

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
Учреждение высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный университет  
Институт «Высшая школа менеджмента»

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ  
ПРОДАЖ И ОПЕРАЦИЙ В РОССИЙСКОМ ПОДРАЗДЕЛЕНИИ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ FMCG-КОМПАНИИ ABC**

Выпускная квалификационная работа  
студентки 4 курса бакалаврской программы,  
профиль – Логистика

**БАБУШКИНОЙ Ларисы Рамилевны**



Научный руководитель:

к. э. н, доцент

**ШАРАХИН Павел Сергеевич**



Санкт-Петербург

2022

## **Заявление о самостоятельном характере выполнения выпускной квалификационной работы**

Я, Бабушкина Лариса Рамилевна, студентка 4 курса направления 080200 «Менеджмент» (профиль подготовки – Логистика), заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Совершенствование процесса планирования продаж и операций в российском подразделении международной FMCG-компании ABC», предоставленной в службу обеспечения программ бакалавриата для последующей передачи в государственную аттестационную комиссию для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищенных ранее курсовых и выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Мне известно содержание п. 9.7.1 Правил обучения по основным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования в СПбГУ о том, что «ВКР выполняется индивидуально каждым студентом под руководством назначенного ему научного руководителя», и п. 51 Устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» о том, что «студент подлежит отчислению из Санкт-Петербургского университет за представление курсовой или выпускной квалификационной работы, выполненной другим лицом (лицами).



27.05.2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Глава I. Организационно-экономические условия деятельности компании ABC .....	6
1.1. Основные сведения о компании .....	6
1.2. Анализ конкурентного положения компании .....	8
1.3. Описание основных проблем, связанных с управлением цепью поставок, и направления совершенствования .....	10
Выводы по главе I .....	12
Глава II. Теоретические основы организации процесса планирования продаж и операций .....	13
2.1. Роль и выгоды процесса планирования продаж и операций .....	13
2.2. Структура ежемесячного процесса планирования продаж и операций .....	17
2.3. Модели и методы прогнозирования спроса .....	22
2.4. Показатели точности прогноза .....	31
2.5. Человеческий фактор в прогнозировании .....	33
2.6. Модели оценки зрелости процесса планирования продаж и операций .....	35
Выводы по главе II .....	38
Глава III. Предложения по улучшению процесса планирования продаж и операций в исследуемой компании .....	40
3.1. Описание процесса планирования продаж и операций в исследуемой компании .....	40
3.2. Оценка зрелости процесса планирования продаж и операций в исследуемой компании .....	43
3.3. Рекомендации по совершенствованию процесса планирования продаж и операций ...	45
3.4. Применение рекомендаций для совершенствования прогноза спроса в исследуемой компании .....	47
Выводы по главе III .....	53
Заключение .....	55
Список использованных источников .....	56

## **ВВЕДЕНИЕ**

Благодаря развитию интеграции и кооперации в цепях поставок все большее внимание уделяется технологиям интеграции контрагентов. На рынках, где интенсивность конкуренции высока, а давление со стороны потребителей велико, компании испытывают необходимость постоянно развивать и улучшать координацию между функциями, чтобы быстро и точно реагировать на запросы клиентов. В связи с этой потребностью компании прибегают к планированию продаж и операций – концепции, которая уже получила признание в академическом сообществе и среди практиков.

В качестве предмета данного исследования выступает процесс планирования продаж и операций. Объектом является российское подразделение международной FMCG-компании.

Целью работы является уточнение процесса прогнозирования спроса как одного из ключевых этапов процесса планирования продаж и операций. Под уточнением понимается предложение дополнительных методов прогнозирования для улучшения качества прогнозов.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ организационно-экономических условий деятельности компании, проблем и причин их возникновения.
2. Изучение теоретических аспектов организации процесса планирования продаж и операций.
3. Изучение методов прогнозирования спроса.
4. Анализ существующего в компании процесса планирования продаж и операций.
5. Предложение рекомендаций по совершенствованию процесса планирования продаж и операций в компании.
6. Реализация построения прогноза спроса для группы продуктов для одного из национальных клиентов компании на языке программирования.

FMCG-рынок отличается высокой интенсивностью конкуренции как за место и долю на полке ритейлера, так и за конечного покупателя. Издержки переключения покупателей низкие, а ритейлеры стремятся продавать как можно больше с каждого сантиметра полочного пространства, поэтому FMCG-компании тратят огромные маркетинговые и промо-бюджеты на продвижение своих брендов. При дефиците продукции возврат на инвестиции в промо и маркетинг будет низкий, а дефицитные товары рискуют вовсе быть выведенными из ассортиментной матрицы ритейлеров. Компания не будет достигать своих финансовых целей, и, следовательно, ее будет нечем обеспечивать рост в будущем. Однако ввиду нахождения на высокой стадии зрелости одной из основных целей компании является

повышение эффективности операций, то есть принятие тех решений, которые позволят ей увеличивать прибыльность.

Таким образом, актуальность работы для компании обусловлена необходимостью проактивно реагировать на потребности клиентов и иметь продукта ровно столько, сколько компания сможет продать, а клиенты захотят получить.

Текст работы состоит из трех логически структурированных глав. В первой главе освещаются организационно-экономические условия деятельности компании. Во второй главе изучается роль и выгоды процесса планирования продаж и операций, его классическая структура, приводится обзор представленных в научной литературе методов прогнозирования и показателей точности прогнозов, а также обзор моделей оценки зрелости процесса планирования продаж и операций. В третьей главе приводится описание существующего в компании процесса планирования продаж и операций, проводится оценка его зрелости по различным аспектам, исходя из которой предлагаются рекомендации по совершенствованию процесса, описывается реализация прогноза спроса моделью из класса ARIMA для группы продуктов жевательной резинки для одного из национальных клиентов компании с помощью языка программирования R, а также рекомендации по расширению возможностей применения моделей этого класса.

# ГЛАВА I. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ ABC

## 1.1. Основные сведения о компании

Рассматриваемая в данной работе компания является российским представительством международной FMCG-компания. Российское подразделение делится на две бизнес-единицы: кондитерские изделия, отвечающий за бренды, представленные в сегментах жевательной резинки, шоколадного и фруктового драже, шоколадных батончиков и плит, а также конфет в коробках, и корма для домашних животных. Основной вид деятельности компании по ОКВЭД: 10.82.2 Производство шоколада и сахаристых кондитерских изделий. Общее количество направлений деятельности — 21.

Компания зародилась в США, насчитывает более 110 лет истории под руководством пяти поколений семьи основателя и создает продукты, любимые людьми и их домашними животными по всему миру. На сегодняшний день компания остается семейной: акциями компании владеют только представители семьи основателя. Компания начинала свою деятельность на рынке кондитерских изделий, но за время своего существования приобрела несколько брендов и компаний-производителей жевательной резинки и кормов для домашних животных. В России компания ведет деятельность с 1991 года и с тех пор расположила на территории страны девять фабрик в четырех регионах. Фабрики снабжают продукцией Россию и страны СНГ, а Центральный офис компании расположен в Москве и имеет несколько филиалов в крупных городах регионов страны. Численность сотрудников в России составляет более 6000 человек.

Организационная структура всей компании делится на сегменты (бизнес-единицы), каждый из которых имеет схожую организационную структуру и делится на регионы. Организационная структура российского подразделения сегмента кондитерских изделий в качестве примера представлена на рисунке 1.1.1 до третьего уровня иерархии.



Рис. 1.1.1. Организационная структура сегмента кондитерских изделий

Составлено по материалам компании.

Организационная структура сегмента может быть охарактеризована как функциональная, поскольку прослеживается четкое разграничение деятельности функций и сотрудников.

Функция корпоративных связей отвечает за создание благоприятного имиджа брендов компании перед клиентами, потребителями, государственными органами, сообществами и другими стейкхолдерами.

Маркетинг отвечает за развитие брендов компании через их грамотное продвижение в СМИ, выстраивает позиционирование брендов, проводит исследования и тесты для увеличения роста брендов и клиентов компании.

Функция продаж отвечает за взаимодействие с торговыми сетями, выстраивание дистрибуции продуктов, планирование спроса, развитие каналов сбыта.

Финансовая функция отвечает за финансовое прогнозирование, отчетность, отслеживание и анализ актуальных и исторических показателей, финансовое моделирование.

Функция планирования продаж и операций отвечает за реализацию этого процесса в компании для обеспечения баланса спроса и поставок.

HR-функция занимается привлечением сотрудников, их развитием и обучением, составляет и обновляет списки лидерских и функциональных компетенций, развивает бренд работодателя, сообщает об организационных изменениях.

Клиентами компании являются как крупные национальные сетевые ритейлеры, так и более мелкие региональные ритейлеры, специализирующиеся на продуктах питания и товарах для животных. Среди клиентов также присутствуют вендинговые компании и онлайн-ритейлеры. В зависимости от размера и значимости клиента для компании отгрузки осуществляются напрямую или через дистрибьюторов. Компания постоянно находится в поисках новых каналов продаж, так как осознает, что ее кондитерская продукция имеет большой потенциал для роста за счет диверсификации по доступности ввиду своей высокой импульсности.

Согласно модели стадий жизненного цикла организации по И. Адизесу, компания находится на стадии «Расцвет», так как ей удалось достичь баланса между эффективностью и результативностью, организационным контролем и гибкостью, форма и функция уравновешены, а компания находится в оптимальном состоянии успеха (рис. 1.1.2).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Стадии жизненного цикла организации: Расцвет // Adizes Institute Worldwide [Электронный ресурс]. – URL: <https://adizes.ru/corporate-blog/zhiznennyj-tsikl-organizatsii-po-adizesu-stadiya-rastsvet/> (дата обращения 22.04.2022)



**Рис. 1.1.2.** Стадии жизненного цикла организации по Адизесу.

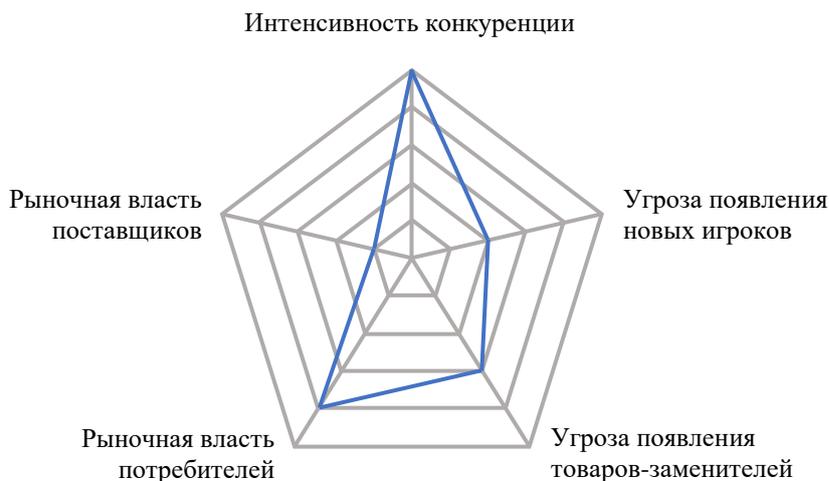
Источник: Стадии жизненного цикла организации: Расцвет // Adizes Institute Worldwide [Электронный ресурс]. – URL: <https://adizes.ru/corporate-blog/zhiznennyj-tsikl-organizatsii-po-adizesu-stadiya-rastsvet/> (дата обращения 22.04.2022)

Главной проблемой компаний на данном этапе является желание остаться на нем, поддерживать это состояние. Целью компаний на стадии «Расцвет» является увеличение сбыта и рост прибыли, который обеспечивается как повышением операционной эффективности, так и созданием новых центров прибыли, которые с течением времени будут сменять устаревающие.

## 1.2. Анализ конкурентного положения компании

FMCG (Fast Moving Consumer Goods) – это быстро оборачиваемые потребительские товары с часто небольшим сроком годности и коротким циклом потребления, к которым можно отнести продукты питания, средства гигиены, а также алкогольную и табачную продукцию. Продукция компании относится к товарам импульсных покупок (кондитерские изделия, особенно небольших форматов) и к основным товарам постоянного спроса, характеризующихся большей плановостью покупки (корма для домашних животных). В категории кондитерских изделий доля продаж компания составляет около 14%, но достигает и 70% в отдельных сегментах, например, в сегменте жевательной резинки. Бизнес-единица кормов для домашних животных является абсолютным лидером данного рынка с долей в 60%.

Для описания конкуренции на FMCG-рынке проведем анализ пяти сил конкуренции М. Портера (рис. 1.2.1).



**Рис. 1.2.1.** Анализ пяти сил конкуренции М. Портера

Источник: составлено автором.

«Рыночная власть поставщиков» получила наиболее низкую оценку ввиду относительного отсутствия уникальности сырья и снижения давления за счет привлекательности положения компании на рынке и ее масштаба.

Угроза появления новых игроков также невелика ввиду присутствия некоторых значительных барьеров на вход, таких как:

- Экономия на масштабе, которая важна для конкурентного ценообразования ввиду низкой маржинальности быстро оборачиваемых потребительских товаров;
- Наличие сильных высоко узнаваемых торговых марок;
- Относительно высокий уровень первоначальных инвестиций;
- Ограниченный доступ к каналам распределения, которые активно защищают существующие игроки;
- Высокие постоянные издержки, вызванные кривой опыта: издержки на единицу продукции снижаются с ростом объема производства и временем существования на рынке. Большую долю FMCG-рынка занимает ряд крупных международных компаний, сравнимых между собой по опыту, масштабу операций и объемам продаж.

«Угроза появления товаров-заменителей» получила средние оценки ввиду тренда на здоровое питание, создающего угрозу переключения с кондитерских изделий на более здоровые альтернативы, а также наличия у владельцев домашних животных привычки кормить их сырым мясом.

«Интенсивность конкуренции» может быть оценена как очень высокая, так как рынок имеет низкую концентрацию производителей, низкий уровень кооперации игроков

и является очень динамичным с постоянной борьбой за лидерство, которая ведется на двух уровнях: за место на полке ритейлера и за конечного потребителя.

Ритейлеры стремятся увеличивать средний чек, и поэтому проводят регулярные ротации, убирая из ассортимента те товары, которые по разным причинам оказались менее продаваемыми. Каждый сантиметр на полке должен продавать наилучшим образом, что особенно важно для прикассовой зоны, ведь через нее проходит 100% трафика и на нее выкладывается наиболее маржинальный импульсный ассортимент.

Около 70% продаж кондитерского бизнеса рассматриваемой компании приходится именно на прикассовую зону, поэтому в условиях дефицита товаров компания рискует не только потерять потенциальные продажи, но и вынудить ритейлера ротировать то или иное SKU (Stock Keeping Unit) на бренд другой компании и потерять часть полочного пространства.

Смотря на зависимость ритейлеров от доступности брендов рассматриваемой компании, нужно отметить, что брендами компании в среднем занято около 80% полочного пространства на прикассовой зоне, а также значительная часть полочного пространства категорий кормов для домашних животных и кондитерских изделий, а сам ассортимент как правило размещается на «золотых» полках с наиболее высокой конверсией в покупку. Таким образом, для ритейлеров дефицит товаров под брендами рассматриваемой компании означает прямую потерю потенциальных продаж, неудовлетворенность покупателей, падение продаж не только дефицитных SKU, но и всей категории, а также смену потребителями места покупок.

«Рыночная власть потребителей» также высока ввиду особенностей потребительского поведения, которое характеризуется незначительными временными затратами на выбор товаров и сравнение их между собой, а также низкими издержками переключения между товарами и брендами, благодаря чему FMCG рынок можно назвать рынком покупателя.

### **1.3. Описание основных проблем, связанных с управлением цепью поставок, и направления совершенствования**

Основной проблемой, связанной с управлением цепью поставок, с которой столкнулась компания, является дефицит продукта, который не восполняется страховым запасом. Такая ситуация, безусловно, может возникнуть, например, когда речь идет о новых продуктах или в ситуации, когда резко меняется потребительское поведение ввиду внешних факторов, которые невозможно предугадать. Однако компания испытывает дефицит

постоянно и не только по новым или уникальным продуктам, но и по основному ассортименту, потребление которого достаточно легко предсказуемо.

