

УДК 658.8: 519.677

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Филимонова Н.Д.

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., 36), e-mail: tatusik.f@gmail.com

В статье используются основы качественной теории динамических показателей, для анализа деятельности ООО ТК «Лёд-Эксперт», принятой за динамическую систему. В первой части публикации рассматривается актуальность и методы применения качественной теории динамических показателей для предприятия, специализирующегося на оптовой торговле. Рассмотрены алгоритмы построения системы дифференциальных уравнений, с помощью которых описывается деятельность динамической системы. Во второй части статьи производится исследование основных параметров деятельности ООО ТК «Лёд-Эксперт». Полученные от предприятия данные о продажах за четырехлетний период анализируются и подвергаются нормализации. В третьей части публикации на основе уже обработанных данных о продажах данного предприятия производится построение фазовых плоскостей с проекциями фазовых траекторий в виде точечных графиков. На проекциях фазовых траекторий производится поиск и выделение областей притяжения. Каждая найденная область притяжения и находящиеся в ней точки анализируются и описываются, формируется краткий вывод о деятельности предприятия за период нахождения фазовой траектории в конкретной области притяжения. Общий анализ всех областей притяжения, позволил сделать выводы о деятельности предприятия ООО ТК «Лёд-Эксперт».

Ключевые слова: качественная теория динамических систем, динамическая система, фазовая плоскость, фазовая траектория, область притяжения, точка зависания, продажи товаров.

ANALYSIS OF INDICATORS OF ACTIVITY OF TRADING ENTERPRISE WITH THE USE OF QUALITATIVE THEORY OF DYNAMIC SYSTEMS

Filimonova N.D.

Russian Economic University named after G.V. Plekhanov (117997, Russian Federation, Moscow, Stremyannyi per., 36), e-mail: tatusik.f@gmail.com

The article uses the foundations of a qualitative theory of dynamic indicators, for the analysis of the activities of LLC TC "Ice-Expert", which is taken as dynamic system. In the first part of the publication, the relevance and methods of applying the qualitative theory of dynamic indicators to an enterprise specializing in wholesale trade are considered. Algorithms for constructing a system of differential equations that describe the activity of a dynamical system are considered. In the second part of the article, a study is made of the main parameters of the activities of LLC TC "Ice-Expert". The data on sales received from the enterprise for a four-year period are analyzed and subject to normalization. In the third part of the publication, based on the already processed sales data of this enterprise, phase planes are constructed with the projections of the phase trajectories in the form of point charts. On the projections of the phase trajectories, the search and selection of the regions of attraction are carried out. Each found area of attraction and the points in it are analyzed and described, a concise conclusion is drawn about the activity of the enterprise during the period of finding the phase trajectory in an area of attraction. A general analysis of all areas of attraction, allowed us to draw conclusions about the activities of the company LLC TC "Ice-Expert".

Keywords: qualitative theory of dynamic systems, dynamical system, phase plane, phase trajectory, region of attraction, freezing point, sales of goods.

Деятельность предприятия ООО ТК «Лёд-Эксперт», которое рассматривается в качестве динамической системы, характеризуется состояниями $S(t)$. Каждое состояние динамической системы $S(t+\Delta t)$ определяется ее предшествующим состоянием $S(t)$ и характеризуется набором значений параметров x_1, x_2, \dots, x_N , отражающих деятельность

предприятия. Состояния экономической системы образуют фазовое пространство Q . Изменение состояния динамической системы отражается в виде фазовой траектории. При этом из каждой точки фазового пространства Q выходит одна траектория. Оператор W переводит динамическую систему из одного состояния в другое $S(t+\Delta t) = W(S(t), \Delta t)$.

