

Мохов Андрей Игоревич

Mohov A.I.

НОУ ВПО ИГУПИТ

Проректор/ Vice-Chancellor

Доктор технических наук,

Профессор/ Professor

E-Mail: anmokhov@mail.ru

Комаров Николай Михайлович

Komarov N.M.

ФГОУ ВПО РГУТИС

Д.э.н., профессор

Doctor of economics, Professor

E-Mail: nikolai_komarov@mail.ru

Новожонов Сергей Германович

Novozhenov S.G.

ФГОУ ВПО РГУТИС

Аспирант / Postgraduate

E-Mail: Snovozhonov@yandex.ru

Применение теории s-образных для оптимизации управления высокотехнологичными компаниями

Application of s-shaped theory to optimize management of high-tech companies

Аннотация: Применение теории S-образных для управления высокотехнологичной компанией призвано обеспечить оптимальное планирование сроков ее технологического переустройства. Переустройство компании может осуществляться в рамках прикладной сервисологии с привлечением средств системотехники. Финансирование оптимального переустройства компании проводится с учетом ее стратегического состояния на рынке и разрабатываемых организационных и экономических механизмов переустройства.

The Abstract: Application of S-shaped theory to manage high-tech company is intended to ensure optimum planning for its technological transformation. Reorganization of the company can be done within the frames of applied servisology with the use of systems engineering. Financing the optimal reorganization of the company is carried out by taking into account its strategic status in the market and also the organizational and economic instruments developed for reorganization

Ключевые слова: Прикладная сервисология, теория S образных, системотехника, технологическое переустройство, оптимальное планирование.

Keywords: Applied servisology, S shaped theory, systems engineering, technological transformation, optimal planning.

Применение современных методологических средств системотехники для создания технических систем может быть использовано в сервисном менеджменте. Использование сис-

темотехники позволяет решать задачу видения системы управления в целом, определять цели ее функционирования, структуру, ограничения, внешние и внутренние связи, а также агрегирование ее частей.

В современной сервисологии происходит ускорение изменений потребительских предпочтений, которое во многом определяется возможностями, привносимыми внедрением высоких, гибких технологий. Развитие высоких технологий является еще одним ускорителем происходящих перемен, которые требуют даже от самых успешных компаний постоянного переустройства менеджмента.

Термин и понятие «переустройство» имеют широкую сферу приложений в различных системах «Человек-Техника-Среда» (ЧТС), в разных областях деятельности человека (социальной, общественно-политической, гуманитарной, образовательной, технической, организационной и др.). Разнообразие оснований, по которым анализируют, систематизируют и оценивают переустройство, достаточно велико: явное или неявное; глобальное или локальное; социально значимое или индивидуально выгодное; прогрессивное или регрессивное; гуманное или антигуманное («шоковое») и т.д. В любом случае, независимо от процедуры и результатов, переустройство проводят под лозунгом «повышения экономичности, безопасности или комфортности функционирования» системы ЧТС. [4].

Разработка методологических подходов к проектированию развития высокотехнологических предприятий (ВТП) осуществляется в целях определения практически реализуемых методов исследования и учёта влияния внешних управляющих, организационных, технологических, информационных и т. п. воздействий на результаты функционирования ВТП. Несмотря на различный характер воздействий, в большинстве случаев можно обоснованно пренебречь этими различиями, изучая лишь количественные взаимосвязи причин и следствий на основании опосредованных моделей высокотехнологических процессов, логически связанных с причинами.

Постановка задачи моделирования процессов высокотехнологического производства существенно осложнена следующими обстоятельствами: многие показатели трудно выразить в знаковом виде; внутренние и внешние факторы развития и их взаимосвязи обычно не подлежат формализации, либо описываются системами уравнений огромных размерностей. В этом случае даже малые погрешности при задании исходных данных приводят к большим изменениям результата. Такие задачи с математической точки зрения являются неустойчивыми, а обратные для них задачи – некорректно поставленными. Для решения таких задач необходимо знание априорной информации об объекте исследования, в первую очередь общего характера. Такая информация может быть получена путём выявления общих закономерностей развития и функционирования объекта в условиях окружающей среды с учётом её изменчивости. Такие закономерности позволяют определить системотехнический подход.

В основе подхода лежит один из постулатов системотехники об универсальности принципов и законов организации и развития сложных природных, социально-экономических и технологических (в т. ч. высокотехнологических) систем.

Теория S-образной, примененная нами далее для оптимизации управления высокотехнологической компанией и призванная обеспечить оптимальное планирование сроков ее технологического переустройства, возникла как обобщение закономерностей развития природных систем. Как известно, теория демографических циклов изучает процессы изменения численности популяций живой природы и человека (населения) в условиях ограниченности природных и др. ресурсов развития. Начало этой теории было положено Раймондом Пирлом и др., показавшими, что изменение численности популяций животных и во многих случаях людей описывается логистическим уравнением [5,6,7]:

$$dN/dt = r(1-N/K)N. \quad (1)$$

Здесь $N(t)$ - численность популяции, K - емкость экологической ниши, r - коэффициент естественного прироста. Решение этого уравнения называют логистической кривой (см. рисунок 1). Логистическая кривая показывает, что поначалу, в условиях изобилия ресурсов, численность популяции быстро возрастает, но затем рост замедляется и величина $N(t)$ стабилизируется вблизи асимптоты K .

