж

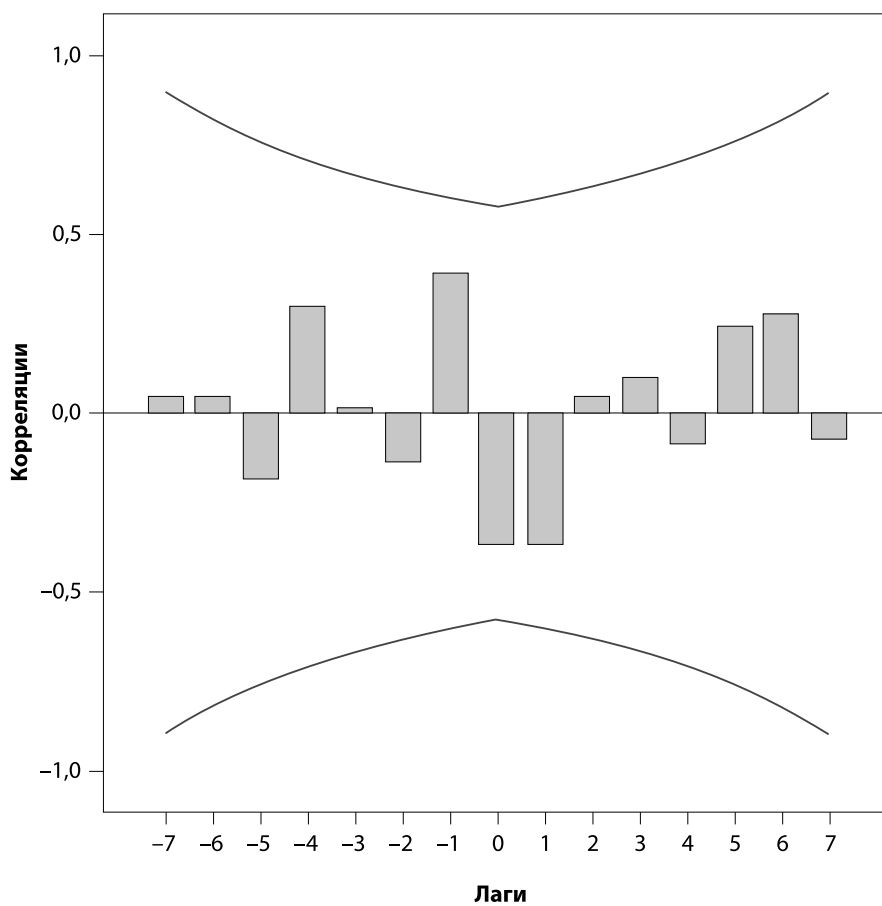
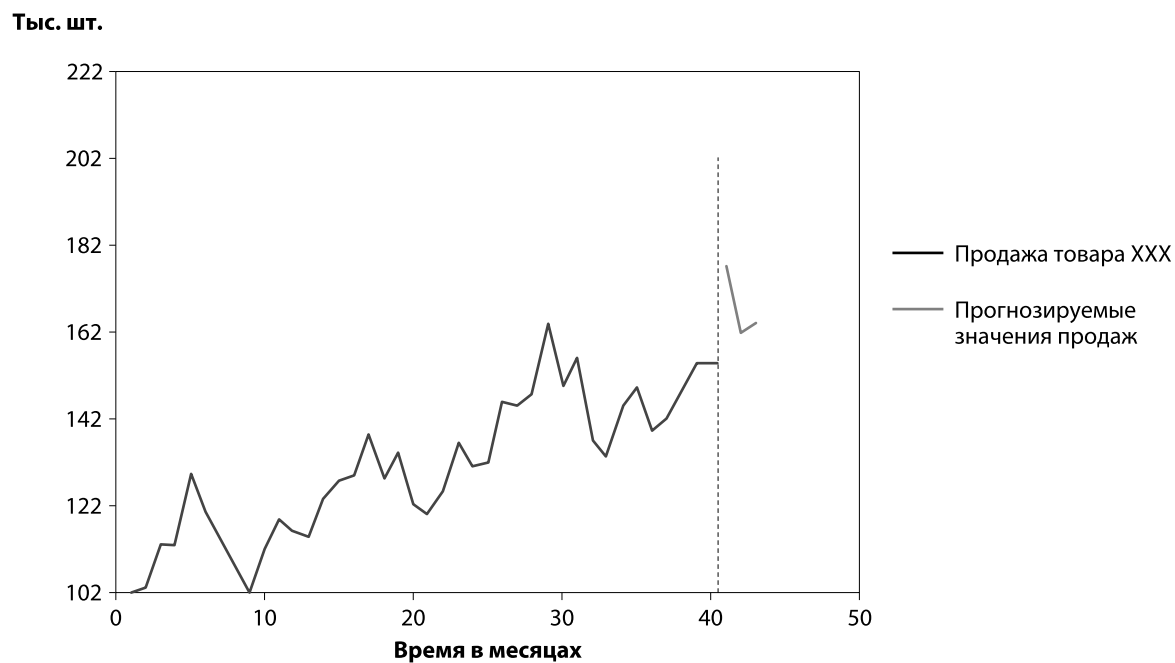


Рис. 4. Прогноз продажи товара ХХХ



Примечание: вертикальная пунктирная линия показывает момент построения прогноза.

Таблица 3. Ручная корректировка прогнозов

Дата	Прогноз продажи товаров без корректировки, тыс. шт.	Акция	Прогноз продажи товаров с учетом корректировки, тыс. шт.	План для закупок товаров, тыс. шт.
Май 2012 г.	177,1	Нет	177,1	228,1
Июнь 2012 г.	161,7	Да	169,8	218,7
Июль 2012 г.	164,2	Да	172,4	222,0