Поведение динамической системы может быть описано системой дифференциальных уравнений. То есть в качестве оператора W может быть использована система дифференциальных уравнений. Если система дифференциальных уравнений не имеет аналитического решения, то потребуются предварительное многократное проведение интегрирования системы дифференциальных уравнений с различными начальными условиями для получения фазовой траектории и фазового пространства Q динамической системы. Если же аналитическое решение системы дифференциальных уравнений существует, то в интегрировании системы дифференциальных уравнений необходимость отпадает. Используются только значения состояний динамической системы, полученные экспериментальным путем (то есть, значения параметров x_1, x_2, \dots, x_N , полученные путем измерений в некоторые моменты времени функционирования динамической системы). В процессе качественного исследования фазовой траектории динамической системы с использованием аналитического решения или с использованием экспериментальных данных производится оценка количества и типов состояний равновесия, наличия замкнутых траекторий (периодических решений) и «областей притяжения» фазовой траектории [3]. В результате определяются условия, которым соответствует требуемый характер динамики фазовой траектории динамической системы (требуемая динамика изменения значений параметров, характеризующих деятельность предприятия). Таким образом, при должной степени визуализации, руководитель, принимающий решение (руководитель предприятия), сможет сделать следующие выводы:

на какую часть фазовой траектории необходимо перевести динамическую систему (предприятие) для того, чтобы получить желаемые значения параметров x_1, x_2, \dots, x_N ;

какие значения параметров x_1, x_2, \dots, x_N будут через некоторое время в случае если состояние динамической системы (предприятия) соответствует точке $S(t)$ фазовой траектории.

В качестве параметров x_1, x_2, \dots, x_N , характеризующих деятельность предприятия ООО ТК «Лёд-Эксперт» принимаются значения продаж в соответствии со списком наименований реализуемой продукции (включает в себя 4294 пунктов). Основными направлениями продаж являются (фрукты и ягоды, овощные смеси, мороженое, картофель фри, морепродукты, замороженные полуфабрикаты). Для улучшения экономических показателей предприятия

Лёд-Эксперт необходимо проанализировать основные параметры деятельности. В течение периода с января 2013 года по декабрь 2016 года компанией «Лёд-Эксперт» было реализовано 4294 наименований продукции на общую сумму 3 532 341 146 рублей (3,5 млрд.). При этом общий вес доставленной продукции составил более 35 миллионов тонн. Основным показателем деятельности предприятия является Сумма продаж, выраженная в рублях. В работе не рассмотрены данные по 2017 году ввиду задержки обработки данных в организации за вышеуказанный год. Представить визуально N -мерную фазовую траекторию, характеризующую деятельность предприятия, невозможно. Одним из возможных вариантов визуализации и анализа динамики N -мерной фазовой траектории является визуализация проекций фазовой траектории на фазовые плоскости [1, 2, 7]. Для N -мерной фазовой траектории потребуется построить $(N/2)*(N-1)$ проекций фазовой траектории. Учитывая, что $N=4294$, то очевидно, что описание динамики поведения во всех фазовых траекториях значительно превышает тот объем информации, который может быть отображен в данной научной статье. Поэтому в данной статье в качестве примера рассматривается динамика поведения проекции фазовой траектории на фазовые плоскости, соответствующие трем наиболее значимым параметрам, характеризующим деятельность предприятия (по которым сумма продаж была наибольшей за период 48 месяцев – с января 2013 года по декабрь 2016 года) – «Картофель фри», «Креветки», «Мороженое».

Рассматриваются проекции фазовой траектории на фазовые плоскости, связанные с этими параметрами. В каждой из этих фазовых плоскостей по аналогии с [4, 5, 6] определяются типы фазовых траекторий и точек равновесия («зависания») с последующей экономической интерпретацией для выдачи рекомендаций сотрудникам, принимающих решения, в компании Лёд-Эксперт. Для построения проекций фазовых траекторий была проведена нормализация значений параметров, используемых для построения фазовых траекторий. Сначала было найдено среднее значение продаж в месяц, выраженное в рублях, для каждого параметра (табл. 1):