Таким образом, можно сделать вывод, что спрос и поставки не сбалансированы. Проблему балансировки спроса и поставок решает процесс планирования продаж и операций, который уже реализован в компании и формализован в ее организационной структуре. При высокой зрелости и развитости процесса в компании подобная массовость проблемы дефицита была бы менее вероятна.

В ходе интервью с прогнозистами и специалистами отдела продаж был установлен ряд факторов, вызывающих дефицит:

1. Некачественный прогноз спроса. Специалисты отдела продаж подают прогнозистам данные о планах своих клиентов и итоговом предполагаемом уровне спроса в денежном выражении, который в 90% случаев оказывается заниженным ввиду стремления специалистов отдела продаж обезопасить себя от риска невыполнения планов. Прогнозисты составляют прогнозы, используя допущения и предположения о рисках и возможностях, которые могут повысить или понизить спрос. Для прогнозирования не используются пакеты для анализа данных, языки программирования или программное обеспечение, весь прогноз составляется вручную, основываясь на человеческих суждениях.
2. Увеличение спроса на коротком горизонте. Если от клиента приходит заказ большого объема, то о нем необходимо уведомить производство за 5 недель до отгрузки. Тогда с большой вероятностью заказ будет отгружен вовремя и в нужном объеме. Однако часто специалисты отдела продаж игнорируют данное требование, производство не получает информацию о спросе и объем заказа переходит на следующие периоды. В результате объем неотгруженных заказов растет, а низкая реакция цепи поставок на коротком горизонте не позволяет его отгрузить.
3. Внеплановые маркетинговые активности еще больше снижают точность прогноза спроса.
4. Нехватка сырья и логистических мощностей из-за массовых сбоев, что еще более усугубляет вышеперечисленные проблемы.

Гипотеза, которая может быть выдвинута исходя из интервью со специалистами компании, следующая: основной причиной отсутствия баланса между спросом и поставками является некачественное прогнозирование спроса. Об этом свидетельствует скудность используемых методов прогнозирования, выраженная в игнорировании количественных методов и использовании лишь экспертных оценок. Также скачки спроса на коротком горизонте свидетельствуют об отсутствии постоянного обмена информацией

с клиентами, заблаговременное обладание которой помогло бы подготовиться к подобным резким повышениям уровня спроса. В результате, получается прогноз спроса с низкой точностью, который ложится в основу финансового и операционного планирования.

## **Выводы по главе I**

Рассматриваемая в данной работе компания является одним из крупнейших игроков международного FMCG-рынка и конкурирует в категориях кондитерских изделий и кормов для домашних животных. За более 30 лет деятельности в России компании удалось занять лидирующие позиции и на локальном рынке, а ее бренды получили широкую узнаваемость и являются стратегически важными для ритейлеров.

По модели жизненного цикла организаций И. Адизеса компания находится на стадии «Расцвет», благодаря чему основной задачей для себя ставит увеличение сбыта и рост прибыли, который невозможен без совершенствования процессов и операций.

FMCG-рынок отличается низкой концентрацией производителей и высокой конкуренцией как за место и долю на полке ритейлера, так и за конечного потребителя. Стремление ритейлеров увеличивать средний чек и ротировать ассортимент для увеличения продаж вынуждает производителей выделять значительные маркетинговые и промо-бюджеты, а также не допускать дефицита своей продукции. Дефицит плох и для ритейлеров, которые теряют потенциальные продажи и клиентов ввиду низкой удовлетворенности, и для компаний-производителей, которые также теряют продажи, место на полке и получают низкий возврат на инвестиции в промо и маркетинг.

Рассматриваемая компания испытывает дефицит не только уникальных товаров, но и основного ассортимента, что говорит о проблеме несбалансированности спроса и поставок, которую призван решать уже реализованный и формализованный в организационной структуре компании процесс планирования продаж и операций. На основе интервью со специалистами компании была выдвинута гипотеза о том, что основной причиной дисбаланса спроса и поставок является некачественное прогнозирование спроса, усугубляемое внеплановыми маркетинговыми активностями и нехваткой сырья и логистических мощностей из-за массовых сбоев.

## ГЛАВА II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОДАЖ И ОПЕРАЦИЙ

### 2.1. Роль и выгоды процесса планирования продаж и операций

Все большее число компаний стремятся улучшить обслуживание своих клиентов, снизить запасы, стабилизировать ритм выпуска продукции, увязать и правильно организовать взаимодействие продаж, маркетинга, производства, разработки новых продуктов и финансов. Эти цели достигаются посредством применения процесса планирования продаж и операций, который позволяет балансировать спрос и поставки, что является одним из важнейших условий успешности бизнеса.

Если спрос регулярно на протяжении некоторого времени превосходит поставки, то падает уровень обслуживания из-за невозможности совершить отгрузку тогда, когда хочет клиент, и в необходимом объеме, растут издержки и объем сверхурочных работ, страдает качество.

Если, напротив, поставки существенно превышают спрос, то растут запасы, в которых заморожены оборотные средства, а также издержки на их хранение, урезается объем производства, что влечет риск увольнений, ухудшается моральный климат и производительность падает, уменьшается маржинальность ввиду снижения цен и предоставления более глубоких и частых скидок.

Планирование продаж и операций важно для сохранения устойчивости всей цепи поставок и является его составной частью. Цепь поставок не будет работать эффективно, если она не поддерживается качественными объемными планами и при этом медленно реагирует на изменения.

Цепь поставок имеет два направления: назад к поставщикам и вперед к клиентам. Если компания, которая находится посередине, не обеспечит баланс спроса и поставок, то ее партнеры не смогут получить адекватную информацию о будущем спросе и поставках, чтобы спланировать производство.



Рис. 2.1 Цепь поставок

Точные прогнозы и их доступность участникам цепи поставок смягчают эффект хлыста – ситуации, когда заказы, получаемые поставщиком от покупателя, имеют более выраженные колебания, чем продажи поставщика его клиентам. Далее эти отклонения с

нарастанием распространяются вверх по цепи поставки до ее начального звена.<sup>2</sup> В результате ресурсы контрагентов расходуются неэффективно и общие издержки цепи поставок повышаются, увеличивается уровень страхового запаса, растут затраты на производство, хранение и транспортировку, цепь поставок несет риски упущенных продаж, в связи с нарастающей неопределенностью затрудняется бизнес-планирование, снижается рентабельность.

Чтобы избежать этих рисков, необходимо вовремя видеть прогнозируемый дисбаланс спроса и поставок, и тогда он может быть исправлен до того, как станет реальной проблемой и потребует радикальных корректировок. Более раннее информирование поставщиков и предоставление им будущих объемных планов даст им возможность лучше реагировать на потребности.

Другими важными понятиями кроме спроса и поставок являются объем и номенклатура. Решение вопроса планирования объема предшествует вопросам планирования номенклатуры, однако часто компании поступают иначе, ведь номенклатура — это конкретные продукты, которые требуют покупатели, это важный и срочный вопрос, но если планированию объемов не уделяется достаточно внимания, то планирование номенклатуры будет проходить намного сложнее.

Одна из целей планирования продаж и операций состоит в поддержании спроса и поставок на уровне объемов, которые указывают на скорость продаж, ритм производства и объем запасов. Если компания хорошо планирует и перепланирует объемы по мере продвижения по году, проблемы с номенклатурой решаются легче. Компания может поддерживать высокий уровень сервиса и обходиться при этом меньшими запасами.

Согласно определению APICS, планирование продаж и операций – это процесс разработки тактических планов, которые обеспечивают руководству возможность стратегически направлять свой бизнес для достижения конкурентного преимущества на постоянной основе, объединяя ориентированные на клиента маркетинговые планы для новых и существующих продуктов с управлением цепью поставок. Этот процесс объединяет все планы бизнеса (продажи, маркетинг, разработка новых продуктов, производство и финансы) в один интегрированный набор планов.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> В. И. Сергеев. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров. – М.: Юрайт, 2015. – С. 283.

<sup>3</sup> APICS Operations Management Body of Knowledge Framework. Third edition, 2011. – URL: [http://www.apics.org/docs/default-source/industry-content/apics-ombok-framework.pdf?sfvrsn=c5fce1ba\\_2](http://www.apics.org/docs/default-source/industry-content/apics-ombok-framework.pdf?sfvrsn=c5fce1ba_2) (дата обращения: 14.03.2022)

Реализация процесса планирования продаж и операций позволяет производственным компаниям, работающим по принципу «производство-на-склад» достичь следующих выгод:

1. Одновременно более высокий уровень обслуживания клиентов и часто меньший запас готовой продукции.
2. Более стабильный ритм производства и меньший объем сверхурочных работ, что ведет к росту производительности.
3. Лучшая видимость будущих проблем с ресурсами, как слишком большого, так и недостаточного их объема.
4. Лучшее взаимодействие в команде руководителей.
5. Лучшее взаимодействие менеджеров среднего звена, согласованность функций продаж, производства, финансов и разработки новой продукции.
6. Ежемесячная корректировка бизнес-плана, что дает лучшую видимость будущего и меньше проблем в конце финансового года,
7. Заметное снижение необходимого объема детального прогнозирования и планирования. Планирование продаж и операций радикально уменьшает или устраняет потребность в детальных номенклатурных планах, простирающихся на далекий горизонт планирования.
8. Видение зарождающихся будущих проблем из-за увеличения загрузки через несколько месяцев, выпуска новых товаров или снижения спроса. Планирование продаж и операций расширяет возможности проактивного принятия решений.
9. Лучший контроль над бизнесом.<sup>4</sup>

В тех компаниях, где не применяется технология планирования продаж и операций, часто наблюдаются противоречия между стратегией и бизнес-планом с одной стороны, и детальными планами и графиками на низовых уровнях компании – с другой: планы руководства не связываются с летальными планами и графиками работы цехов, приемки сырья, отгрузки готовой продукции и так далее.

Изначально планирование продаж и операций зародилось в конце 1980-х и имело основной целью среднесрочный и долгосрочный план производства. Сейчас планирование продаж и операций используется для обеспечения прогресса и контроля в сравнении с прошлыми допущениями и будущими намерениями.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Т. Уоллас, Р. Сталь. Планирование продаж и операций: практическое руководство: пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – С. 31.

<sup>5</sup> Dick Ling, Andy Coldrick. Breakthrough Sales & Operations Planning: How we developed the process. – 2009. – С. 5.

Гримсон и Пайк (2007) определяют планирование продаж и операций как процесс, который связывает стратегическое планирование с операционной деятельностью, а также уравнивает спрос и цепочку поставок. Этот процесс выполняет вертикальное и горизонтальное выравнивание в организациях: вертикально путем согласования стратегий, целей и решений на разных организационных уровнях и горизонтально путем согласования целей различных организационных функций (рис. 2.2).



**Рис. 2.2** Горизонтальное и вертикальное выравнивание с помощью S&OP.

Источник: Bagni, G., Marçola, J. A. (2019). Evaluation of the maturity of the S&OP process for a written materials company: a case study // *Gestão & Produção*. – 2019. – С. 3.

Таким образом, планирование продаж и операций является кросс-функциональным интегрированным процессом тактического планирования, интегрирует все планы подразделений и руководства в единый план, в классическом варианте простирается на горизонт планирования 18 месяцев и более, связывает стратегию и операции, создает ценность и напрямую связан с эффективностью фирмы.<sup>6</sup>

В качестве примера успешной реализации процесса планирования продаж и операций может выступать компания Procter&Gamble, которая внедрила планирование продаж и операций в 1990-е годы. С тех пор технология дает генеральным директорам бизнес-подразделений понимание, как то или иное решение повлияет на всю систему, у них есть все данные и механизмы коммуникации и контроля для принятия эффективных решений с полным пониманием того, как эти решения отразятся на издержках, запасах и уровне обслуживания клиентов. Некоторые подразделения компании уменьшили

<sup>6</sup> Paulo Ávila et al. Design of a Sales and Operations Planning (S&OP) process – case study // *Procedia CIRP*. – 2019. – С. 2. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119306626> (дата обращения: 14.03.2022)

материальные запасы на 20% и увеличили уровень обслуживания на 25%, параллельно снизив издержки.<sup>7</sup>

## **2.2. Структура ежемесячного процесса планирования продаж и операций**

Результат процесса планирования продаж и операций – принятие решений об изменении плана продаж, плана операций, плана запасов, стратегии в отношении объема и номенклатуры по каждой группе продуктов, принимая при этом во внимание прошлый опыт, текущую ситуацию и вектор развития бизнеса. Если планы не требуют корректировок, то вышеперечисленные решения не принимаются.

Решения принимаются на ежемесячном совещании руководства и выражаются в согласованных планах, утвержденных руководителями. Они формулируют общую линию поведения для всех служб: продажи, производство, финансы и разработки новой продукции, которые детализируют объемные планы до необходимого уровня: по продуктам, по клиентам, по регионам, по заводам и по материалам.<sup>8</sup>

Однако S&OP – это не одно ежемесячное собрание, но и ряд предварительных мероприятий, в котором участвует менеджмент среднего звена и другие сотрудники. Ежемесячный процесс планирования продаж и операций оформляется как цикл совещаний (этапов), повторяющихся в одной и той же последовательности каждый месяц.<sup>9</sup> Рассмотрим каждый по-отдельности.

Дик Линг, создатель процесса, и Энди Колдрик в 1993 году разработали структуру процесса, называемую Пятиэтапным процессом. С тех пор процесс продолжал развиваться в модель, которая используется для определения ключевых этапов интегрированного управления бизнесом / интегрированного принятия решений. (рис. 1)<sup>10</sup>

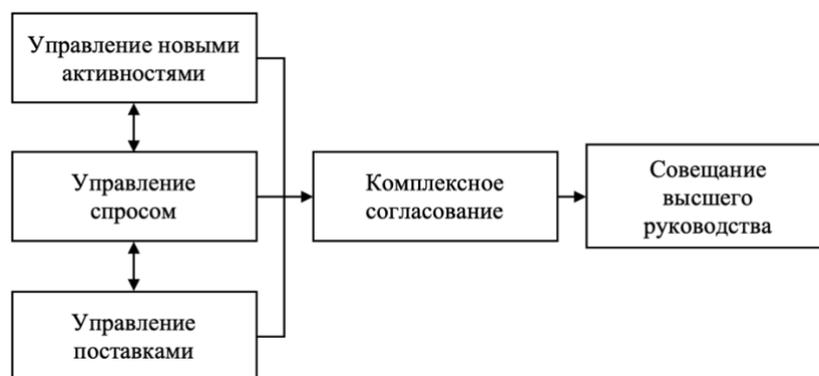
---

<sup>7</sup> Т. Уоллас, Р. Сталь. Планирование продаж и операций: практическое руководство: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Питер, 2010. – С. 35.

<sup>8</sup> Там же. С. 81.

<sup>9</sup> В. И. Сергеев. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров. – М.: Юрайт, 2015. – С. 322.

<sup>10</sup> A. Coldrick, D. Ling, C. Turner. Evolution of Sales & Operations Planning – From Production Planning to Integrated Decision Making. – 2003. – С. 8. – URL: [https://www.stratabridge.com/news/sept03\\_s\\_op\\_evolution.pdf](https://www.stratabridge.com/news/sept03_s_op_evolution.pdf) (дата обращения: 16.03.2022)



**Рис. 2.2.** Пятиэтапный процесс планирования продаж и операций.

Источник: A. Coldrick, D. Ling, C. Turner. Evolution of Sales & Operations Planning – From Production Planning to Integrated Decision Making. – 2003. – С. 8

Перед началом нового ежемесячного цикла планирования продаж и операций, проводится сбор основных и фактических данных, а также данных о будущем.

К основным данным относится информация о целевых уровнях обслуживания клиентов и запасам по группам и подгруппам продуктов, информация о производственных мощностях, работающих в штатном и авральном режимах, и списки ресурсов по группам и подгруппам продуктов.

