

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ ГРУПП ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В АПТЕЧНОМ СЕГМЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Малыгина Ю.С., Орлова К.Ю.

*Российская Федерация, г. Самара,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева*

Аннотация. Статья посвящена выбору наиболее точной модели прогнозирования продаж препаратов разных лекарственных групп на уровне аптечного сегмента РФ по данным за период 2011–2021 гг. Рассмотрены четыре группы лекарственных препаратов: препараты для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, препараты для лечения заболеваний нервной системы, противомикробные препараты для системного использования, противоопухолевые препараты и иммуномодуляторы. Представлены и интерпретированы результаты моделирования, оценена точность каждой модели для каждой группы препаратов, выбрана наиболее точная модель, спрогнозировано соотношение долей четырех групп лекарственных препаратов до конца 2023 года. Объяснены возможности применения полученных результатов в практике деятельности предприятий, специализирующихся на производстве и продаже фармацевтической продукции.

Ключевые слова: методы прогнозирования, фармацевтический рынок, прогнозирование продаж, продажи лекарственных препаратов, математическое моделирование, эконометрические модели, тренды, сезонность, скользящая средняя, адаптивные методы прогнозирования, экспоненциальное сглаживание, метод Тейла – Вейджа, метод Хольта – Винтерса, анализ Фурье.

Введение

Фармацевтическая отрасль с каждым годом приобретает все большую значимость и роль на мировом рынке. С 2019 года вместе с началом эпидемии COVID-19 эта роль оказалась как никогда ощутимой в жизни каждого. С каждым годом в фармацевтической сфере растет конкуренция. Для того чтобы компании-производителю занять на этом рынке определенную нишу, приходится инвестировать в развитие своего бренда и производства, а также быстро адаптироваться к новым требованиям рынка.

В литературе чаще встречаются публикации специалистов, занимающихся вопросами изучения спроса на конкретные лекарственные препараты и прогнозирования их продаж в зависимости от этого спроса в рамках одной компании-производителя [6, 10, 13, 14], либо анализируется фармацевтический рынок РФ в целом [12]. Целью работы является прогноз занимаемой доли рынка отдельных групп препаратов в общем объеме аптечных продаж на территории РФ. Учет этих данных может быть оправдан при планировании выпуска и реализации продукции маркетинговой службой фармацевтической компании, а также при выводе новых продуктов на рынок. Часто оказывается так, что компания осуществляет значительные финансовые вливания в производство и продвижение нового препарата, который в итоге свою нишу на рынке так и не занимает, а компания уходит в убыток. Причиной может быть не только неконкурентоспособность препарата в рамках этой лекарственной группы, но еще и невостребованность всей этой лекарственной группы на данный момент времени.

Таким образом, важно основываться на прогнозных показателях или изменениях в занимаемой на рынке доли разных групп препаратов при разработке стратегии продвижения, планировании объемов и корректировки объемов выпускаемой продукции, учитывая тенденции и сезонные колебания объемов продаж. Это поможет избежать убытков, связанных с установлением необоснованно низких или, наоборот, завышенных планов продаж.

В истории мировых брендов имели место случаи, когда построение неточных прогнозов, связанных с применением сторонних неспециализированных систем бизнес-аналитики, когда компании теряли миллионы долларов и уходили в убыток из-за неправильного планирования своей деятельности [16].

Материалы и методы исследования.

В работе исследовались данные по занимаемой доли рынка четырех групп лекарственных препаратов в общем объеме аптечных продаж на территории РФ за 2011–2021 гг. в натуральном выражении (в упаковках): 1) препараты для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, 2) препараты для лечения заболеваний нервной системы, 3) противомикробные препараты для системного использования, 4) противоопухолевые препараты и иммуномодуляторы.

Из двадцати лекарственных групп по анатомо-терапевтическо-химической классификации были выбраны именно эти группы, так как препараты для лечения заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем актуальны для нашей страны как для государства, где вместе с экономическим ростом с каждым годом растет и число инсультов, инфарктов [1].