Таблица 1

Средние значения выбранных параметров

№ параметра в отчетности предприятия	Наименование	Среднее значение, рубль
303	Картофель фри	1722734,03
244	Креветки	933605,24
301	Мороженое	909566,62

Далее сумма продаж каждого месяца была поделена на среднее значение продаж:

$$\overline{x_{in}} = \frac{x_{in}}{x_{i\text{cp}}}, n = 1, 2, \dots, 48,$$

где $x_{i,n}$ – переменная, характеризующая значение параметра x_i в n -й месяц; n – порядковый номер месяца, от 1 до 48 (с января 2013 года по декабрь 2016 года); $x_{i,ср.}$ – среднее значение параметра x_i в месяц в рублях.

Рассмотрим проекции фазовых траекторий, отображающих динамику продаж товаров, принесших наибольшую прибыль компании «Лёд-Эксперт» (табл. 1). На рис 1, 2, 3. представлена проекция фазовых траекторий на фазовые плоскости (ФП) «Картофель фри» – «Креветки», «Картофель фри» - «Мороженое» и «Креветки» - «Мороженое».

Все значения параметров на рис. 1-3 соответствуют нормированным значениям параметров. Цифрами 1-5 выделены временные отрезки длиной в год, от января 2013 года до декабря 2016 года (точка 1 соответствует январю 2013 года, точка 2 – январю 2014 года, точка 3 – январю 2015 года, точка 4 – январю 2016 года и точка 5 – декабрю 2016 года). Временной интервал между двумя проекциями состояний $S(t)$ и $S(t+\Delta t)$ на ФП на данных графиках соответствуют 1 месяцу. Деления на осях графиков отображают кратность средней сумме продаж по параметрам (0 означает отсутствие продаж данного товара, 1 – сумма продаж данного товара равна среднему значению, 2 – превышение суммы продаж товара в два раза над средним значением и так далее).

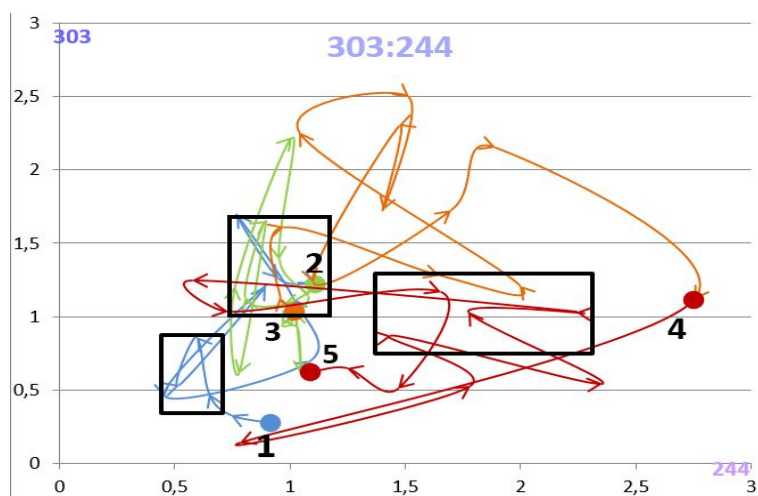


Рисунок 1. Проекция фазовой траектории на ФП «Картофель фри» - «Креветки».

В соответствии с [4, 5, 6] позитивная «область притяжения» характерна тем, что в ней значения обоих параметров всегда больше средних значений или равны им, либо в ней значения одного из параметров всегда больше среднего значения или равно ему, а значения второго параметра находятся в некоторой окрестности среднего значения второго параметра. Нейтральная «область притяжения» характерна тем, что в ней значения одного из параметров всегда больше среднего значения или равна ему, а значения второго параметра либо меньше среднего значения параметра, либо находятся в некоторой окрестности среднего значения второго параметра. Негативная «область притяжения» характерна тем, что

в ней значения обоих параметров всегда меньше средних значений, либо в ней значения одного из параметров всегда меньше среднего значения, а значения второго параметра находятся в некоторой окрестности среднего значения второго параметра.