К фактическим данным относятся фактические продажи и производство, конечные запасы готовых продуктов, в идеале также у торговых партнеров, прогнозы и планы производства и уровни обслуживания за предшествующие периоды.

Данными о будущем является информация извне, например, доля и тренды рынка, на котором работает компания, экономический обзор отрасли и другая релевантная для фирмы информация.

Чтобы успеть провести процесс планирования продаж и операций, сбор данных должен начаться в конце месяца и быть завершен в течение первых двух дней после начала нового месяца.

Первым этапом является «Управление новыми активностями». В разных компаниях и у разных авторов этот этап носит разные названия «Обзор управления портфелем» или «Управление новыми товарами и услугами». На этом этапе функции маркетинга и разработки новых продуктов обсуждают планы по управлению текущим портфелем и планы запусков новых продуктов, учитывая жизненный цикл товаров в портфеле, направления развития потребительских свойств товаров в индустрии и маркетинговую политику компании.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> В. И. Сергеев. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров. – М.: Юрайт, 2015. – С. 322.

Менеджеры по разработке новых продуктов обязательно должны привлекаться на данном этапе, так как они имеют прямое влияние на время запуска новых продуктов, а одной из целей совещания является четкое понимание того, какой будет спрос на новые продукты, чтобы менеджеры по маркетингу и продажам могли учесть эту информацию при составлении прогноза спроса.

На следующем этапе – планировании спроса, специалисты по продажам и маркетингу обращаются к данным, собранным перед началом цикла, и к планам по новым запускам и управлению портфелем, полученным с первого этапа, и составляют прогноз спроса на следующие 18 месяцев, который включает в себя как существующие продукты, так и новые.

Рассматриваемая в данной работе компания работает по принципу «производство-на-склад». Клиентами таких компаний выступают предприятия розничной торговли разного масштаба, и большинство из них не являются крупными клиентами для производителей. Основой прогнозирования в таких компаниях является статистическое прогнозирование на исторических данных для формирования прогноза базовой линии, которая в дальнейшем корректируется с помощью экспертных оценок специалистов по продажам, маркетингу и прогнозированию для отражения влияния сезонности, праздников, проведения промо-акций, рекламных мероприятий и других событий. Было доказано, что использование экспертных оценок в дополнение к статистическому анализу способствует повышению точности прогнозов.<sup>12</sup> Для составления прогнозов для крупных клиентов необходимо активно контактировать с ними по вопросам их будущих потребностей в продукции компании.

Многие компании смотрят только на то, что они отгружают, а не что продают их клиенты. Разница – уровень запасов у клиентов. Прогноз можно разделить на прогноз «кому продавать» - прогноз того, что компания планирует отгрузить своему клиенту, и прогноз «через кого продавать» - прогноз того, что по мнению компании ее клиент планирует продать своим клиентам, который, в идеале, определяется с некоторой помощью со стороны клиента. В результате, прогноз «через кого продавать» в сочетании с данными о запасах клиента определит прогноз «кому продавать».<sup>13</sup> Прогноз «кому продавать» является первичными продажами, и, в первую очередь, компании стремятся увеличить точность своего прогноза именно исходя из этих исторических данных. Однако когда

---

<sup>12</sup> Jorge Alvarado-Valencia et al. Expertise, credibility of system forecasts and integration methods in judgmental demand forecasting // International Journal of Forecasting. – 2017. – Т. 33. - № 1. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207016300140> (дата обращения: 16.03.2022)

<sup>13</sup> Т. Уоллас, Р. Сталь. Планирование продаж и операций: практическое руководство: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Питер, 2010. – С. 74.

потенциал улучшения качества прогнозирования с использованием информации о первичных продажах исчерпан, нужно обращаться ко вторичным продажам и напрямую получать информацию от своих клиентов.

Готовые прогнозы отправляются на рассмотрение менеджеров по продажам и маркетингу, которые пересматривают прогноз там, где это необходимо. Корректировки вносятся на основе информации о появлении новых клиентов или изменении масштаба существующих, прогнозов по доле рынка, поглощенной новыми продуктами у существующих, планах продвижения продуктов на рынке, изменении цен, активности конкурентов, динамике рынка и отрасли, изменении спроса внутри компании (например, от подразделений в других странах), и, наконец, анализа ошибок прогнозирования и причин отклонения. Менеджеры должны сделать прогноз более качественным, применяя свой профессиональный опыт и знания о текущей ситуации и будущем бизнеса.

Прогнозы спроса должны составляться в натуральном выражении, так как прогноз, выраженный в деньгах, теряет свою практическую пользу – по ним невозможно качественно спланировать поставки, ведь для планирования поставок важно понимать, о каких конкретно продуктах идет речь для оценки производственных мощностей, сырья и логистики.

Лучшей практикой проведения данного этапа является включение в процесс руководителей функций продаж и маркетинга, что позволяет им уже при составлении прогноза вносить корректировки и оспаривать допущения и подготовиться к финальному этапу процесса – совещанию руководства.

Результатом этого этапа является прогноз спроса, который часто называется неограниченным, то есть основанным на предположении, что все необходимые для удовлетворения прогноза ресурсы имеются в наличии.<sup>14</sup>

После того, как прогноз будет утвержден, необходимо документировать допущения, чтобы все участники процесса могли видеть, что лежит в основе прогноза, и оспорить некоторые допущения. Также документирование допущений полезно для сравнения допущений с фактическими результатами после завершения рассматриваемого периода и анализа причин реализации или не реализации этих допущений.

Третья фаза процесса – планирование поставок, осуществляется менеджерами и специалистами производства и операций. Их задача состоит в изменении плана операций по тем группам продуктов, для которых произошли изменения относительно предыдущих

---

<sup>14</sup> В. И. Сергеев. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров. – М.: Юрайт, 2015. – С. 322.

планов, а именно, изменились прогнозы спроса и уровни запасов. Новый план операций должен проверяться на исполнимость.

Для несвязанных ресурсов – ресурсов, для которых нет жесткого соответствия группе продуктов, выполняется планирование потребности в ресурсах, чтобы сфокусироваться на картине спроса и поставок для отдельных ресурсов.

Результатом третьей фазы являются отчеты по планированию потребности в ресурсах и список проблем с поставками, которые не могут быть разрешены или требуют решений на более высоком уровне. Ограничения могут быть связаны и с ограниченностью производственных ресурсов самой компании, и с внешними поставщиками и производителями по субподряду. Некоторые из проблем можно решить, получив финансирование, которое может быть одобрено только руководством, поэтому все эти проблемы выносятся на обсуждение на предварительном совещании – четвертом этапе, или как еще его называют – комплексное согласование.

На этапе комплексного согласования руководитель процесса планирования продаж и операций проводит совещание, в котором участвуют менеджер по обслуживанию клиентов, менеджер по спросу, менеджер по новым продуктам, маркетинговый аналитик, менеджер по логистике, планировщик, менеджер по управлению материалами, менеджер по цепям поставок, менеджер по закупкам, управляющие заводами и бухгалтер-аналитик.<sup>15</sup> Вместе они анализируют уточненные на первых двух этапах таблицы по всем группам продуктов и вносят корректировки там, где это необходимо. Если имеются ограничения по ресурсам, то менеджеры по маркетингу и продажам расставляют приоритеты спроса. Также проверяется соответствие фактических и плановых показателей по продажам, производству и запасам.

Цели этого совещания следующие:

- Выработать решения для приведения спроса и поставок в равновесие: ничего не менять или же изменить план операций или план спроса. Должны быть выдвинуты рекомендации для каждого ресурса, который подлежит крупным изменениям, например, изменить количество смен / работников, создать новые производственные мощности, перевести часть работ с одной фабрики на другую, применить аутсорсинг и так далее.
- По возможности разрешить разногласия и определить те области принятия решений, в которых не удастся достичь консенсуса, чтобы преподнести их на совещании

---

<sup>15</sup> Т. Уоллас, Р. Сталь. Планирование продаж и операций: практическое руководство: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Питер, 2010. – С. 92.

руководства. Если существуют несколько альтернатив, по которым не может быть принято решения, то необходимо подготовить описание каждой из альтернатив с указанием стоимостных и натуральных единиц измерения, чтобы руководство имело перед глазами финансовые последствия предлагаемых вариантов.

- Обновить финансовую картину бизнеса: соответствие последних фактических показателей тем, что были заложены в бизнес-план.
- Составить повестку дня для совещания руководства – последнего этапа.

Практически вся тяжелая работа и все решения, принимаемые в рамках ежемесячного цикла планирования продаж и операций, приходится на этапы планирования спроса и поставок, а также на этап комплексного согласования.

Кульминацией ежемесячного пятиступенчатого цикла планирования продаж и операций является совещание руководства. В нем принимает участие высшее руководство по продажам, маркетингу, цепям поставок, производству, логистике разработкам продуктов, финансам и человеческим ресурсам.

На совещании руководства рассматриваются к принятию или корректируются решения, принятые командой на предварительном совещании, принимаются решения по группам продуктов, для которых решения еще не были представлены ввиду недостижения консенсуса на предыдущем этапе или ввиду отсутствия необходимых компетенций у команды, проводившей предварительно совещание. Руководители утверждают изменения в объемах производства и закупок, связанные со значительными изменениями, а также сравнивают финальную версию плана продаж и операций с бизнес-планом и, в случае несоответствия, корректируют план продаж и операций или бизнес-план.

Результатами совещания руководства становятся протоколы совещания, в которых содержатся формулировки принятых решений, изменения бизнес-плана при их наличии, таблицы, в которых отражены коррективы, внесенные на совещании.

Таким образом, из структуры процесса следует, что качественное прогнозирование и планирование спроса критически важно, так как будучи одним из первых этапов процесса, на нем базируется принятие решений по организации операций, а также бизнес-планирование. Прогнозирование спроса осуществляется различными методами, к рассмотрению которых отводится следующий пункт данной главы.

### **2.3. Модели и методы прогнозирования спроса**

Прогнозы спроса составляются для получения представления об ожидаемом уровне спроса на товары или услуги компании в рамках определенного периода времени и

являются основой для принятия решений по организации операций по выпуску товаров или предоставлению услуг, а также для планирования и проведения финансовых расчетов.

Существует ряд факторов, которые оказывают влияние на уровень спроса. Во-первых, состояние экономики в определённый период времени. Изменение экономических условий влияет на уровень деловой активности и потребительское поведение, поэтому спрос на те или иные товары в разные этапы экономического цикла меняется.

Следующим важным фактором является жизненный цикл продукта, который состоит из пяти стадий: разработка товара, экспертиза товара и его внедрение на рынок, быстрый рост спроса, стадия устойчивого спроса и стадия вывода товара с потребительского рынка. Важно отметить, что ряд продуктов и услуг, в том числе и товары повседневного спроса, которые производит рассматриваемая в данной работе компания, не достигнет той точки цикла, когда спрос снижается до минимума ввиду того, что каждый потребитель, желающий приобрести продукт, уже купил его, так как товары повседневного спроса потребляются и покупаются заново.

Также на спрос влияют другие факторы, которые оказывают влияние на требования потребителей к товарам и услугам, такие, как сезонность, ценообразование, уровень активности конкурентов, отношение к бренду, рекламное продвижение, качество и прочее.

Прогноз может быть составлен либо с применением качественных подходов, которые основаны на мнениях людей и поэтому являются субъективными, либо количественных – объективных, с применением математических формул.

Модели прогнозирования временных рядов в качестве единственной независимой переменной используют время и основываются на допущении о непрерывности, то есть на допущении о том, что определенная существовавшая в прошлом взаимосвязь уровня спроса и периода времени сохранится и в будущем. В дополнение к времени могут использоваться и другие независимые переменные, у которых прослеживается устойчивая связь с уровнем спроса. По значениям этих независимых переменных вычисляются значения будущего уровня спроса.

Несмотря на то, что в модель могут быть включены многие переменные и огромное количество информации, разумно сохранять модели как можно более небольшими с точки зрения числа факторов, сохраняя при этом желаемую точность. Это связано с тем, что многомерные модели с большим количеством объясняющих переменных требуют больших объемов данных, а также подвержены проблемам мультиколлинеарности и размерности.

Более того, сложные методы не обязательно дают более точные прогнозы, чем более простые.<sup>16</sup> Сложность метода прогнозирования снижает точность, а более простые методы снижают вероятность ошибок, а также лучше воспринимаются лицами, принимающими решения. Кроме того, сложные методы прогнозирования не часто используются в промышленности из-за высоких затрат, отсутствия внутренней экспертизы и ресурсов, а также других организационных барьеров.

По вышеперечисленным причинам будем рассматривать модели прогнозирования временных рядов, а именно семейство моделей авторегрессивной интегрированной скользящей средней (ARIMA, также известная как модель Бокса-Дженкинса) вместе с ее многочисленными вариантами (например, SARIMA, ARIMAX), которые широко используются в качестве экстраполяционных методов, поскольку они могут учитывать тенденции, сезонность, ошибки и нестационарные аспекты временного ряда.<sup>17</sup> Это один из самых больших и успешно применяемых для прогнозирования классов моделей ввиду простоты использования и понимания этих моделей. Описанные ниже действия автоматизированы во многих языках программирования и пакетах для анализа данных, а прогнозистам не обязательно быть продвинутыми дата-аналитиками, чтобы прогнозировать данным методом и интерпретировать полученные результаты.

Временной ряд (вещественный скалярный)  $y_1, \dots, y_T, \dots, y_t \in \mathbb{R}$  – значения признака, измеренные через постоянные временные интервалы. Задача прогнозирования – найти функцию  $f_T$  (формула 2.3.1), которая зависит от всей известной информации на момент прогнозирования  $T$ . На вход эта функция принимает все значения ряда от  $y_1$  до  $y_T$  может принимать дополнительный параметр  $h \in \{1, 2, \dots, H\}$ , где  $H$  – горизонт прогнозирования, который показывает на сколько вперед нужно прогнозировать ряд.

$$y_{T+h} \approx f_T(y_T, \dots, y_1, h) \equiv \hat{y}_{T+h|T} \quad (2.3.1)$$

Помимо прогноза, который представляет собой точечное число, при прогнозировании полезно добавлять предсказательный интервал – интервал, в котором предсказываемая величина окажется с вероятностью не меньше заданной. Данная интервальная оценка прогноза показывает, насколько прогнозист уверен в своем прогнозе.

Задачи машинного обучения и статистики имеют дело с простыми независимыми друг от друга и одинаково распределенными выборками, то есть предполагается независимость наблюдений. При прогнозировании временных рядов, наоборот, мы

---

<sup>16</sup> Makridakis, S., Hibon, M., 2000. The M3-Competition: Results, Conclusions and Implications // International Journal of Forecasting. – 2000. – V.16, №4. – P. 451–476.

<sup>17</sup> M. Abolghasemi, J. Hurley, A. Eshragh, B. Fahimnia. Demand Forecasting in the Presence of Systematic Events: Cases in Capturing Sales Promotions // International Journal of Production Economics. – 2020. – V. 230, P. 2.

надеемся, что значения ряда в прошлом содержат информацию о его поведении в будущем: чем сильнее будущее зависит от прошлого, тем более хороший прогноз можно построить, и чем меньше выборка похожа на шум, тем точнее можно спрогнозировать значения признака в будущем.

Модели разложения по временному ряду в качестве единственной независимой переменной используют время. Если график остатков не похож на шум (видна некая закономерность), то это означает, что в остатках осталось еще много информации, которую можно учесть при построении модели.