Выбор группы противомикробных препаратов как объекта для исследования обусловлен повышенным интересом ко все возрастающей значимости и роли противомикробных препаратов в мире, сталкивающимся с новыми высоко патогенными вирусами и бактериями.

Появление новых методов диагностики онкологических заболеваний на ранних стадиях и увеличение точности старых методов привели к росту числа пациентов с онкологическим диагнозом [15], что делает актуальным изучение динамики продаж и противоопухолевых препаратов. Источником данных являются ежемесячные аналитические отчеты маркетингового агентства DSM Group, специализирующегося на исследованиях фармацевтического рынка, за период января 2011 – января 2021 гг. [2]. Все расчеты выполнены в табличном процессоре Microsoft Excel.

Для построения прогнозов продаж препаратов использовались восемь моделей: 1) линейный тренд, 2) логарифмический тренд, 3) полиномиальный тренд второй степени, 4) экспоненциальный тренд, 5) метод скользящей средней по трем месяцам, 6) метод Хольта – Винтерса,

7) метод Тейла – Вейджа и 8) анализ Фурье.

Все модели на основе трендов были построены с учетом мультипликативных коэффициентов сезонности для каждого месяца. Таким образом, модельная оценка динамики \hat{Y}_t в момент времени t определялась как произведение соответствующей оценки тренда \hat{T}_t и коэффициента сезонности \hat{S}_t : $\hat{Y}_t = \hat{T}_t \cdot \hat{S}_t$. Такая модель описывает ситуацию, когда размах сезонных колебаний зависит от уровня тренда.

Для определения модельных и прогнозных значений в исходном ряду выделялся тренд, а затем для каждого месяца определялся коэффициент сезонности как среднее для данного месяца отношение уровня исходного ряда к значению тренда. Однако более оправдано рассматривать адаптивные методы (метод скользящей средней, методы Хольта–Винтерса и Тейла–Вейджа), которые корректируются под новые значения ряда.

Использованный в работе метод скользящей средней подразумевал расчет прогноза как среднего арифметического трех предшествующих значений с учетом коэффициента сезонности, определяемого как среднее отношение значения в определенном месяце к среднему из трех предыдущих значений. Методы Хольта – Винтерса и Тейла – Вейджа используют экспоненциальное сглаживание и учитывают сезонность – в мультипликативной и аддитивной форме, соответственно [3].

Модель, построенная на основе анализа Фурье, включала полиномиальный тренд и циклическую компоненту в аддитивной форме, рассчитываемую как сумма 12 гармоник. Для расчета гармоник применялось быстрое преобразование Фурье – встроенный инструмент анализа данных в MS Excel.

С помощью вышеперечисленных методов продажи были спрогнозированы на три года вперед, до конца 2023 года. Именно на такой период рекомендуется делать прогнозирование при наличии выборки данных за десять лет, предшествующих прогнозному периоду [8, 9].

Наиболее часто в качестве критериев оценки точности моделей используются показатели MAPE (*Mean Absolute Percentage Error* – средняя относительная ошибка модели, взятая по модулю), MSE (*Mean Squared Error* – среднеквадратичная ошибка модели) и коэффициент детерминации R^2 .

Для обеспечения сопоставления ненормированных данных остановимся на критерии MAPE для анализа качества как моделирования, так и прогнозирования.

Средняя относительная ошибка рассчитывается по формуле:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left| \frac{Y_k - Y_k^*}{Y_k} \right| * 100\%,$$

где Y_k – фактическое значение временного ряда, а Y_k^* – модельное или прогнозное значение.

Для прогнозов высокой точности значение MAPE не превышает 10%, для хорошей находится в диапазоне от 10% до 20%, для удовлетворительной – от 20% до 50%, при неудовлетворительной превышает 50% [7].

Результаты исследования и их анализ

В таблице 1 приведены значения средней относительной ошибки MAPE для моделирования и прогнозирования долей продаж препаратов четырех рассмотренных групп.