На рис. 1 видно, что можно выделить три «области притяжения» фазовой траектории, две из которых (в соответствии с [4, 5, 6]) являются нейтральными, а одна - негативной. Первая «область притяжения» ограничена прямоугольником с вершинами $[0,4; 0,4]$, $[0,4; 0,8]$, $[0,7; 0,4]$ $[0,7; 0,8]$. Данная «область притяжения» типа «вход – зависание – выход» [6] является негативной для динамической системы (значения параметров «Картофель фри» и «Креветки» меньше единицы, что свидетельствует о низком уровне продаж по обоим параметрам). Выход предприятия из такого неблагоприятного состояния может быть достигнут за счет резкого увеличения продаж (по параметру «Картофель фри»). В этом случае проекция фазовой траектории переходит в нейтральную для предприятия «область притяжения», ограниченную ограничена прямоугольником с вершинами $[0,7; 1,0]$, $[0,7; 1,7]$, $[1,2; 1,0]$, $[1,2; 1,7]$. В данную область проекция фазовой траектории неоднократно возвращается. Поэтому ее можно рассматривать как кратную «область притяжения» типа «вход – зависание – выход» [6]. При этом попадание в данную область является условием резкого увеличения значения параметра «Креветки» и перехода предприятия к благоприятным условиям работы (проекция фазовой траектории переходит в ту часть ФП, где значения параметров больше единицы). Увеличение значения параметра «Креветки» приводит сначала к увеличению значения параметра «Картофель фри» до максимального значения, а затем к снижению почти до единицы его значения с достижением проекцией фазовой траектории точки третьей, также нейтральной, «области притяжения», которая ограничена прямоугольником с вершинами $[1,4; 0,7]$, $[1,4; 1,2]$, $[2,3; 0,7]$, $[2,3; 1,2]$. После входа в данную область обязательно следует выход из области с достижением точек, после которых направление движения проекции фазовой точки меняется практически на противоположное с последующим возвратом в третью область. Поэтому такую область также можно рассматривать как кратную «область притяжения» типа «вход – зависание – выход» [6]. При этом можно сделать вывод, что попадание в данную область происходит в условиях уменьшения значения параметра «Картофель фри» и приводит к резким колебания значения параметра «Креветки». То есть, снижение уровня продаж по Картофелю фри до среднего или чуть ниже может привести к резким колебаниям продаж Креветок, но при этом в целом уровень продаж по параметру «Креветки» выше среднего.

Из рис. 2 видно, что в данной ФП можно выделить одну нейтральную и одну негативную «область притяжения». Нейтральная область ограничена прямоугольником с вершинами $[0,7; 1,0]$, $[0,7; 1,3]$, $[1,2; 1,0]$, $[1,2; 1,3]$.

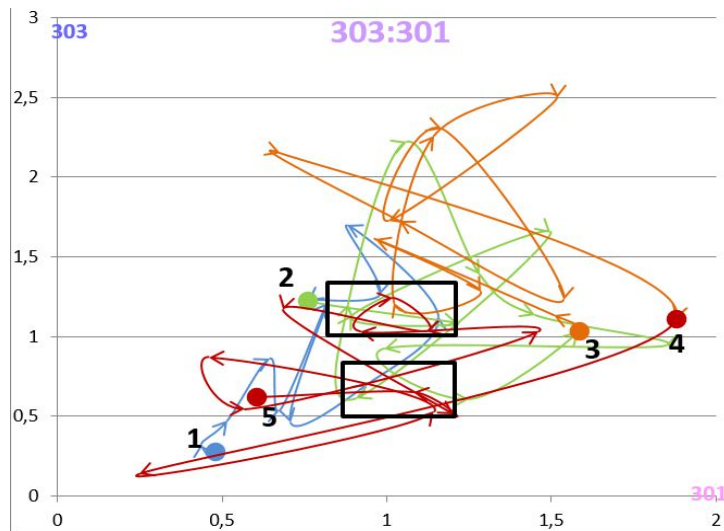


Рисунок 2. Проекция фазовой траектории на ФП «Картофель фри» - «Мороженое»