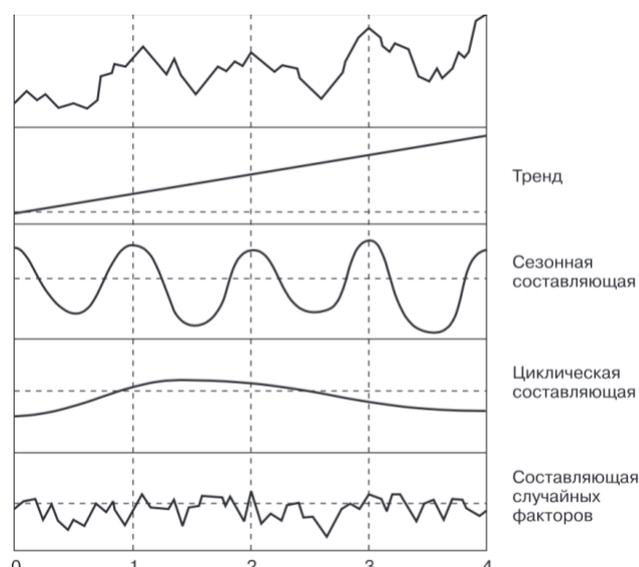
Ключевая особенность временного ряда заключается в том, что соседние значения не независимы, что можно квантифицировать с помощью автокорреляции. Автокорреляция – корреляция Пирсона, примененная к самому ряду, то есть это корреляция ряда с самим собой, сдвинутым на какое-либо количество отсчетов – лаг автокорреляции. Автокорреляция обладает всеми свойствами корреляции Пирсона: она меняется от  $-1$  до  $1$ , где  $-1$  и  $1$  означают идеальную линейную зависимость с отрицательным и положительным знаком, соответственно,  $0$  означает отсутствие линейной зависимости.

Формула выборочной автокорреляции (2.3.2):

$$r_{\tau} = \frac{\sum_{t=1}^{T-\tau} (y_t - \bar{y})(y_{t+\tau} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2}, r_{\tau} \in [-1, 1], \tau - \text{лаг автокорреляции} \quad (2.3.2)$$

Обычно во временных рядах выделяют следующие компоненты:

1. Составляющая тренда – общее направление изменения среднего уровня ряда.
2. Сезонная составляющая – колебание ряда вокруг тренда с постоянным периодом. Например, в месячных рядах может быть годовая сезонность: то, что происходит в один месяц одного года скорее всего повторяется в том же месяцы в других годах.
3. Периодическая или циклическая составляющая – изменения уровня ряда с переменным периодом. Обычно такая динамика связана с различными стадиями экономического цикла.
4. Случайная составляющая или ошибка – все, что нельзя описать вышеперечисленными компонентами. Непрогнозируемая случайная компонента ряда, выраженная в незакономерных краткосрочных непостоянных колебаниях. На значения ряда влияет множество признаков, не все из которых можно учесть, и поскольку их много и каждый из них влияет слабо, можно считать, что они дают какой-то вклад, который описывается случайной величиной.



**Рис. 2.3.2.** Составляющие четырехлетнего временного ряда.

Источник: С. Э. Пивоваров и др. *Операционный менеджмент: учебник для вузов.*

Стандарт третьего поколения. – СПб: Питер, 2021. – С. 104.

Коррелограмма – это график автокорреляции при разных лагах. При выраженной годовой сезонности на графике будут пики на лагах, кратных длине сезонного периода, то есть будет большая автокорреляция при 12, 24, 36 и так далее месяцах. При наличии циклов постепенно сдвигается местонахождение пика сезонного периода (если цикл длиннее сезонности, то вперед, если короче – назад), то есть чем больше лаг, тем больше автокорреляция определяется циклом, а не сезонностью.

Выборочная автокорреляция никогда в точности не равна нулю. Чтобы понять, когда автокорреляция достаточно большая, чтобы не считать ее нулем, нужно использовать статистические критерии. Значимость автокорреляции при фиксированном лаге можно проверить с помощью критерия Стьюдента.

Нулевая гипотеза критерия Стьюдента заключается в том, что автокорреляция равна нулю ( $H_0: r_\tau = 0$ ) при альтернативной, что она не равна нулю ( $H_a: r_\tau \neq 0$ ). Если нулевая гипотеза справедлива, то статистика критерия, вычисляемая по формуле (2.3.3), имеет распределение Стьюдента с числом степеней свободы  $(T - \tau - 2)$ . Если значение статистики большое, то нулевая гипотеза, скорее всего, не верна.

$$T(y^\tau) = \frac{r_\tau \sqrt{T - \tau - 2}}{\sqrt{1 - r_\tau^2}} \quad (2.3.3)$$

Проверить значимость автокорреляции сразу при нескольких лагах можно с помощью Q-критерия Льюинга-Бокса, который проверяет гипотезу о том, что все автокорреляции начиная с первой и заканчивая автокорреляцией с номером  $L$  равны нулю ( $H_0: r_1 = \dots = r_L = 0$ ) при альтернативной, что основная гипотеза не верна

( $H_a: H_0$  не верна). Если нулевая гипотеза справедлива, и, действительно, все первые  $L$  автокорреляций равны нулю, то статистика критерия (формула 2.3.4) имеет распределение  $\chi^2_{L-K}$ , где  $L - K$  – число степеней свободы, а  $K$  – число настраиваемых параметров модели.

$$Q(\varepsilon^T) = T(T + 2) \sum_{\tau=1}^L \frac{r_\tau^2}{T - \tau} \quad (2.3.4)$$

Еще одно важное свойство временных рядов — это стационарность. Ряд  $y_1, \dots, y_T$  стационарен, если для любого окна произвольной длины  $s$  ( $\forall s$ ) распределение  $y_t, \dots, y_{t+s}$  не зависит от  $t$ , то есть свойства ряда не зависят от времени.

Ряды с трендами не являются стационарными, так как распределение в начале ряда не соответствует распределению в конце. Временные ряды с сезонностью также не стационарны, так как если окно длинной меньше, чем сезонный период, то, например, его можно поставить в минимумы сезонности и в максимумы, и распределения значений ряда в этих окнах не будут одинаковыми. Ввиду невозможности предсказать заранее, где во временном ряде будут находиться максимумы и минимумы, наличие циклической составляющей не означает нестационарность временного ряда. Также ряды могут быть нестационарны ввиду наличия гетероскедастичности – явление разных дисперсий значений ряда в разных отрезках.

Для проверки стационарности временного ряда иногда бывает недостаточно визуально оценить его график (увидеть на нем тренд и сезонность), поэтому для решения этой задачи применяют различные критерии.

Критерий Дики-Фуллера проверяет гипотезу о том, что ряд не стационарен ( $H_0$ : ряд не стационарен) против альтернативной о том, что ряд стационарен ( $H_a$ : ряд стационарен).

Если временной ряд нестационарен, то можно провести ряд изменений, чтобы сделать его стационарным.

Для рядов с монотонно меняющейся дисперсией можно использовать стабилизирующие преобразования, в частности, логарифмирование, которое поможет преобразовать изменчивую дисперсию в константу.

Логарифмирование является частным случаем семейства преобразований Бокса-Кокса для стабилизации дисперсии. Преобразования Бокса-Кокса – это параметрическое семейство функций с параметром  $\lambda$ , в котором  $\lambda = 0$  соответствует логарифму,  $\lambda = 1$  соответствует тождественному преобразованию.  $\lambda$  можно подбирать так, чтобы дисперсия была максимально монотонная:

$$y'_t = \begin{cases} \ln y_t, & \lambda = 0 \\ \frac{y_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0. \end{cases} \quad (2.3.5)$$

После прогнозирования измененного стационарного ряда нужно провести обратное преобразование для получения прогнозов исходного ряда:

$$\hat{y}'_t = \begin{cases} \exp(\hat{y}'_t), & \lambda = 0, \\ ((\lambda \hat{y}'_t + 1)^{1/\lambda}), & \lambda \neq 0. \end{cases} \quad (2.3.6)$$

Если некоторые  $y_t \leq 0$ , то преобразования Бокса-Кокса невозможны, и нужно прибавить к значениям временного ряда константу и не забыть вычесть ее при обратной трансформации. Для упрощения интерпретации значение  $\lambda$  можно округлять, так как результаты прогноза практически не отличаются при разных значениях  $\lambda$ , но при этом  $\lambda$  сильно влияет на предсказательный интервал.

Еще одно преобразование, которое выполняется с рядами с целью сделать их стационарными – это дифференцирование ряда – переход к попарным разностям соседних значений временного ряда:

$$y_1, \dots, y_T \rightarrow y'_2, \dots, y'_T, \quad y'_t = y_t - y_{t-1} \quad (2.3.7)$$

В результате получается временной ряд, который на один отсчет короче, но оказывается стационарным. Дифференцированием можно стабилизировать среднее значение ряда и избавиться от тренда и сезонности. Можно применять многократное дифференцирование, чтобы сделать ряд стационарным.

Также можно производить сезонное дифференцирование ряда – переход к попарным разностям значений ряда в соседних сезонах (из, например, из значения за декабрь одного года вычитается значение за декабрь другого года, а сам ряд в результате становится короче на 12 – длину сезонного периода).

Модель авторегрессии порядка  $p$  ( $AR(p)$ ) – это регрессия ряда на собственные значения в прошлом:

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.3.8)$$

где  $y_t$  – стационарный ряд,  $\varepsilon_t$  – гауссов белый шум с нулевым средним и постоянной дисперсией  $\sigma_\varepsilon^2$ .  $y_t$  представляет собой линейную комбинацию  $p$  предыдущих значений ряда и шумовой компоненты.

Константы в модели авторегрессии не могут быть любыми. Чтобы временной ряд  $AR(p)$  был стационарным, нужно, чтобы константы лежали внутри единичного круга:

1.  $AR(1)$  необходимо  $-1 < \phi_1 < 1$ ;
2.  $AR(2)$  необходимо  $-1 < \phi_1 < 1$ ,  $\phi_1 + \phi_2 < 1$ ,  $\phi_2 - \phi_1 < 1$ ;
3. ... С ростом  $p$  вид ограничений усложняется.

Модель скользящего среднего порядка  $q$  ( $MA(q)$ ):

$$y_t = \alpha + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2.3.9)$$

$y_t$  представляет собой линейную комбинацию  $q$  последних значений шумовой компоненты.

Чтобы модель  $MA(q)$  была обратимой, должны выполняться те же ограничения на коэффициенты  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ , что и в авторегрессии.

Если сложить авторегрессию порядка  $p$  и скользящее среднее порядка  $q$ , то получится модель  $ARMA(p, q)$  – Autoregressive Moving Average:

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.3.10)$$

По теореме Вольда любой стационарный ряд может быть описан моделью  $ARMA(p, q)$  с любой точностью. Класс моделей ARMA очень богатый, и в нем можно найти модель для любого стационарного ряда.

Говорят, что ряд описывается моделью  $ARIMA(p, d, q)$  с параметрами  $p, d$  и  $q$ , если  $d$  раз проинтегрированный ряд описывается моделью  $ARMA(p, q)$ .

В модели  $ARIMA(p, d, q)$  могут быть и сезонные компоненты. Пусть ряд имеет сезонный период длины  $S$ . Возьмем модель  $ARMA(p, q)$  и добавим  $P$  авторегрессионных компонент:

$$+ \phi_S y_{t-S} + \phi_{2S} y_{t-2S} + \dots + \phi_{PS} y_{t-PS}$$

и  $Q$  компонент скользящего среднего:

$$+ \theta_S \varepsilon_{t-S} + \theta_{2S} \varepsilon_{t-2S} + \dots + \theta_{QS} \varepsilon_{t-QS}.$$

В результате получим модель  $SARMA(p, q) \times (P, Q)$  – Seasonal Autoregressive Moving Average.

Если добавить дифференцирование к модели  $SARMA(p, q) \times (P, Q)$ , то получим модель  $SARIMA(p, d, q) \times (P, D, Q)$  – модель для ряда, к которому  $d$  раз было применено обычное дифференцирование и  $D$  раз – сезонное. Часто в названии модели  $SARIMA$  опускают первую букву и называют просто моделью  $ARIMA$ .

Перейдем к подбору параметров для вышеперечисленных моделей.

Если все остальные параметры фиксированы, то коэффициенты регрессии подбираются методом наименьших квадратов, так как если шум гауссовский, то метод наименьших квадратов дает оценки максимального правдоподобия.

Нюанс заключается в подборе коэффициентов  $\theta$  при шумовых компонентах, так как мы их не наблюдаем. Чтобы найти коэффициенты  $\theta$ , шумовая компонента предварительно оценивается с помощью остатков авторегрессии.

Порядки дифференцирования  $d, D$  подбираются так, чтобы ряд стал стационарным. Однако если сделать слишком много дифференцирований, то от этого увеличится дисперсия прогноза, поэтому имеет смысл дифференцировать как можно меньшее количество раз. Если ряд имеет сезонную составляющую, то рекомендуется начинать с сезонного дифференцирования, так как только его в данном случае уже может быть достаточно для достижения стационарности ряда.

Для сравнения моделей с разными  $q, Q, p, P$  можно использовать критерий Акаике:

$$AIC = -2\log L + 2k \quad (2.3.11)$$

где  $k = P + Q + p + q + 1$  – число параметров модели,  $\log L$  – правдоподобия. Чем критерий меньше, тем лучше модель.

Параметры  $q$  и  $Q$  выбираются по графику автокорреляционной функции. Начальное приближение для  $Q$  дает последний значимый сезонный лаг (12, 24, 36...) на графике автокорреляционной функции. Например, если последний значимый лаг 12, значит  $Q = 1$ . Если значимых сезонных лагов нет, то  $Q = 0$ .  $q$  – номер последнего несезонного лага, при котором автокорреляция значима. Если в ряде есть сезонность, то  $q \leq S$ , где  $S$  – длина сезонного периода.

Для выбора  $p, P$  используется частичная автокорреляционная функция – автокорреляция после снятия авторегрессии на промежуточные значения:

$$\phi_{hh} = \begin{cases} r(y_{t+1} + y_t), & h = 1, \\ r(y_{t+h} - y_{t+h}^{h-1}, y_t - y_t^{h-1}), & h \geq 2, \end{cases} \quad (2.3.12)$$

где  $y_t^{h-1}$  – регрессия на  $y_{t+1}, y_{t+2}, \dots, y_{t+h-1}$ :

$$y_t^{h-1} = \beta_1 y_{t+1} + \beta_2 y_{t+2} + \dots + \beta_{h-1} y_{t+h-1},$$

$$y_{t+h}^{h-1} = \beta_1 y_{t+h-1} + \beta_2 y_{t+h-2} + \dots + \beta_{h-1} y_{t+1}.$$

По графику частичной автокорреляции выбираются параметры  $p, P$  по той же логике: начальное приближение для  $P$  дает последний значимый сезонный лаг (12, 24, 36...) на графике функции частичной автокорреляции.  $p$  – номер последнего несезонного лага, при котором частичная автокорреляция значима.

Таким образом, алгоритм подбора модели следующий:

1. Проанализировать график временного ряда. Например, иногда при визуальном анализе видно, что целесообразно «отрезать» начало ряда, если в нем происходило что-то, что не происходит далее. Также можно заметить выбросы и удалить их, так как ARIMA – это регрессионная модель, поэтому выбросы в ней оказывают большое влияние, как и в обычной регрессии.
2. При необходимости стабилизировать дисперсию (преобразования Бокса-Кокса).
3. Подобрать порядок дифференцирования (параметры  $d, D$ ), если ряд не стационарен.

4. Определить параметров  $p, q, P, Q$ .
5. Обучить модели-кандидаты с выбранными  $p, q, P, Q$ , сравнить их по критерию Акаике и выбрать наилучшую модель.
6. Проанализировать остатки полученной модели.

Анализ остатков модели позволяет понять, насколько хорошо она предсказывает.

Остатки должны обладать некоторыми свойствами:

1. Несмещенность – равенство среднего значения нулю. Отсутствие этого свойства означает, что если прогноз сдвинуть на константу, то он станет лучше. Можно проверить гипотезу  $H_0: \varepsilon = 0$  с помощью критерия Стьюдента.
2. Стационарность – отсутствие зависимости во времени. Остатки во времени должны быть распределены одинаково. Если это свойство не выполняется, то это означает, что в остатках есть структура и прогнозист не добился того, чтобы модель выбрала всю информацию из данных, и модель не одинаково точна в разные периоды времени. Свойство проверяется критерием Дики-Фуллера.
3. Неавтокоррелированность – отсутствие зависимости от предыдущих наблюдений. Если остатки автокоррелированы, то это также означает, что в них есть информация и они не случайны. Свойство можно проверить на коррелограмме и с помощью Q-критерия Льюнга-Бокса.