Таблица 1. Средняя относительная ошибка модели и прогноза MAPE, %

Метод	Значение ошибки MAPE для групп препаратов, %							
	Препараты для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы		Препараты для лечения заболеваний нервной системы		Противомикробные препараты для системного использования		Противоопухолевые препараты и иммуномодуляторы	
	Ошибка модели	Ошибка прогноза	Ошибка модели	Ошибка прогноза	Ошибка модели	Ошибка прогноза	Ошибка модели	Ошибка прогноза
Линейный тренд	2,79	4,74	2,61	3,89	7,10	16,32	11,41	25,58
Логарифмический тренд	5,21	9,21	2,70	5,08	6,98	15,72	11,87	16,34
Полиномиальный тренд 2 степени	2,79	4,74	1,69	6,51	7,03	16,26	10,84	14,98
Экспоненциальный тренд	2,84	5,57	2,38	2,55	6,92	16,15	10,47	25,44
Скользкая средняя по 3 месяцам	2,94	6,76	1,66	1,38	6,29	21,17	9,42	12,83
Метод Хольта-Винтерса	4,19	4,57	2,17	1,98	7,55	22,88	14,70	14,66
Метод Тейла-Вейджа	3,72	5,20	2,10	1,93	7,85	15,99	14,84	13,45
Анализ Фурье	5,15	8,41	3,79	7,69	11,54	25,24	23,10	23,74

Примечание. – высокая точность, – хорошая точность, – удовлетворительная точность, – неудовлетворительная точность

Из таблицы 1 видно, что для всех четырех групп препаратов высокая точность модели обеспечивается при использовании метода скользящей средней по трем месяцам. Для групп препаратов для лечения заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем ошибка модели и прогноза не превышает 10% во всех используемых моделях, что позволяет делать вывод об адекватности построенных прогнозов. Для группы противомикробных препаратов высокой точностью обладают тренд-сезонные и адаптивные модели, хорошей – анализ Фурье; хорошая точность прогнозирования достигается при использовании тренд-сезонных моделей и метода Тейла – Вейджа. А в отношении построения прогнозов продаж противоопухолевых препаратов и иммуномодуляторов оправдано применение двух тренд-сезонных моделей (логарифмической и полиномиальной), а также адаптивных методов, среди которых наименьшую ошибку как модели, так и прогноза, показал метод скользящей средней.

На рисунках 1–4 представлены графики исходных временных рядов по каждой из четырех анализируемых групп лекарственных препаратов, линии построенных моделей и прогнозные значения занимаемых долей группами препаратов в будущие периоды времени до декабря 2023 года.

Среди тренд-сезонных моделей для всех групп препаратов оказались наиболее адекватны с точки зрения минимума МАРЕ-ошибки разные модели: *линейная* для препаратов для сердечно-сосудистой системы, *экспоненциальная* для препаратов для нервной системы, *логарифмическая* для противомикробных препаратов, *полиномиальная* – для противоопухолевых (рисунок 1).