Попадание в данную область с большой степенью вероятности является условием увеличения значений параметров «Картофель фри» и «Мороженое». При этом возможны резкие колебания значений данных параметров, но значения параметров не становятся меньше средних значений. В случае, если во время колебаний значений параметров проекция фазовой траектории попадает в точку, в которой значение параметра «Картофель фри» близко к среднему, происходит резкая смена направления движения фазовой точки. Это может привести к попаданию проекции фазовой траектории в негативную «область притяжения», ограниченную прямоугольником с вершинами $[0,8; 0,5]$, $[0,8; 0,8]$, $[1,2; 0,5]$, $[1,2; 0,8]$. При этом выйти из этой области в сторону приведенной выше нейтральной области проекция фазовой точки может только за счет увеличения значения параметра «Картофель фри» до значения, превышающего среднее значение (то есть только за счет резкого увеличения продаж Картофеля фри»). При резком увеличении значения параметра «Мороженое» и незначительном, не достигающем до среднего значения, увеличении значения параметра «Мороженое» с большой степенью вероятности проекция фазовой точки вернется в негативную область (то есть увеличение продаж Мороженого в случае нахождения предприятия в негативных условиях не приведет в перспективе к увеличению продаж Картофеля фри и Мороженого выше средних значений).

Из рис. 3 видно, что в рассматриваемой фазовой плоскости могут быть выделены одна позитивная, одна нейтральная и одна негативная «область притяжения». Негативная область ограничена прямоугольником с вершинами $[0,6; 0,4]$, $[0,6; 0,7]$, $[0,8; 0,4]$, $[0,8; 0,7]$ и характеризует крайне неблагоприятные условия работы предприятия в части продаж Креветок и Мороженого.

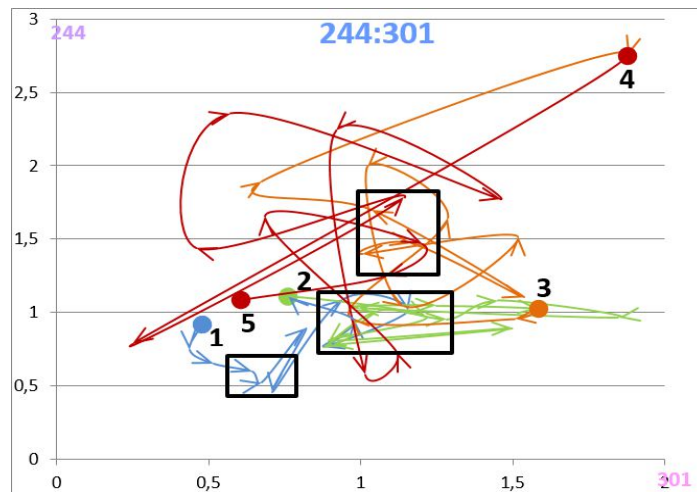


Рисунок 3. Проекция фазовой траектории на фазовую плоскость «Креветки» - «Мороженое»