## 2.4. Показатели точности прогноза

Спрос определяется множеством факторов, влияние которых в будущем до конца неизвестно, поэтому полное совпадение результатов прогноза с реальным уровнем спроса в каждый момент времени лишь в редких случаях оказывается абсолютно точным.

Одним из наиболее распространенных показателей оценки точности прогноза является среднее абсолютное отклонение (Mean Absolute Deviation, MAD) или средняя абсолютная ошибка (Mean Absolute error, MAE) – среднее значение всех погрешностей прогноза независимо от направления допущения ошибки (переоценка или недооценка уровня спроса):

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (2.4.1)$$

где  $A_t$  – фактический уровень спроса за период  $t$ ;  $F_t$  – прогнозируемый уровень спроса за период  $t$ ;  $n$  – количество периодов;  $||$  означает использование абсолютного значения.

Значение этого показателя сложно интерпретировать, так как сама величина показателя мало что означает в одиночку и ясность появляется только в сравнении с другой

моделью. Для лиц, принимающих решения, то или иное значение показателя, полученное от использованной прогнозной модели, также ни о чем не скажет.

Небольшие ошибки прогноза оказывают незначительное влияние на операции и могут быть нивелированы дополнительными запасами или сверхурочным трудом. Значительные же ошибки, напротив, трудно или даже невозможно исправить, поэтому иногда прогнозисту полезно оценить погрешности прогнозов методом вычисления среднеквадратичной ошибки (Mean Square Error, MSE), по которому значения ошибки возводятся в квадрат, увеличивая таким образом вес больших погрешностей и уменьшая вес мелких. С использованием вышеописанных символов уравнение для вычисления значения MSE представлено в формуле 2.4.2:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.4.2)$$

Оптимальная прогнозная модель также должна давать несмещенные результаты, то есть погрешности, к которым приводит использование модели, скорее будут положительными, чем отрицательными. При составлении ряда прогнозов на базе несмещенной модели сумма положительных погрешностей приблизительно равна сумме отрицательных погрешностей, что практически сводит к нулю текущую сумму ошибок (Running Sum of Forecast Errors, RSFE) – сумму всех относительных ошибок в прогнозах, рассчитанных на несколько периодов. Следовательно, если RSFE отклоняется от нуля, то это свидетельствует о смещении результатов прогнозирования. Текущая сумма ошибок используется в расчете средней ошибки прогноза (Mean Forecast Error, MFE), которая также является показателем смещенности прогноза и в идеале должна равняться нулю:

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n} = \frac{RSFE}{n} \quad (2.4.3)$$

MFE показывает среднее отклонение прогнозируемого уровня спроса от фактического на протяжении каждого промежутка времени того периода, на который рассчитан прогноз. Например, значение MFE, равное 5, означает, что на протяжении каждого промежутка времени периода, на который рассчитан прогноз, прогнозируемый уровень спроса на 5 единиц превышает фактический спрос на данное изделие. Если значение MFE вычислено на период, равный десяти промежуткам времени, совокупная переоценка прогнозируемых уровней спроса за этот период составит 50 единиц.<sup>18</sup>

Значение относительной ошибки прогнозирования, которая может быть допущена при использовании той или иной модели, может быть рассчитана с помощью средней абсолютной процентной ошибки (Mean Absolute Percentage Error, MAPE):

---

<sup>18</sup> С. Э. Пивоваров, И. А. Максимцев, И. Н. Рогова, Е. С. Хутиева. *Операционный менеджмент: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения.* – М: Питер, 2021. – С. 122.

$$MAPE = \frac{100}{n} * \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (2.4.4)$$

Показатель MAPE не имеет размерности, достаточно прост в интерпретации и понятен конечным пользователям информации. Например, если значение MAPE получилось равным 10%, то это означает, что ошибка составила 10% от фактических значений.

## 2.5. Человеческий фактор в прогнозировании

Недавние исследования показывают, что статистические методы и человеческие суждения должны быть объединены, чтобы можно было реализовать дополнительные преимущества для смягчения недостатков, присущих как субъективным качественным, так и объективным количественным методам.<sup>19</sup> Человеческие суждения используются при прогнозировании продаж из-за неспособности одномерных статистических моделей учитывать влияние продвижения в прогнозах или в случаях, когда исторических данных мало или они отсутствуют, например, при запуске новых продуктов или использовании новых видов продвижения.

Лоуренс, О'Коннор и Эдмундсон (2000) классифицируют информацию, полезную для прогнозирования, на два класса: исторические данные и контекстуальные знания. Исторические данные — это временные ряды, методы прогнозирования которых были описаны выше, а контекстуальные знания — это любая другая информация, относящаяся к объяснению поведения временных рядов, например, промо-календари действия конкурентов и другие динамические факторы такие как эпидемии или политические события.<sup>20</sup> Таким образом, прогнозисты обладают контекстуальной информацией и опытом, чего нет у статистических модели, и в этом заключается основная добавленная стоимость, создаваемая человеческими суждениями для целей прогнозирования.

Однако человеческие суждения нужно использовать с осторожностью, так как личные и социальные предубеждения или когнитивные ограничения могут помешать этому процессу. Таким образом, необходимо правильно использовать человеческие суждения для повышения точности прогнозов.

---

<sup>19</sup> Jorge Alvarado-Valencia et al. Expertise, credibility of system forecasts and integration methods in judgmental demand forecasting // International Journal of Forecasting. – 2017. – Т. 33. - № 1. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207016300140> (дата обращения: 25.03.2022)

<sup>20</sup> M. Lawrence, M. O'Connor, B. Edmundson. A field study of sales forecasting accuracy and processes // European Journal of Operational Research. – 2000. – Т. 121, № 1. – С. 151-160.

Корректировка прогнозов редко выполняется систематически: эксперты часто применяют свои знания и опыт не структурированно, что может привести к плохим результатам.

Стимулирование сбыта является основной причиной субъективной корректировки статистических прогнозов.<sup>21</sup> Во время продвижения продажи увеличиваются за счет увеличения потребления и/или переключения с одних товаров на другие. Часто потребители затариваются товарами на скидках, что приводит к снижению продаж в следующих периодах.

Механика продвижения включает в себя тип продвижения (например, одиночная покупка или множественная), тип показа, тип рекламы (в магазине, онлайн или в каталоге), а также специальные атрибуты (например, маркировка товаров, приуроченных к праздникам или с наличием подарка при покупке). Различные механики приводят к разному росту продаж и характеризуются высокой степенью неопределенности, что усложняет процесс прогнозирования.

Были предложены различные методы для решения задачи рекламного прогнозирования. Обычно они основаны на множественной регрессии с экзогенными переменными, соответствующими различным типам продвижения. Такие методы сложны, предъявляют высокие требования к данным и их трудно интерпретировать с точки зрения различия влияния отдельных рекламных факторов, поэтому на практике они не получили широкого использования.

Рекламные эффекты являются систематическими событиями, которые можно измерить количественно и включить в статистические модели. Получив информацию о рекламных акциях с их соответствующим уровнем воздействия на продажи можно построить комбинации уровней наиболее значимых событий, где каждая комбинация называется состоянием. В статье Махди Аболгасеми и других Demand forecasting in the presence of systematic events: Cases in capturing sales promotions процедура установления различных состояний повышения спроса называется Demand Uplift States (DUS).<sup>22</sup> Прирост продаж в рекламные периоды рассчитывается путем вычитания фактически реализованных продаж из базовых прогнозов в каждый период.

Разработанная в статье модель прогнозирования систематических событий (Forecasting Systematic Events, FSE, формула 2.5.1) состоит из двух компонентов: модели

---

<sup>21</sup> R. Fildes, P. Goodwin. Against your better judgment? How organizations can improve their use of management judgment in forecasting // *Interfaces*. – Т. 37, № 6 – 2007.

<sup>22</sup> M. Abolghasemi, J. Hurley, A. Eshragh, B. Fahimnia. Demand Forecasting in the Presence of Systematic Events: Cases in Capturing Sales Promotions // *International Journal of Production Economics*. – 2020. – V. 230, P. 8.

ARIMA для прогнозирования основного временного ряда в отсутствие систематических событий и регрессии по переменной состояния спроса для моделирования эффекта систематических событий. Когда в период времени  $t$  события отсутствуют, все переменные состояния в этот период времени равны нулю, а модель FSE упрощается до модели ARIMA порядка  $p$  и  $q$ . Модель FSE предполагает, что базовый временной ряд является стационарным.

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j S_{jt} + \varepsilon_t \quad (2.5.1)$$

$X_t$  – спрос во время  $t$ ,  $S_{jt}$  – переменная состояния роста спроса во время  $t$  (принимает значение 1, если рост спроса находится в состоянии  $s$  в момент времени  $t$ , и ноль в противном случае),  $\varepsilon_t$  – гауссовский белый шум,  $\alpha_0$  - константа,  $\varphi_i$ ,  $\theta_i$  и  $\beta_j$  - неизвестные параметры, которые будут оценены по данным временных рядов и выходных данных алгоритма,  $p$  - число значений прошлых продаж, регрессированных в модели,  $q$  - порядок скользящей средней,  $m$  - общее количество состояний роста продаж, заданных алгоритмом DUS.

Модель FSE отличается от обычной модели ARIMA с экзогенными переменными (ARIMAX): хотя модель FSE использует ARIMA для оценки базовой модели, она использует алгоритм DUS для определения и внедрения переменных, в отличие от ARIMAX, которая одновременно подгоняет модель ARIMA ко всему набору данных и использует переменные для учета изменений в динамике рядов.

## 2.6. Модели оценки зрелости процесса планирования продаж и операций

Для того, чтобы рекомендации по совершенствованию процесса планирования продаж и операций были ценными для компании, необходимо оценить разные аспекты процесса и стадии зрелости, на которых они находятся. Томе и другие (2012) представляют обзор различных моделей оценки зрелости процесса планирования продаж и операций.<sup>23</sup> В своей работе я более подробно остановлюсь на моделях Лапида и Гримсона и Пайка, так как, согласно Томе, эти модели обобщают другие.

В модели Лапида двенадцать факторов успешной реализации процесса планирования продаж и операций сгруппированы по трем измерениями: люди, процессы и технологии, а компании классифицируются по четырем стадиям зрелости (таблица 2.6.1).

<sup>23</sup> Thomé, Scavarda, Fernandezc, Scavardad. Sales and Operations Planning: A Research Synthesis // International Journal of Production Economics. – 2021. – Т. 138, №1. – С. 1-13.

Главным акцентом в человеческом измерении являются формальность и вовлеченность участников в собраниях, в процессном измерении фокус направляется на степень интеграции между внутренними и внешними планами спроса и поставок, и, наконец, в технологическом измерении основными элементами являются компьютеризация данных и интеграция внутренних и внешних информационных систем.

**Таблица 2.6.1. Модель зрелости Лапида**

Измерение	Маргинальный процесс	Зачаточный процесс	Классический процесс	Идеальный процесс
Люди	Неформальные встречи	Запланированные встречи	100%-ая посещаемость и участие	Собрания планируются, как только возникает дисбаланс спроса и поставок
Процессы	Планы поставок и спроса не выравнены	Планы поставок выравнены с планами спроса	Планы выравнены с участием некоторых клиентов и поставщиков.	Спрос и поставки выравнены внутри компании и извне.
Технологии	Отдельная бессистемная информация	Автономные друг от друга системы планирования спроса и поставок	Интегрированные системы планирования спроса и поставок	Система S&OP. Интеграция с системами клиентов и поставщиков.

Составлено по: L. Lapide. Sales and Operations Planning Part III: Diagnostic Model.

Модель Лапида упускает формальность организационной структуры и показатели эффективности в качестве измерений, что было учтено Гримсоном и Пайком в их модели (таблица 2.6.2.). У авторов присутствует 5 измерений и 5 уровней зрелости процесса.

**Таблица 2.6.2. Модель зрелости Гримсона и Пайка**

	Отсутствие процесса	Реактивный S&OP	Стандартный S&OP	Продвинутый S&OP	Проактивный S&OP
Собрания и кооперация	Отсутствие формальных собраний и совместной работы.	Собрания на уровне топ-менеджмента, фокус на финансовых целях.	Вовлечение других уровней на 4 стадии процесса. Анализ данных о продажах и операциях.	Данные о спросе и поставках взаимосвязаны. Ключевые поставщики и клиенты участвуют в собраниях.	Собрания являются частью календаря компании. Участники располагают данными, обновляемыми в реальном времени.
Организация	Отсутствие S&OP	Компоненты процесса находятся в других функциях.	S&OP – полноценная часть других функций.	S&OP имеет формальную структуру с участием на уровне executives.	S&OP понимается как высоко релевантный.

Продолжение таблицы 2.6.2

Показатели эффективности	Никаких измерений	Измеряется только насколько хорошо производство удовлетворяет план продаж.	Как на предыдущем этапе; измеряется точность прогнозов.	Как на предыдущем этапе; ввод информации о новых продуктах.	Как на предыдущем этапе; фокус на оптимизацию прибыли компании.
Технологии	Отсутствие консолидации информации. Локальные изолированные друг от друга системы.	Некоторая консолидация информации, проводимая вручную.	Централизация информации; программное обеспечение для планирования потоков выручки и операций.	ERP система, в которой продажи и производство интегрированы	Программное обеспечение для оптимизации S&OP, связанная с ERP и с обновлением данных в реальном времени.
Интеграция продаж и операций	Отсутствие формального планирования	План продаж задает план производства. Динамика использования мощностей игнорируется.	Некоторая интеграция планов. План продаж и операций выравнен с бизнес-планом.	Интеграция среднесрочных планов. Анализ мощностей используется как ограничение для составления плана спроса.	Полная интеграция планов с фокусом на оптимизацию прибыли компании.

Составлено по: J. Andrew Grimson, David F. Pyke. Sales and Operations Planning: an Exploratory Study and Framework.

«Собрания и кооперация» выступает первым измерением модели, в рамках которого компания оценивается по человеческим аспектам: масштаб собраний (состав участников от специалистов до высших руководителей) и децентрализация в принятии решений. Следовательно, на ранних стадиях зрелости процесса собрания являются неформальными: ограничиваются высшим руководством и в большей степени фокусируются на финансах, а на более продвинутой стадии собрания включают в себя представителей разных функций и даже клиентов и поставщиков.

Вторым измерением является «Организация», которое оценивает организационную структуру S&OP, ее формализованность и наличие конкретных членов. По мере «созревания» процесс приобретает формальную правильную для конкретной организации структуру.

Третье измерение, показатели эффективности, оценивается по степени их полноты среди функций организации: на ранних стадиях они либо не существуют, либо

применяются только для продаж и поставок, а на поздних стадиях уже охватывают новые продукты и финансы.

В четвертом измерении зрелость процесса оценивается по измерению информационных технологий, который включает в себя аспекты централизации информации и наличия программного обеспечения для реализации процесса планирования продаж и операций.

И, наконец, пятое измерение представляет собой оценку уровня интеграции между продажами (спросом) и операциями (производством и поставками).

## **Выводы по главе II**

Процесс планирования продаж и операций выполняет не только горизонтальное выравнивание между различными организационными функциями для достижения согласованности решений с целью балансировки спроса и поставок, но и вертикальное выравнивание путем согласования целей и стратегий на верхних уровнях организации с детальными планами и графиками на нижних уровнях.

Процесс планирования продаж и операций представляет собой пятиэтапный процесс, повторяющийся каждый месяц, а горизонт планирования может простираться на 18 – 36 месяцев в зависимости от отрасли, в которой функционирует компания.