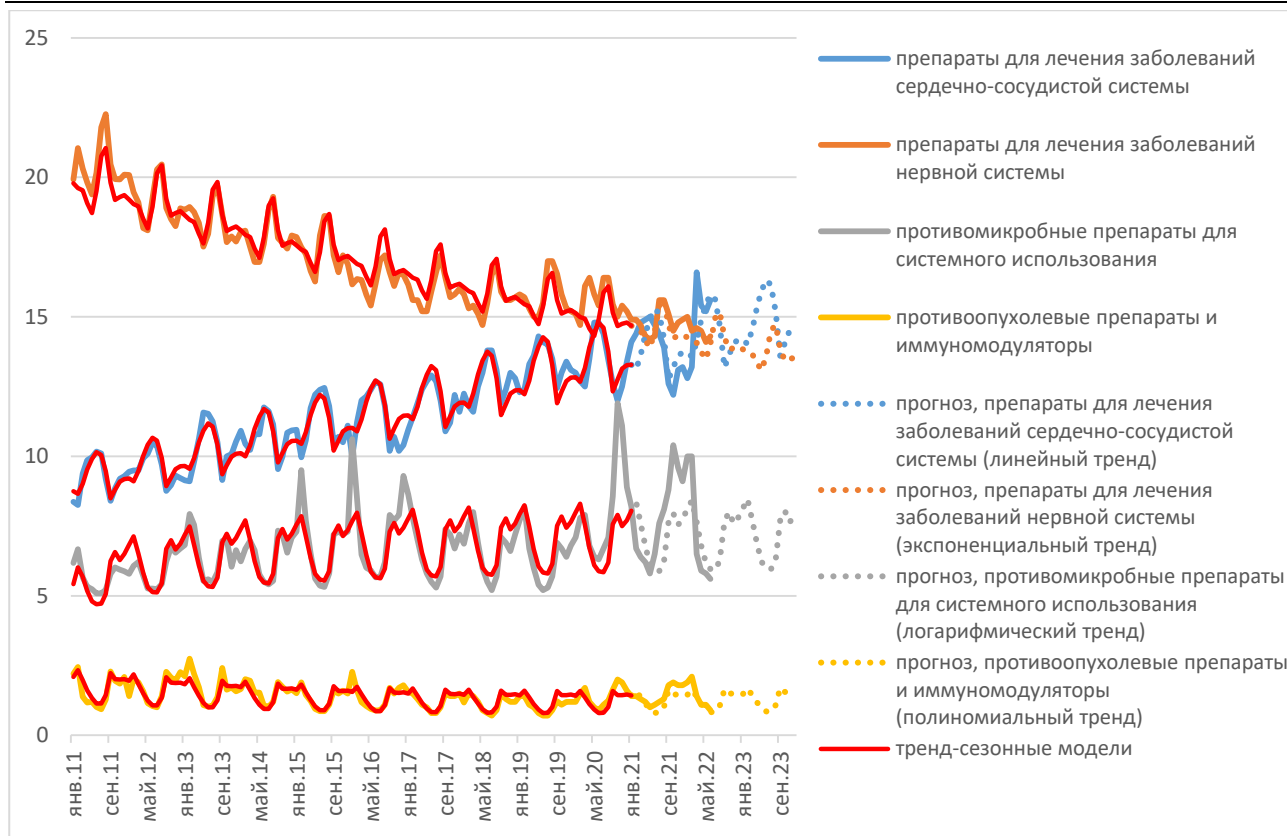


Рисунок 1. Прогноз долей рынка, занимаемых препаратами разных лекарственных групп, построенный с помощью тренд-сезонных моделей, %

На рисунке 2 показана модель, рассмотренная по методу скользящей средней, на рисунке 3 – по методу Тейла – Вейджа, показавшему высокую точность прогнозирования для препаратов для сердечно-сосудистой и нервной систем и хорошую – для противомикробных и иммуномодулирующих препаратов.

На рисунке 4 показана модель, построенная на основе анализа Фурье с использованием полиномиального тренда.