Переход проекции фазовой траектории в данную негативную область происходит в случае значения параметра «Креветки», меньшего чем 0,7, а значения параметра «Мороженое» меньше чем 0,5. Обязательным условием выхода проекции фазовой траектории из данной области является повышение значений параметров «Креветки» и «Мороженое» до средних значений. В этом случае происходит выход в нейтральную область, ограниченную прямоугольником с вершинами [0,8; 0,8], [0,8; 1,1], [1,3; 0,8], [1,3; 1,1]. Попадание проекции фазовой траектории в данную область приводит к колебаниям значений по параметру «Мороженое». При этом проекция фазовой точки неоднократно меняет направление движения на противоположное и неоднократно входит в область и выходит из нее. При этом значение параметра «Креветки» остается приблизительно равным среднему значению. Если во время таких колебаний значение параметра «Мороженое» превысит 1,5, то может произойти переход к позитивной области, которая ограничена прямоугольником с вершинами [0,8; 0,8], [0,8; 1,1], [1,3; 0,8], [1,3; 1,1]. к попаданию проекции фазовой траектории в негативную «область притяжения», ограниченную прямоугольником с вершинами [1,0; 1,2], [1,0; 1,8], [1,3; 1,2], [1,3; 1,8]. Особенность данной области в том, что проекция фазовой точки неоднократно возвращается в нее после колебаний значений параметров «Креветки» и «Мороженое». При этом если проекция фазовой точки находится в верхней части данной области, то ее выход из области как правило сопровождается резкими колебаниями значений параметров «Креветки» и «Мороженое» и возвратом в область. Если же проекция фазовой точки находится в нижней части данной области, то возможен вход проекции фазовой точки в рассмотренную выше нейтральную «область притяжения».

По результатам анализа проекций фазовой траектории на фазовые плоскости можно сделать следующие выводы:

1. В фазовых плоскостях обнаружено восемь «областей притяжения», из которых одна позитивная, четыре нейтральных и три негативных. Это говорит в целом о неблагоприятных условиях продаж по товарам, приносящим наибольшую прибыль предприятию.

2. Наиболее успешным для предприятия является 2015 год (точки 3 и 4 на рис. 1-3). Большая часть точек, лежащих между точками 3 и 4, находится в «позитивной» части фазовых плоскостей, где значения параметров больше 1. В 2015 году зафиксированы «Положительные» экстремумы (точки, в которых достигаются наилучших условий продаж, после чего направление движения проекции фазовой точки меняется на противоположное) зафиксированы в 2015 году. После 2015 года наблюдаются резкие колебания значений параметров, что может быть связано с логистическими проблемами на предприятии. В точках, соответствующих началу 2016 года (точка 4) на всех фазовых плоскостях, происходит смена направления движения проекции фазовой точки. В таких точках достигаются наилучшие условия продаж, после чего условия продаж ухудшаются.

3. При стабильном нахождении значения параметра «Картофель фри» в пределах от 0,8 до 1,3 как правило наблюдается рост продаж по двум другим параметрам «Креветки» и «Мороженое». Чтобы значения ключевого параметра «Картофель» стабильно находились диапазоне от 1,0 - 1,3, необходимо чтобы значение параметра «Мороженое» находилось в диапазоне от 0,7 до 1,3, а значение параметра «Креветки» - в диапазоне от 0,8 до 1,3.

Список литературы

1. Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г. Качественная теория динамических систем второго порядка. М.: Наука, 1966. 568 с.
2. Петров Л.Ф. Методы динамического анализа экономики. М.: Инфра-М, 2010. 240с.
3. Попов А.А. Алгоритмы для качественного исследования динамической системы при моделировании экономики региона // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2012. № 2. С. 86-91.
4. Попов А.А. Анализ поведения фазовой траектории экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2011–2015 годах // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 602-606.
5. Попов А.А. Исследование закономерностей поведения фазовых траекторий региональной экономической системы для формирования рекомендаций по развитию отраслей экономики региона // В мире научных открытий. 2013. №4(40). С. 162-184.
6. Черников Б.В., Попов А.А. Анализ фазовой траектории в интересах контроллинга при управлении динамической системой // Контроллинг. 2017. №1(63). С. 62-77.
7. Шильников Л.П., Шильников А.Л., Тураев Д.В., Чуа Л. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Учебное пособие. М.: Издательство МЦНМО, 2013. 548 с.