На первом этапе обсуждаются планы по управлению портфелем продуктов компании, которые передаются на далее для составления неограниченного прогноза спроса, на который на третьем этапе накладываются ограничения цепи поставок. Далее планы сверяются, принимаются решения и подготавливаются альтернативы по расширению возможностей удовлетворения плана спроса и расставляются приоритеты спроса для передачи на пятый этап, где рассматриваются к принятию и корректируются уже принятые решения, сравниваются финальная версия плана продаж и операций с бизнес-планом и, в случае несоответствия, корректируется план продаж и операций и/или бизнес-план. Полезно документировать все допущения, на которых основываются планы, для сравнения допущений с фактическими результатами после завершения рассматриваемого периода и анализа причин реализации или не реализации этих допущений.

Планирование спроса уникально, поскольку оно играет центральную роль в обеспечении целей роста и высокого уровня обслуживания, гарантируя, что клиенты компании получают нужный продукт, в нужном объеме и в нужное время. Важно иметь качественный прогноз спроса, ведь он является основой для принятия решений по организации операций по выпуску товаров или предоставлению услуг, а также для финансового планирования.

Прогнозировать спрос можно как качественными субъективными методами, основанными на человеческих суждениях, либо объективными количественными, имеющими дело с математическими формулами. Сложные многофакторные модели не всегда дают более точные прогнозы, чем более простые методы, требуют внушительных объемов данных, подвержены проблемам мультиколлинеарности и размерности, требуют высокой экспертизы и хуже воспринимаются лицами, принимающими решения. Семейство моделей авторегрессивной интегрированной скользящей средней (ARIMA) – один из самых больших, широко и успешно применяемых для прогнозирования класс моделей, в котором можно найти модель для любого стационарного ряда.

Использование экспертных оценок в дополнение к статистическому анализу способствует повышению точности прогнозов, так как прогнозисты обладают опытом и информацией о промо-механиках, действиях конкурентов и других внешних факторах, чего нет у статистических моделей.

Для того, чтобы рекомендации по совершенствованию процесса планирования продаж и операций были ценными для компании, необходима оценка различных аспектов процесса по стадиям зрелости, на которых они находятся. В модели оценки зрелости Лапида двенадцать факторов успешной реализации процесса планирования продаж и операций сгруппированы по трем измерениями: люди, процессы и технологии, а компании классифицируются по четырем стадиям зрелости. Модель Гримсона и Пайка является расширением модели Лапида и включает пять измерений (собрания и кооперация, организация, показатели эффективности, технологии, интеграция продаж и операций) и пять уровней зрелости процесса.

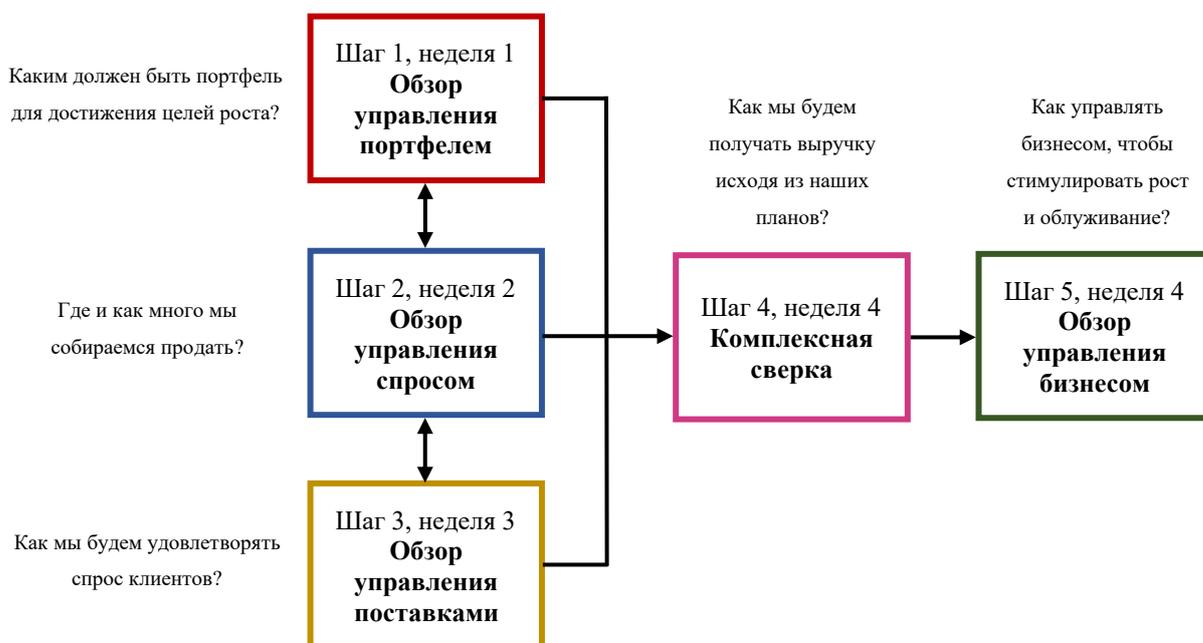
Таким образом, оценка зрелости аспектов процесса планирования продаж и операций позволит проверить выдвинутую в начале работы гипотезу о том, что основной причиной дефицита является некачественное прогнозирование спроса, а также дать рекомендации для перехода каждого из аспектов процесса на более высокий уровень зрелости.

## ГЛАВА III. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОДАЖ И ОПЕРАЦИЙ В ИССЛЕДУЕМОЙ КОМПАНИИ

### 3.1. Описание процесса планирования продаж и операций в исследуемой компании

Процесс планирования продаж и операций в компании согласовывает намерения продаж и маркетинга с возможностями цепочки поставок для обслуживания клиентов и достижения финансовых целей компании, а также для связывания бизнес-стратегии с операциями по всем функциям. Для компании это процесс, который позволяет находить время для принятия качественных решений для планирования на долгосрочную перспективу отдельно от решения краткосрочных проблем.

Процесс устроен согласно классическому пятиэтапному циклу, описанному в главе II, пункте 2.2., и включает в себя обзор управления портфелем (Portfolio Management Review, PMR), обзор управления спросом (Demand Management Review, DMR), обзор управления цепью поставок (Supply Management Review, SMR), комплексную сверку (Integrated Reconciliation, IR) и обзор управления бизнесом (Management Business Review, MBR). Схема процесса представлена на рисунке 3.1.1. Горизонт планирования простирается на 39 периодов (один период равен четырем неделям).



**Рис. 3.1.1.** Схема процесса планирования продаж и операций в компании ABC

Составлено по материалам компании.

На первом этапе специалисты и менеджеры отдела маркетинга обсуждают, каким должен быть портфель брендов и продуктов компании для достижения среднесрочных и

долгосрочных целей роста. Вводными данными для этого этапа являются стратегия роста, информация о каналах продаж и планах клиентов, стратегии активации брендов, ценовая стратегия, результативность текущего портфеля и информация о планах конкурентов. Результатом данного этапа выступает трехлетний план построения портфеля, план продвижения, основные приоритеты, риски и возможности, вопросы, принятие решений по которым передается на следующие уровни, а также последствия реализации стратегии.

Владельцем шага обзора управления портфелем являются вице-президент по маркетингу. Участниками данного этапа являются директор планирования продаж и операций, маркетинговые директора, финансовый директор, коммерческий директор, директор разработки новых продуктов и директор по стратегическому снабжению.

На этапе обзора управления спросом составляется неограниченный план спроса. План неограниченного спроса означает объем, который может быть продан при отсутствии ограничений по запасам, производственным мощностям, контролю качества, сырью, внешней и внутренней логистике и другим мощностям и ресурсам. Цель планирования спроса - предоставить согласованный план спроса, который позволяет всей организации обеспечить ожидаемый рост и уровень обслуживания клиентов. На этом шаге используется информация о планах построения портфеля, полученных на первом шаге, деятельности клиентов, тенденциях потребления, запасах розничных продавцов, промо активностях и влиянии деятельности конкурентов. Таким образом, на этом этапе с наибольшей точностью прогнозируется то, что находится в ведении прогнозистов спроса, специалистов отделов продаж и маркетинга, и не принимаются во внимание ограничения цепи поставок. В результате составляется трехлетний неограниченный план спроса с описанием предположений по рискам и возможностям, который далее передается на следующий этап для планирования поставок.

Владельцами данного этапа являются вице-президент по продажам и директор по планированию спроса. В составлении неограниченного плана спроса принимают участие директор по планированию продаж и операций, вице-президент по клиентскому опыту, вице-президент по каналам и клиентам, финансовый директор по продажам, директора по клиентскому и сезонному маркетингу, планировщики спроса.

У всех цепей поставок есть ограничения: мощность производственной линии, складские мощности, ограниченный бюджет, что может повлиять на способность обслуживать потребности клиентов. Планирование поставок стремится понять, как компания может максимизировать уровень сервиса (как поставлять вовремя и в полном объеме), как эффективно управлять существующими запасами и планировать производство с учетом запасов и спроса от клиентов, и, наконец, как минимизировать операционные

издержки. На третьем шаге процесса планирование поставок согласовывает неограниченный план спроса, полученный на предыдущем этапе, с возможностями цепочки поставок и создает план ограниченных поставок, который способен по максимуму с учетом приоритетов компании удовлетворить потребности клиентов. Также составляется список ограничений, которые не позволяют полностью выполнить прогноз спроса.

Владельцами этапа являются вице-президенты по цепи поставок и по производству. В составлении ограниченного прогноза поставок принимают участие директор по планированию продаж и операций, директор по планированию поставок, команда лидеров управления цепью поставок, финансовый директор по производству, планировщики поставок, инженерный директор, старший финансовый менеджер по поставкам.

На этапе комплексной сверки план спроса и план поставок согласовываются между собой для каждой категории продуктов и интегрируются в финансовый план, проверяется прибыльность и рассматриваются запросы на финансирование, принимаются решения для расширения возможностей удовлетворения спроса планом поставок, например, увеличение рабочих дней, наращивание мощностей, изменение производства с опережением объемов для удовлетворения пиков спроса в будущем и пр., делается обзор прогнозного отчета о финансовых результатах и пробелов по достижению целей. Группа совещания гарантирует интегрированность и осуществимость планов. Также разрабатываются рекомендации и альтернативы по достижению целей для рассмотрения на следующем этапе.

Комплексную сверку проводят вице-президент по финансовому планированию и аналитике, а также лидер планирования продаж и операций. В принятии решений и разработке рекомендаций принимают участие маркетинговый директор, директор планирования спроса, директор планирования поставок, команда лидеров финансов, директора по запасам и производству, а также директор по разработке новых продуктов.

Наконец, президент, лидер планирования продаж и операций, лидер стратегии спроса и директор по планированию поставок сравнивают внедрение трехлетнего плана с целями, поддерживают или оспаривают ключевые рекомендации по устранению пробелов по достижению целей, выдвинутых на предыдущем этапе, вносят финальные изменения либо в план, либо в цели по бизнес-показателям, подтверждают инвестиции для расширения возможностей по удовлетворению спроса. Итогом становится единый план продаж и операций, подтвержденный высшим руководством, который спускается ниже по иерархии всем заинтересованным сторонам.

### **3.2. Оценка зрелости процесса планирования продаж и операций в исследуемой компании**

Чтобы проверить гипотезу, выдвинутую в начале работы, оценим зрелость различных аспектов процесса планирования продаж и операций по каждой из рассмотренных моделей в главе II, пункте 2.6.

Для начала оценим зрелость процесса по модели Лапида. Касательно человеческого аспекта, компания находится на классической стадии, поскольку существует четкий календарь встреч в рамках пятиэтапного процесса S&OP, которые заранее запланированы в официальном календаре компании, что снижает риск отсутствия ключевых участников каждого этапа.

Что касается процессного измерения, то здесь процесс планирования продаж и операций находится на зачаточной стадии, так как у компании есть определенная последовательность действий для выравнивания планов поставок и спроса, а специалисты отдела продаж доносят некоторую информацию о своих клиентах и их будущих планах, однако прямого участия клиентов и поставщиков нет. Совместного планирования с клиентами и поставщиками, а также их участия в процессе не наблюдается.

Технологический аспект также находится в зачаточной стадии, так как компания не использует интегрированных систем планирования спроса и поставок и не распространяет интеграцию извне компании на клиентов и поставщиков. Вся консолидация информации проводится вручную, а прогноз строится на человеческих суждениях. Для составления прогноза спроса берутся исторические данные о продажах и продвижении товаров, вручную производится очистка от промо и тендеров для получения базовой линии, которая с учетом тренда прогнозируется на будущие периоды. Далее с помощью человеческих суждений на прогноз базовой линии накладываются всплески и падения спроса исходя из допущений и информации о промо-механиках, маркетинговых активностях, новых запусках и влиянии внешних факторов. План поставок также составляется вручную с использованием списков ресурсов, потребностях в мощностях, запасах и другой информации об операционных ограничениях.

Таким образом, с учетом классификации по трем измерениям, можно сделать вывод, что процесс в большей степени находится на зачаточной стадии, но имеет потенциал для миграции на следующую стадию.

Перейдем к оценке зрелости по модели Гримсона и Пайка. По измерению «Собрания и сотрудничество» процесс находится на стандартной стадии, поскольку совещания включают в себя не только топ-менеджеров и высшее руководство, но и сотрудников более низких уровней, однако поставщики и клиенты в собраниях не участвуют.

В организационном аспекте компания находится на продвинутой стадии, так как процесс закреплен за отдельной функцией в организационной структуре компании, а лидер этой функции подчиняется непосредственно генеральному менеджеру. Эта функция признана важной отделами планирования производства, закупок, производства и продаж, хотя существуют неопределенности в отношении объема ее ответственности в других функциях организации.

Что касается аспекта показателей эффективности, компания находится на проактивной стадии, так как помимо информации о планах производства и продаж анализируется точность прогнозов, информация о новых продуктах, обсуждаются допущения, которые были сделаны при составлении прогнозов, а также причины, по которым они оказались верны или не верны. Финансовая составляющая не ограничивается лишь акцентом на доходах, так как обсуждаются альтернативы и способы, которые позволят сократить пробелы в достижении финансовых целей, расставляются приоритеты с учетом целей по прибыльности и эффективности.

С точки зрения информационного аспекта, компания находится на реактивной стадии. Ранее было учтено, что компания не использует программное обеспечение для консолидации информации, а прогнозы и планы составляются вручную с использованием человеческих суждений.

Наконец, что касается интеграции продаж и поставок, в компании присутствуют формальные процедуры планирования, динамика использования мощностей принимается во внимание при расставлении приоритетов спроса для оптимизации прибыли компании и достижения финансовых результатов, благодаря чему по данному аспекту процесс находится на проактивной стадии.

Оценив зрелость различных аспектов модели Гримсона и Пайка, можно сделать вывод о том, что несмотря на то, что по трем из пяти измерений процесс находится на наиболее высоких стадиях зрелости, технологический аспект развит наименьшим образом и тормозит «созревание» процесса.

Сравнение полученных результатов по обеим моделям показывает, что модель Лапида в целом дает более низкую оценку зрелости процесса, чем модель Гримсона и Пайка ввиду того, что во-первых, модель Гримсона и Пайка имеет больше измерений и больше классов зрелости, и, во-вторых, аспект, связанный с участием клиентов и поставщиков в модели Лапида вынесен в процессное измерение, а у Гримсона и Пайка находится в аспекте «Сотрудничество и кооперация» – аналоге человеческого измерения в модели Лапида. Таким образом, анализ результатов оценки по обеим моделям позволяет сделать вывод о том, что технологический аспект является наиболее отстающим по зрелости. Данный

аспект напрямую связан с прогнозированием и планированием, ведь именно использование программного обеспечения, которое в идеале должно быть интегрировано как внутри компании, так и извне с ключевыми клиентами и поставщиками, а также использование языков программирования и программных пакетов для анализа данных позволяет составлять наиболее качественные прогнозы и планы, с помощью которых компания сможет обеспечить цели роста и высокого уровня обслуживания клиентов. Это позволяет подтвердить выдвинутую в начале работы гипотезу о том, что основной причиной дисбаланса спроса и поставок в компании является некачественное прогнозирование спроса.