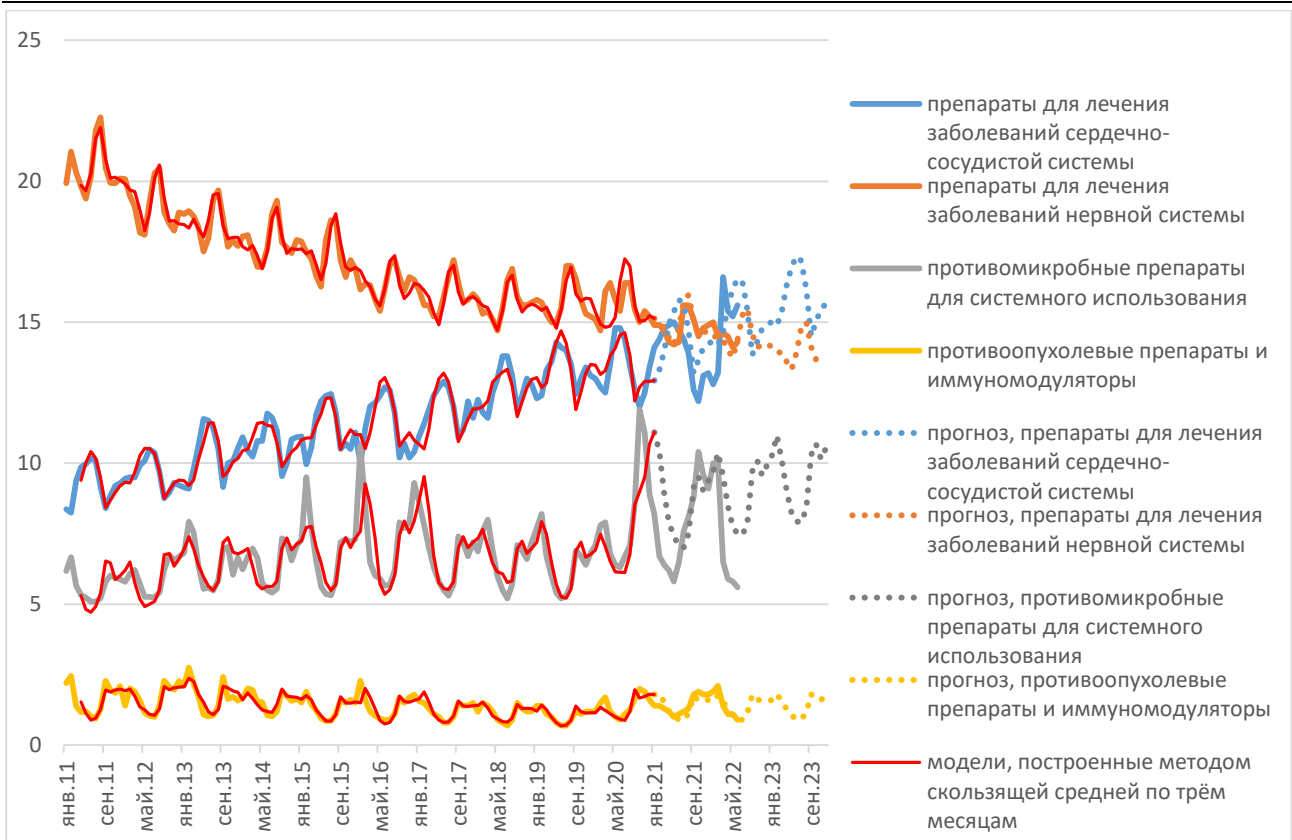


Рисунок 2. Прогноз долей рынка, занимаемых препаратами разных лекарственных групп, построенный методом скользящей средней по трем месяцам, %

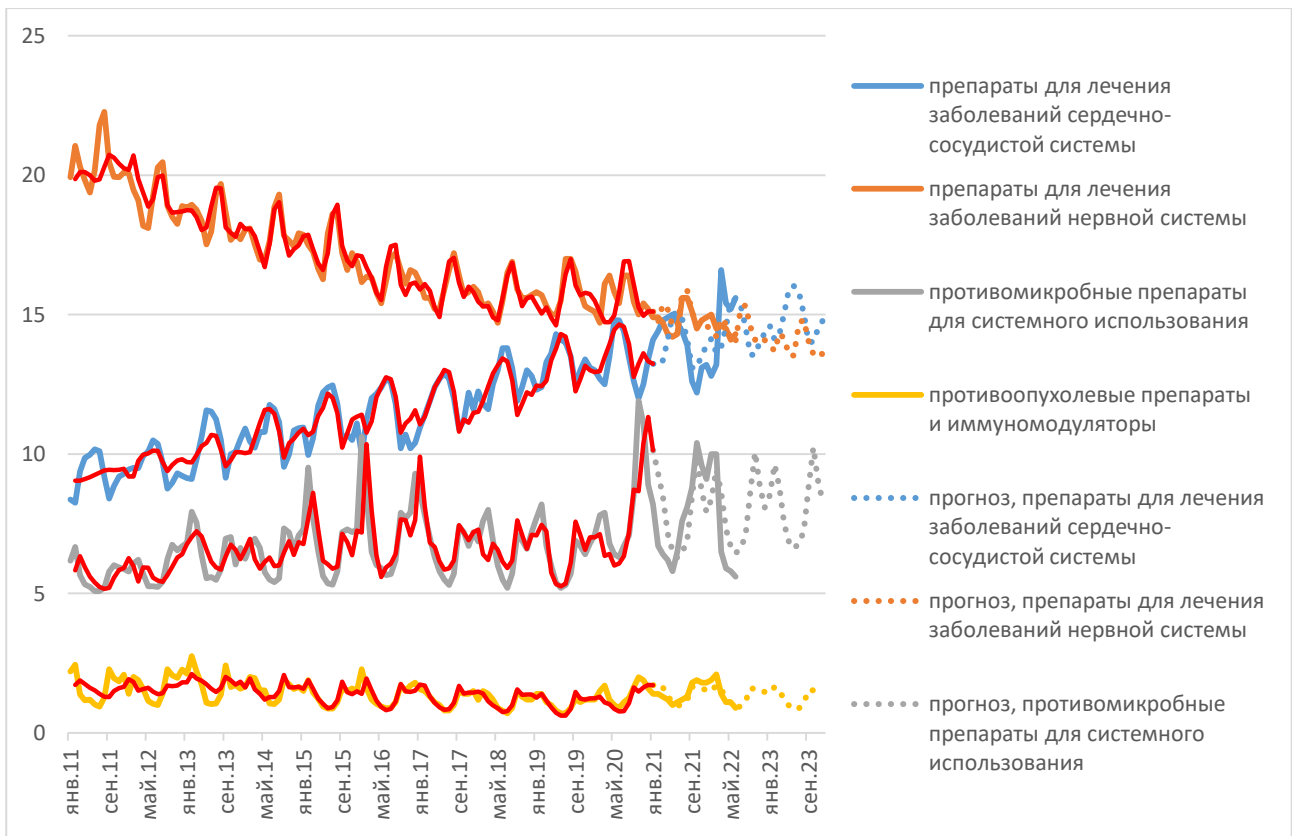


Рисунок 3. Прогноз долей рынка, занимаемых препаратами разных лекарственных групп, построенный методом Тейла – Вейджа, %