### **3.3. Рекомендации по совершенствованию процесса планирования продаж и операций**

Планирование продаж и операций – это процесс, который выравнивает цели и решения различных организационных функций в компании, поэтому для принятия качественных решений важно обеспечить 100% посещаемость всех запланированных собраний теми функциями, которые должны быть на них представлены. Для достижения этой цели в случае отсутствия участника от определенной функции за него в собрании должен участвовать заранее назначенный и подготовленный к встрече другой сотрудник из этой функции.

В компании реализуется процедура управления соответствием спроса и поставок в окне исполнения от 0 до 12 недель. Несколько факторов могут повлиять на прогноз спроса в пределах окна 0–12 недель, например: погода, неожиданная конкуренция, неожиданные изменения потребительского спроса, например, добавление или удаление промо-мероприятий, краткосрочные проблемы с поставками. Реакция цепи поставок на таком краткосрочном промежутке практически отсутствует, что может привести к тому, что компания ограничит спрос в краткосрочное окно 0–12 недель. В ответ на эти «ограничения спроса» может потребоваться приоритезация клиентов и каналов для «распределения спроса» в краткосрочной перспективе. Ответственность за эту приоритезацию принадлежит отделу продаж с участием других ключевых заинтересованных сторон.

Национальные клиенты имеют особую важность для компании, поэтому в случае возникновения ограничений приоритет отдается именно им, а более мелкие региональные сети остаются без продукта и сильно проседают по уровню сервиса и доступности на полке. По этой причине для перехода на более зрелую стадию по человеческому аспекту крайне важно напрямую привлечь в процесс ключевых клиентов. С крупными национальными

клиентами можно развить практику совместного планирования, так как точность прогноза для таких клиентов является критически важной.

Помимо привлечения в процесс ключевых клиентов важно привлекать и ключевых поставщиков. Игнорирование информации от поставщиков чревато серьезными последствиями для выполнения целей. Весь 2021 год компания испытывала серьезнейший дефицит одного из ключевых SKU ввиду неурожайности кокоса. Однако, например, одному из прямых конкурентов рассматриваемой компании удалось избежать подобного масштаба проблемы и заранее пополнить запасы сырья. В результате, многие ритейлеры были вынуждены ротировать товары данного бренда на другие, а для восстановления доли рынка бренда потребуются серьезные усилия, маркетинговые активности и бюджеты. Помимо поставщиков сырья, также важны и поставщики упаковки, так как игнорирование важности поставщиков упаковки может создать проблемы и сильно повлиять на показатель уровня обслуживания. Включая поставщиков в процесс планирования продаж и операций, компания может снизить подобные риски в будущем.

Касательно технологического аспекта, внедрение программного обеспечения для оптимизации планирования продаж и операций, интегрированного с системами клиентов и поставщиков, релевантно для компаний, уже находящихся на высоком уровне зрелости по технологическому аспекту. Рассматриваемая же компания находится на зачаточных стадиях зрелости по данному измерению процесса: консолидация информации есть, но мануальная, а для составления прогнозов не используются языки программирования и программные пакеты.

Прогноз спроса оказывает огромное влияние на расходы компании, а следовательно, и на достижение финансовых целей. Именно поэтому высокая точность прогноза спроса является залогом отсутствия потерь во всей цепочке поставок и одной из важнейших задач для оптимальной работы компании в целом. На данный момент компания использует лишь человеческие суждения для составления прогнозов, однако, чтобы перейти на следующую стадию зрелости по технологическому аспекту, необходимо избегать игнорирования количественных подходов к прогнозированию, ведь и качественным, и количественным методам присущи свои недостатки, которые могут быть нивелированы в результате сочетания обоих подходов. Применение количественных методов прогнозирования позволит увеличить точность прогноза спроса, так важного для составления плана поставок.

Также важно наличие систем планирования, необходимых для более быстрой скорости генерации планов, что позволят моделировать различные сценарии для лучшего

принятия решений и анализа их последствий, что на данный момент невозможно из-за большого количества времени, затрачиваемого на подготовку планов.

### 3.4. Применение рекомендаций для совершенствования прогноза спроса в исследуемой компании

Анализ возможностей различных языков программирования и программных пакетов для анализа данных позволил выделить язык программирования R как наиболее удобный инструмент для прогнозирования временных рядов, так как он обладает наиболее обширным и удобным инструментарием ввиду наличия встроенных пакетов для прогнозирования, а также несложным для понимания синтаксисом. Так как прогнозисты компании не являются продвинутыми дата-аналитиками, то вышеперечисленные преимущества этого языка говорят о его большом потенциале для реального использования в компании.

В частности в библиотеке 'forecast' для языка программирования R содержится функция `auto.arima`, которая проверяет временной ряд на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера и в случае нестационарности находит его разность порядка  $d$ , строит графики автокорреляции (ACF) и частичной автокорреляции (PACF) с помощью которых определяет значения параметров  $p$  и  $q$ , применяет диагностические меры для проверки модели. Иными словами, данная функция содержит в себе алгоритм, который объединяет тесты для выбора лучшей модели из класса ARIMA.

Построим прогноз спроса для одного из национальных клиентов компании. Выделим группу продуктов жевательной резинки, так как она включает в себя адекватное количество брендов и SKU, для производства которых используется схожий набор ресурсов и видов упаковки.

Перед началом работы в RStudio (среда разработки для языка программирования R) необходимо установить следующие библиотеки:

1. Tidyverse: библиотека для чтения файлов, которая необходима ввиду получения данных из файла с расширением `.csv`.<sup>24</sup>
2. Tseries: библиотека для анализа временных рядов.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Tidyverse packages: tidyverse.org [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tidyverse.org/packages/> (дата обращения: 19.04.2022)

<sup>25</sup> Tseries: Time Series Analysis and Computational Finance [Электронный ресурс]. – URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/tseries/index.html> (дата обращения: 19.04.2022)

3. Forecast: библиотека, которая предоставляет методы и инструменты для отображения и анализа временных рядов и их прогнозирования, в том числе автоматическое моделирование ARIMA.<sup>26</sup>

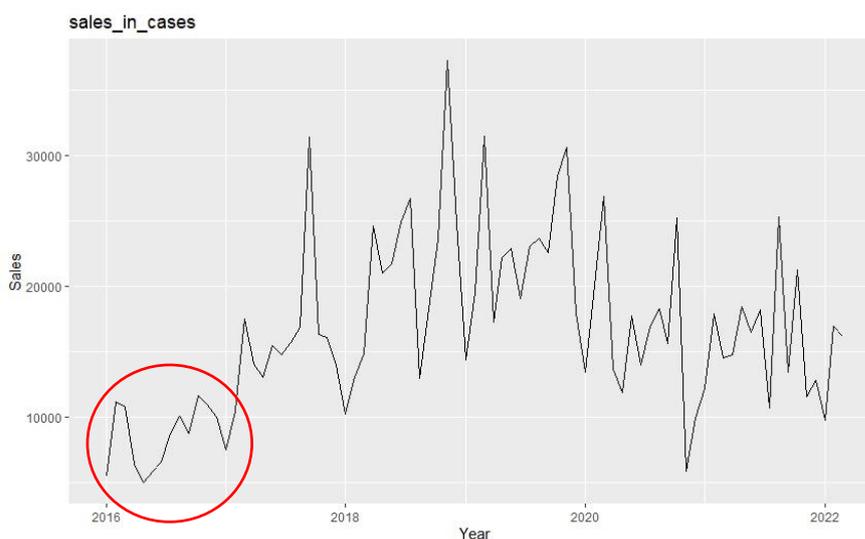
Компанией были предоставлены данные о реальных продажах группы продуктов жевательной резинки одному из национальных клиентов с 2016 по третий период 2022 года по каждому периоду (81 наблюдение). Файл формата .csv состоит из двух столбцов: Period, который обозначает год и номер периода, за который предоставлены данные, и SalesInCases, в котором содержатся значения продаж в кейсах по каждому периоду.

Проведем визуальный анализ графика временного ряда. Для построения графика напишем следующий код (рисунок 3.4.1):

```
5 sales <- read.csv(file.choose())
6 class(sales)
7 str(sales)
8
9
10 sales_in_cases <- ts(sales[, "SalesInCases"], frequency = 13, start = c(2016, 1))
11
12 autoplot(sales_in_cases) + ggtitle("sales_in_cases") + ylab("Sales") + xlab("Year")
```

**Рис. 3.4.1.** Код для построения графика временного ряда

Данными командами мы выбираем файл, прочитываем из него данные, создаем временной ряд из столбца SalesInCases с длиной сезонного периода 13 и начиная с первого периода 2016 года и с помощью функции autoplot строим график временного ряда, представленный на рисунке 3.4.2.

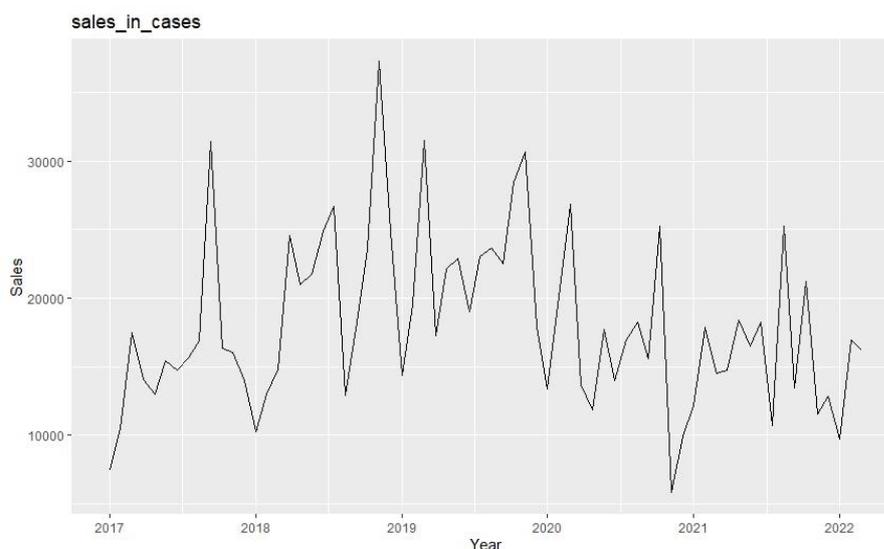


**Рис. 3.4.2.** График значений временного ряда с 2016 года

Из графика видно, что в 2016 году ряд ведет себя не так, как далее, поэтому целесообразно удалить первые 13 периодов. Для этого отредактируем .csv файл с данными,

<sup>26</sup> Forecast library documentation: [rdocumentation.org](https://www.rdocumentation.org/packages/forecast/versions/8.16) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rdocumentation.org/packages/forecast/versions/8.16> (дата обращения: 19.04.2022)

изменим начало временного отсчета с 2016 на 2017 год и повторим команды. В результате получается следующий график (рисунок 3.4.3):



**Рис. 3.4.3.** График значений временного ряда с 2017 года

Далее создаем переменную `fit_ARIMA`, в которую будет записана лучшая модель из класса ARIMA с подобранными с помощью функции `auto.arima` параметрами, и выводим ее на экран. Также проверяем остатки с помощью функции `checkresiduals()`, которая создает график остатков для переменной к исходным данным модели, график ACF и гистограмму остатков с наложением нормального распределения. Также функция проводит тест Льюнга-Бокса для проверки неавтокоррелированности остатков. Код команд, подобранная модель ARIMA и графики для проверки остатков представлены на рисунках 3.4.4, 3.4.5 и 3.4.6 соответственно.

```
14 fit_ARIMA <- auto.arima(sales_in_cases)
15
16 print(summary(fit_ARIMA))
17 checkresiduals(fit_ARIMA)
```

**Рис. 3.4.4.** Код для подбора и вывода модели, а также для проверки остатков

```
Series: sales_in_cases
ARIMA(1,0,1)(1,0,1)[13] with non-zero mean

Coefficients:
      ar1      ma1      sar1      sma1      mean
      0.8864 -0.7409 -0.3464  0.7050 17543.006
s.e.    0.1177  0.1660  0.3949  0.4365 1795.161

sigma^2 = 31506534; log likelihood = -682.7
AIC=1377.4  AICC=1378.78  BIC=1390.72

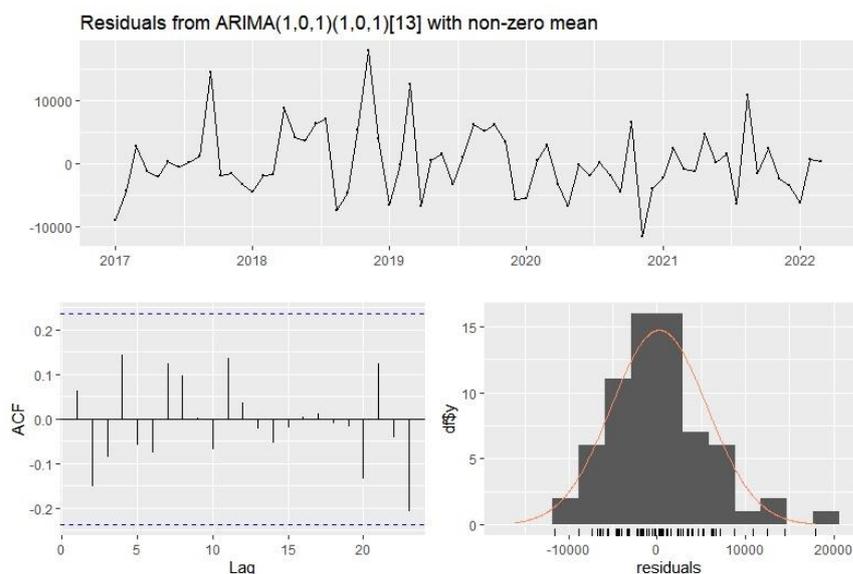
Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 227.5977 5402.766 4058.114 -8.590692 25.23978 0.6619852 0.06351678
> checkresiduals(fit_ARIMA)

Ljung-Box test

data: Residuals from ARIMA(1,0,1)(1,0,1)[13] with non-zero mean
Q* = 9.009, df = 9, p-value = 0.4364

Model df: 5. Total lags used: 14
```

**Рис. 3.4.5.** Подобранный модель ARIMA



**Рис. 3.4.6.** Графики для проверки остатков

Функция `auto.arima` подобрала сезонную модель с параметрами (1,0,1) (1,0,1). Параметры  $d$  и  $D$  равны нулю, что означает, что не было проведено ни простого дифференцирования, ни сезонного. Значение средней абсолютной процентной ошибки (MAPE) равно 25,24, что означает, что ошибка составила 25,24% от фактических значений. Эмпирическое уравнение модели имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 \widehat{sales\_in\_cases}_t &= 17711 + 0,89 \times sales\_in\_cases_{t-1} - 0,74 \times e_{t-1} \\
 &- 0,33 \times (sales\_in\_cases_{t-1} - sales\_in\_cases_{t-14}) \\
 &+ 0,67 \times (e_{t-1} - e_{t-14})
 \end{aligned} \tag{3.4.1}$$

График остатков выглядит как белый шум. График автокорреляционной функции не показывает значимой автокорреляции, гистограмма остатков достаточно симметричная, что говорит о нормальном распределении. Результаты теста Льюнга-Бокса на неавтокоррелированность остатков от сезонной модели ARIMA (1,0,1) (1,0,1) показывают, что  $p - value < 0,05$ , что означает непринятие основной гипотезы о том, что остатки автокоррелированы. Таким образом, можно сделать вывод о том, что остатки не имеют шаблонов, вся информация была извлечена моделью и остался только шум.