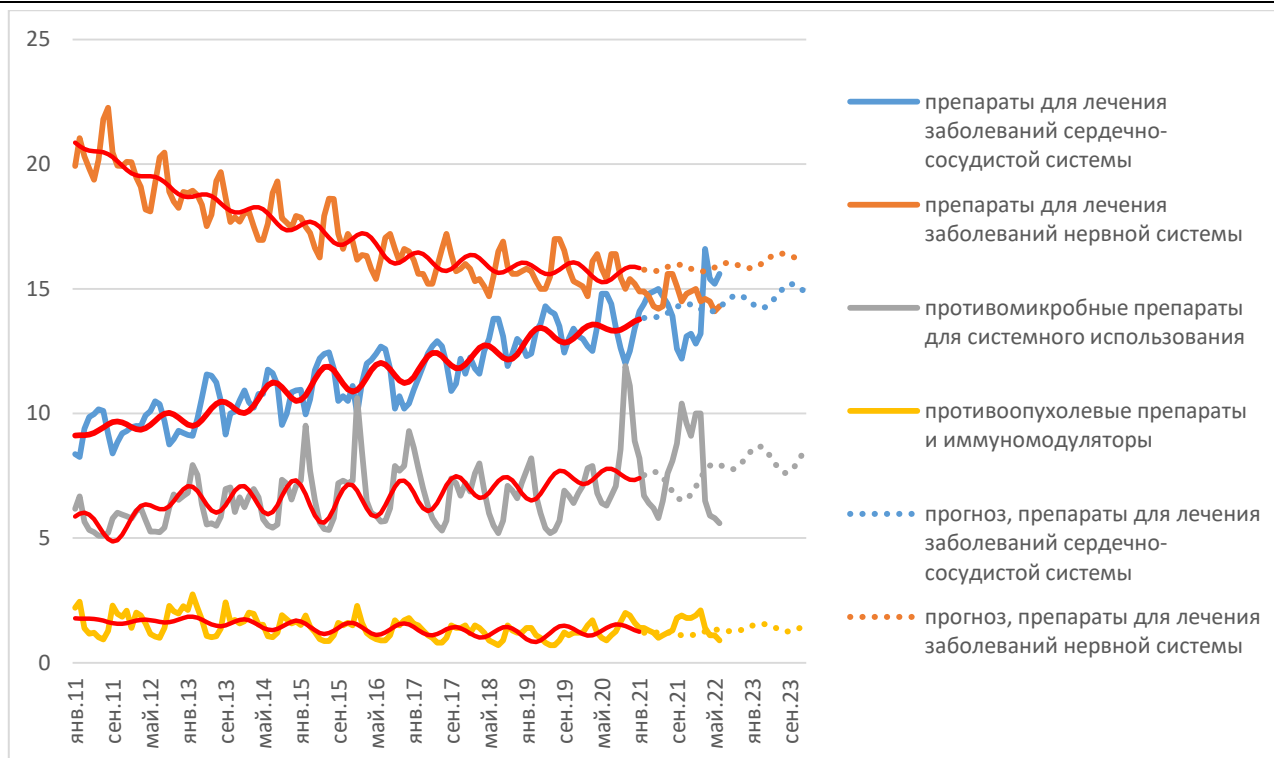


Рисунок 4. Прогноз долей рынка, занимаемых препаратами разных лекарственных групп, построенный с помощью анализа Фурье, %

Рассматривая графики прогнозных значений модели скользящей средней по трем месяцам (рисунок 2), можем сделать вывод о том, что группа препаратов для лечения сердечно-сосудистой системы в ближайшей перспективе будет занимать все большую долю в общем объеме аптечных продаж на территории РФ. Компании-производители могут смело выпускать на рынок очередной дженерик для лечения кардиологических заболеваний – у них есть шанс занять достойную нишу при наличии грамотной маркетинговой стратегии.

В противовес группе кардиологических препаратов будет падать доля препаратов для лечения нервной системы. Именно поэтому компаниям-производителям в ближайшие два года следует уделить наибольшее внимание неврологическому портфелю, разрабатывать новые подходы и стратегию для реализации такой продукции и стараться максимально удержать свою долю на рынке.

При наибольшей амплитуде колебаний группа противомикроб-

ных препаратов, также, как и группа противоопухолевых и иммуномодуляторов, в нашем исследовании не имеет тенденцию к изменению в занимаемой доле рынка. Отметим также, что ошибки всех моделей для данных групп препаратов значительно выше, чем для первых двух групп препаратов. А ярко выраженная амплитуда колебаний как прогнозных значений, так и им предшествующих, у группы антибактериальных препаратов связана с наибольшей зависимостью продаж этих препаратов от сезона и появления на планете всё новых вирусов. Не будь ярко выраженного всплеска продаж антибиотиков в 2020 году, ошибка моделей для данной группы препаратов была бы гораздо меньше.

Заключение

В работе обозначена проблема выбора методов прогнозирования для использования на фармацевтических предприятиях РФ. Для каждой группы препаратов была выбрана наиболее точная модель, сделаны выводы о поведении продаж каждой из этих групп препаратов в прогнозном периоде до 2023 года. На основе полученных выводов даны рекомендации отечественным фармацевтическим производителям – рекомендации, касающиеся, в первую очередь, распределения затрат между выпускаемыми продуктовыми портфелями, а также необходимости повременить в ближайшей перспективе с выводом на рынок препаратов из «невро»-группы и обратить свой взор на не теряющую своей актуальности «кардио»-группу.

Выбранная предпочтительная модель в дальнейшем может быть использована для разработки собственной автоматической системы планирования производства и продаж препаратов, которая на фармацевтических предприятиях применяется также и для установления объективных планов продаж менеджерам по продажам и торговым представителям.

Список литературы

1. Агеева Л.И., Александрова Г.А., Зайченко Н.М. и др. Здоровоохранение в России. 2019: Статистический сборник/Росстат. – М., 2019. – 170 с.
2. Аналитические отчеты DSM Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dsm.ru/marketing/free-information/analytic-reports/>
3. Дегтярева, Н.А. Модели анализа и прогнозирования на основе временных рядов: монография / Н.А. Дегтярева. – Челябинск: Изд-во ЗАО «Библиотека А.Миллера, 2018. – 160 с.
4. Дуброва Т.А., Архипова М.Ю. Статистические методы прогнозирования в экономике: Учебное пособие, практикум, тесты, программа курса / Дуброва Т.А.; руководство по изучению дисциплины / Дуброва Т.А., Архипова М.Ю. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. — М., 2004. — 136 с.
5. Кинякин В.Н., Милевская Ю.С. Некоторые предостережения по проверке качества модели регрессии с помощью коэффициента детерминации // Вестник Московского университета МВД России. - 2014. – № 8. – С. 200 – 204.
6. Кораблев Ю.А. Моделирование спроса для организации эффективного планирования производства и продаж фармацевтической продукции // Экономика, Статистика и Информатика. – 2011. – № 5. – С. 120 – 123.
7. Кувайскова Ю.Е. Статистические методы прогнозирования: учебное пособие / Ю.Е. Кувайскова, В.Н. Клячкин. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. – 198 с.
8. Семенычев В.К., Хмелева Г.А., Коробецкая А.А. Методология и цифровая платформа анализа динамики отраслевых циклов для сбалансированного и устойчивого пространственного развития России: монография. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2022. – 348 с
9. Сизова Т.М. Статистика для бакалавров: Учебное пособие. Часть II – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 70 с.
10. Томенко Л.С., Заходякин Г.В. Разработка логико-информационной модели бизнес-процесса прогнозирования спроса для фармацевтических предприятий // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – Т. 28. №8 (157). – С. 129 – 132.
11. Тютюшев М. Расчет коэффициента детерминации в Microsoft Excel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lumpics.ru/coefficient-of-determination-in-excel/#helpgood>
12. Хмелева Г.А., Семенычев В.К., Коробецкая А.А. Циклический анализ в поиске перспективных точек роста (на примере российской фармацевтической промышленности) // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Том 11. – № 3. – С. 1151 – 1170.

13. Шалунова М.А. Прогнозирование продаж фармацевтической компании при помощи модели ARIMA // Хроноэкономика. – 2018. – № 3 (11). – С. 148 – 150.

14. Шильникова С.В., Орлова Е.В., Олейник Г.А. Выбор оптимальной методики краткосрочного прогнозирования реализации для медицинских иммунобиологических и лекарственных препаратов // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Том 27, №6. – С. 85 – 90.

15. Широкова И. Рынок онкологических препаратов: точки роста и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://remedium.ru/state/rynok-onkologicheskikh-preparatov-tochki-rosta-i-perspektivy-razvitiya/?PAGEN_5=4

16. Craig Schneider. Как не потратить 400 миллионов долларов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cfo.com/technology/2001/03/how-not-to-spend-400-million/>

**FORECAST OF SALES FOR DRUG GROUPS
IN THE PHARMACY SEGMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Yu.S. Malygina, K.Yu. Orlova

*Samara University,
Samara, Russian Federation*

Abstract. The article is devoted to the choice of the most accurate model for forecasting sales of drugs from different drug groups in the pharmacy segment of the Russian Federation based on data for the period 2011–2021. Four groups of drugs are considered: drugs for the treatment of diseases of the cardiovascular system, drugs for the treatment of diseases of the nervous system, antimicrobials for systemic use, anticancer drugs and immunomodulators. The results of the modelling are presented and interpreted, the accuracy of each model for each group of drugs is assessed, the most accurate model is selected, and the ratio of the shares of four groups of drugs is predicted by the end of 2023. The possibilities of applying the obtained results in the practice of enterprises specializing in the production and sale of pharmaceutical products are explained.

Keywords: forecasting methods, pharmaceutical market, sales forecasting, drug sales, mathematical modeling, econometric models, trends, seasonality, moving average, adaptive forecasting methods, exponential smoothing, Theil-Wage method, Holt-Winters method, Fourier analysis.