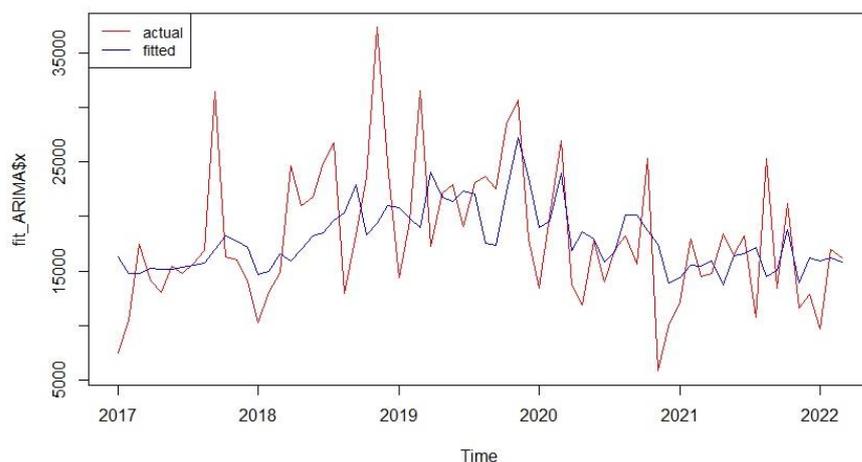
Построим график реальных значений временного ряда (красная линия) и описанных выбранной моделью (синяя линия). Код команд и график представлены соответственно на рисунках 3.4.7 и 3.4.8.

```

18 plot(fit_ARIMA$x, col="red")
19 lines(fitted(fit_ARIMA), col="blue")
20 legend("topleft", legend=c("actual", "fitted"), col=c("red", "blue"), lty=1:1, cex=0.9)

```

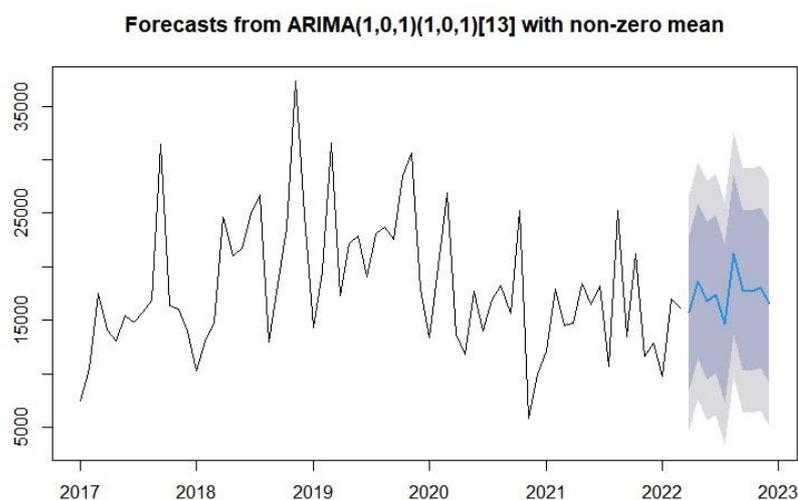
**Рис. 3.4.7.** Команды для построения графика реальных и описанных моделью значений



**Рис. 3.4.8.** График реальных и описанных моделью значений

Из графика видно, что с ростом числа наблюдений модель все лучше описывает ряд. Синяя линия повторяет изгиб красной, что свидетельствует о том, что модель улавливает цикл. Также модель предсказывает тенденцию, однако не в полной мере определяет уровень роста и падения спроса.

Теперь построим прогноз на оставшиеся 10 периодов 2022 года (рисунок 3.4.9).



**Рис. 3.4.9.** Прогноз с 4 по 13 периоды 2023 года

Компания использует показатель Sales Forecast Accuracy (SFA, формула 3.4.2.) для оценки точности прогнозов, который в качестве стандарта для индустрии не должен быть ниже 75%, что означает, что ошибка плановых значений от фактических не должна превышать 25%.

$$SFA = 100\% - MAPE \quad (3.4.2)$$

Средняя абсолютная процентная ошибка прогноза по выбранной функцией auto.arima модели составила 25,23%, что близко к целевому показателю по отрасли. Стоит отметить, что компанией были предоставлены данные о фактических продажах, а не базовая линия. Таким образом, эффекты от проведения промо-акций и маркетинговых активностей, влияющие на объемы продаж уже учтены в данных. Ряд не может быть

очищен от этих эффектов ввиду отсутствия промо-календарей по рассматриваемому клиенту и группе продуктов, ввиду чего можно сделать вывод о том, что прогноз базовой линии по очищенным данным оказался бы намного более точным, а далее мог быть скорректирован с помощью маркетинговых и промо планов, а также экспертных оценок людей.

Учитывая, что модель использует лишь один фактор (время), ошибку прогноза можно считать адекватной. Для расширения возможностей использования моделей класса ARIMA необходимо перейти с поперодного агрегирования на помесечное. Это позволит составить матрицу регрессоров, которые также могут объяснить изменение уровня спроса (переход к модели ARIMAX, объединяющая в себе интегрированную авторегрессию, скользящее среднее и возможность учета дополнительных внешних факторов). В текущей кризисной ситуации, когда условия деятельности компаний и потребительское поведение меняются, объяснения изменения переменной только через саму себя может быть недостаточно, и для обогащения прогноза может потребоваться использование других факторов.

Результаты, получаемые от составления более качественных прогнозов, не должны превышать затраты, порождаемые их составлением. Для применения языка программирования R необходимо использовать среду разработки RStudio, которая находится в открытом доступе, что не создает дополнительных затрат для компании. Однако компания может столкнуться с неприятием прогнозистами нового подхода, а также с необходимостью повышения квалификации сотрудников и организации их обучения.

Прогнозы, составленные с помощью семейства моделей ARIMA, будут понятны конечным пользователям и лицам, принимающим решения, так как это простые модели без сложных зависимостей и большого числа объясняющих переменных. Применение количественных методов в сочетании с человеческими суждениями является систематизацией подхода: у каждого специалиста есть свой набор опыта и суждений, который может отличаться от человека к человеку. Также если опытный прогнозист покинет компанию, то он заберет с собой свой опыт и экспертизу, что будет означать значительное ухудшение качества прогноза. В результате применения предложенного подхода к прогнозированию компания получит более качественные прогнозы, что поможет ей снизить риск потерянных продаж, сократить запасы, составлять более качественные планы поставок и повысить уровень сервиса.

### **Выводы по главе III**

Процесс планирования продаж и операций в рассматриваемой компании представляет собой классический пятиэтапный процесс, включающий в себя «Обзор управления портфелем», «Обзор управления спросом», «Обзор управления поставками», «Комплексное согласование» и «Обзор управления бизнесом».

По модели Лапида, учитывающую классификацию по трем измерениям, процесс в большей степени находится на зачаточной стадии за счет процессного и технологического измерения, но имеет потенциал для миграции на следующую стадию. Модель Гримсона и Пайка показала более высокую зрелость процесса: по трем из пяти измерений процесс находится на наиболее высоких стадиях зрелости, однако технологический аспект развит наименьшим образом и тормозит «созревание» процесса.

Таким образом, анализ результатов оценки по обеим моделям позволяет сделать вывод о том, что технологический аспект является наиболее отстающим по зрелости. Данный аспект напрямую связан с прогнозированием и планированием, что позволяет подтвердить выдвинутую в начале работы гипотезу о том, что основной причиной дисбаланса спроса и поставок в компании является некачественное прогнозирование спроса.

В качестве рекомендаций было предложено:

- Обеспечить 100% посещаемость собраний, так как процесс планирования продаж и операций выравнивает цели и планы различных функций, а значит их присутствие важно для принятия качественных решений.
- Привлечь в процесс ключевых клиентов. На краткосрочном горизонте реакция цепи поставок минимальна, поэтому в случае необходимости компания отдает приоритет выполнения спроса национальным клиентам, что негативно влияет на уровень обслуживания и доступность на полке в региональных сетях.
- Привлечь в процесс ключевых поставщиков как сырья, так и упаковки, так как игнорирование важности поставщиков чревато крупномасштабными проблемами с наличием продукта, уровнем обслуживания и достигнем финансовых целей.
- Использовать количественные методы прогнозирования в дополнение к человеческим суждениям для повышения точности прогнозов.
- Использовать системы планирования для обеспечения возможности сценарного планирования в целях лучшего принятия решений и анализа их последствий.

Для составления прогноза спроса был использован язык программирования R, так как он обладает наиболее обширным инструментарием для прогнозирования временных рядов ввиду наличия встроенных пакетов для прогнозирования со встроенной функцией

auto.arima, которая делает ряд стационарным и подбирает параметры модели, иными словами, выбирает лучшую модель из класса ARIMA. Использование данного языка программирования не предполагает дополнительных затрат для компании и имеет наибольший потенциал для реального использования ввиду простой реализации прогноза, что важно, учитывая, что прогнозисты компании не являются продвинутыми дата-аналитиками.

Был построен прогноз спроса для группы продуктов жевательной резинки для одного из национальных клиентов компании на 2022 год по неочищенным от промо и маркетинговых активностей данным о продажах с 2016 года (т. е. не по базовой линии). Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) составила 25,23%, что соответствует стандарту по индустрии, на который ориентируется компания. В текущей кризисной ситуации внешняя среда сильно меняется, поэтому для повышения качества прогноза необходимо перейти от поперодного агрегирования к ежемесячному в целях обеспечения возможности использования других факторов помимо времени для объяснения изменения уровня спроса.

Ввиду простоты моделей семейства ARIMA прогноз будет понятен лицам, принимающим решения, а применение количественного подхода в дополнение к человеческим суждениям позволит компании получать более качественные прогнозы, и, следовательно, снизить риск потерянных продаж, сократить запасы, составлять более качественные планы поставок и повысить уровень обслуживания.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Хорошо структурированный процесс планирования продаж и операций в организациях имеет первостепенное значение для обеспечения оптимизации цепочки поставок и позволяет создавать конкурентные преимущества, особенно на рынках, где интенсивность конкуренции очень высока. Зрелый процесс S&OP более надежен, чем процесс S&OP на ранней стадии разработки, и, чтобы преодолеть препятствия, мешающие компании достичь более высоких стадий зрелости, нужно четкое понимание «западающих» аспектов и план действий по их развитию.

По результатам выполнения консультационного проекта компании были предложены следующие рекомендации:

- Обеспечить 100% посещаемость собраний для достижения выравнивания различных организационных функций и качественного принятия решений.
- Напрямую включить в процесс ключевых клиентов и поставщиков для обмена информацией для достижения целевых показателей уровня обслуживания, доступности на полке и финансовых целей.
- Использовать количественные подходы к прогнозированию в дополнение к человеческим суждениям, а именно семейство моделей ARIMA и языка программирования R.
- Перейти от поперодного агрегирования к ежемесячному для обеспечения возможности использования внешних факторов для описания изменения уровня спроса.
- Использовать системы планирования для обеспечения возможности сценарного планирования в целях лучшего принятия решений и анализа их последствий.

На текущий момент компания вручную консолидирует данные, использует только качественные подходы для построения прогнозов, испытывает проблемы с удовлетворением спроса из-за скачков на краткосрочном горизонте, сталкивается с проблемами нехватки сырья из-за массовых сбоев. Предложенные рекомендации помогут компании обеспечить обмен информацией с клиентами и поставщиками, а сочетание качественных и количественных методов прогнозирования позволит повысить качество прогноза спроса, который ложится в основу принятия решений по организации операций и финансового планирования. Таким образом, можно сделать вывод о том, что все задачи выполнены, а цель достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В. И. Сергеев. Управление цепями поставок: учебник для бакалавров и магистров. – М.: Юрайт, 2015.
2. APICS Operations Management Body of Knowledge Framework. Third edition, 2011. – URL: [http://www.apics.org/docs/default-source/industry-content/apics-ombok-framework.pdf?sfvrsn=c5fce1ba\\_2](http://www.apics.org/docs/default-source/industry-content/apics-ombok-framework.pdf?sfvrsn=c5fce1ba_2) (дата обращения: 14.03.2022)
3. Т. Уоллас, Р. Сталь. Планирование продаж и операций: практическое руководство: пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2010.
4. Vagni, G., Marçola, J. A. (2019). Evaluation of the maturity of the S&OP process for a written materials company: a case study // *Gestão & Produção*. – 2019.
5. Dick Ling, Andy Coldrick. Breakthrough Sales & Operations Planning: How we developed the process. – 2009.
6. Paulo Ávila et al. Design of a Sales and Operations Planning (S&OP) process – case study // *Procedia CIRP*. – 2019. – С. 2. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119306626> (дата обращения: 14.03.2022)
7. A. Coldrick, D. Ling, C. Turner. Evolution of Sales & Operations Planning – From Production Planning to Integrated Decision Making. – 2003. – С. 8. – URL: [https://www.stratabridge.com/news/sept03\\_s\\_op\\_evolution.pdf](https://www.stratabridge.com/news/sept03_s_op_evolution.pdf) (дата обращения: 16.03.2022)
8. L. Lapide. Sales and Operations Planning Part III: Diagnostic model // MIT Center for Transportation and Logistics [Электронный ресурс]. – URL: [https://ctl.mit.edu/sites/ctl.mit.edu/files/library/public/article\\_jbf\\_sopanningiii\\_lapide.pdf](https://ctl.mit.edu/sites/ctl.mit.edu/files/library/public/article_jbf_sopanningiii_lapide.pdf) (дата обращения: 18.04.2022)
9. J. Andrew Grimson, David F. Pyke. Sales and operations planning: an exploratory study and framework // *The International Journal of Logistics Management*. – 2007. – Т. 18, №3.
10. Jorge Alvarado-Valencia et al. Expertise, credibility of system forecasts and integration methods in judgmental demand forecasting // *International Journal of Forecasting*. – 2017. – V. 33. – № 1. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207016300140> (дата обращения: 25.03.2022)
11. M. Lawrence, M. O'Connor, B. Edmundson. A field study of sales forecasting accuracy and processes // *European Journal of Operational Research*. – 2000. – Т. 121, № 1. – С. 151-160.

12. Makridakis, S., Hibon, M., 2000. The M3-Competition: Results, Conclusions and Implications // International Journal of Forecasting. – 2000. – V.16, №4. – P. 451–476.
13. M. Abolghasemi, J. Hurley, A. Eshragh, B. Fahimnia. Demand Forecasting in the Presence of Systematic Events: Cases in Capturing Sales Promotions // International Journal of Production Economics. – 2020. – V. 230, P. 2.
14. Thomé, Scavarda, Fernandezc, Scavardad. Sales and operations planning: A research synthesis // International Journal of Production Economics. – 2021. – Т. 138, №1. – С. 13.
15. С. Э. Пивоваров, И. А. Максимцев, И. Н. Рогова, Е. С. Хутиева. Операционный менеджмент: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. – СПб: Питер, 2021.
16. R. Fildes, P. Goodwin. Against your better judgment? How organizations can improve their use of management judgment in forecasting // Interfaces. – 2007. – V. 37, № 6 – 2007.
17. Gustavo Bagni, Josadak Astorino Marçola. Evaluation of the maturity of the S&OP process for a written materials company: a case study // Gestão & Produção – 2019.
18. M. Kelleher. How to Improve the Global S&OP Process // Journal of Business Forecasting. – 2021. – URL: <http://www.advanceschool.org/public/images/How%20to%20improve%20Global%20SO P.pdf> (дата обращения: 14.04.2022)
19. Селиверстова, А. В. Сравнительный анализ моделей и методов прогнозирования // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – С. 241-248.
20. Tidyverse packages: tidyverse.org [Электронный ресурсы]. – URL: <https://www.tidyverse.org/packages/> (дата обращения: 19.04.2022)
21. Tseries: Time Series Analysis and Computational Finance [Электронный ресурс]. – URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/tseries/index.html> (дата обращения: 19.04.2022)
22. Forecast library documentation: rdocumentation.org [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rdocumentation.org/packages/forecast/versions/8.16> (дата обращения: 19.04.2022)
23. Стадии жизненного цикла организации: Расцвет // Adizes Institute Worldwide [Электронный ресурс]. – URL: <https://adizes.ru/corporate-blog/zhiznennyj-tsikl-organizatsii-po-adizesu-stadiya-rastsvet/> (дата обращения 22.04.2022)