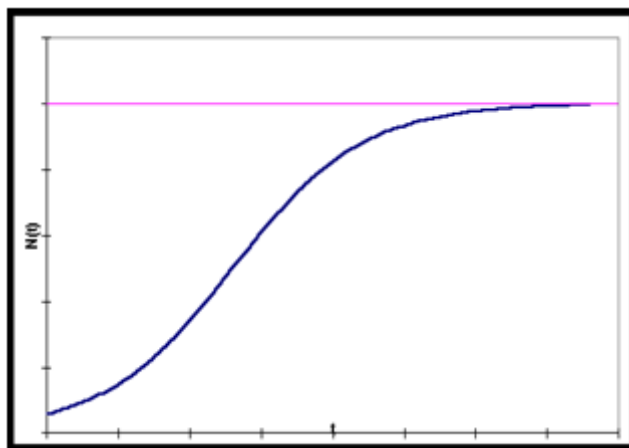


Рис. 1. Логистическая кривая

По аналогии рассмотрим высокотехнологичные производственные процессы.

В качестве основных переменных для имитационного моделирования процессов высокотехнологичного производства рассмотрим следующие: - общий объем высокотехнологичного производства на рассматриваемом пространстве; - объемы высокотехнологичного производства различного целевого назначения (производство высокотехнологичных материалов, техники и оборудования, подготовка кадров и т. п.); - суммарный объем высокотехнологичной продукции за рассматриваемый период времени; - уровни собственного потребления в высокотехнологичном производстве; - текущие внутренние резервы (ресурсы) и т. п.; - изменения долей в объеме высокотехнологичного производства различного целевого назначения и др.

Временное изменение общего объема высокотехнологичного производства n в зависимости от его скорости роста на рассматриваемом пространстве естественно представить в виде уравнения

$$dn/dt = mn, \quad (2)$$

решение которого имеет вид

$$n = ae^{mt}, \quad (3)$$

где a – объем в начальный момент времени $t = 0$, m – средняя скорость роста объема производства. Экспоненциальный рост непрерывной переменной во времени, описываемый формулой (3), эквивалентен геометрической прогрессии для дискретной переменной.

При анализе законов развития популяций Ферхюльст предложил накладывать на экспоненциальный рост, выраженный формулой (3), фактор, характеризующий замедление увеличивающийся с ростом популяции. Простейшее из возможных допущений состоит в том, что степень замедления роста для одного индивидуума пропорциональна размеру популяции, т. е. что результирующая скорость роста равна не m , а $m - rn$, где r - коэффициент замедления роста. Соответственно дифференциальное уравнение (2) принимает вид

$$dn/dt = mn - rn^2, \quad (4)$$

а его решение выражается формулой

$$n = m/(r+(m/a - r)e^{-mt}). \quad (5)$$

Уравнение (5) описывает S-образную логистическую кривую, наклон которой вначале монотонно возрастает, как у экспоненты, а затем постепенно уменьшается до нуля. При больших значениях t кривая сливается с горизонтальной прямой $n = m/r$ (m/r есть равновесное значение, к которому стремится n).

На практике скорость роста m определяется скоростями развития b и деградации (гибели) m . Если скорость развития такова, что за время dt произойдет прирост переменной $bndt$, а скорость гибели равна $mndt$ то $m = b - m$. Значение m может быть положительным, отрицательным или нулевым, и в зависимости от этого n будет расти, уменьшаться или оставаться неизменной. Аналогичным образом можно включить в рассмотрение и многие другие факторы, например участие зарубежного капитала.

Необходимо иметь в виду следующее обстоятельство. В большинстве случаев можно спокойно пренебрегать вероятностным характером исследуемых параметров и присущей им изменчивостью и анализировать средние значения, как если бы они были фактически наблюдаемыми величинами, не подверженными воздействию статистических колебаний. В то же время при исследовании, например, конкуренции, развития трудно предсказуемых процессов, в которых участвуют взаимодействующие структуры, средние значения, получающиеся из уравнений, выведенных при допущении отсутствия статистических колебаний, обычно отличаются от истинных средних значений. Поэтому такие ситуации должны исследоваться особо.

Практическое значение таких математических моделей состоит в том, что они дают предварительное количественное представление об изучаемых процессах. Используемые в них параметры (например, скорость развития) имеют вполне определенный смысл, что позволяет проверить соответствие модели тому реальному процессу, который, как предполагается, она описывает. На основании полученных данных можно вычислить соответствующие значения параметров и использовать их как основу для дальнейшего исследования.

В качестве простейшего примера, показывающего применимость предложенного подхода, рассмотрим анализ эффективности рекламы.

Предположим, что реализуется продукция В, о которой в момент времени t из числа потенциальных покупателей N знает лишь x покупателей. Предположим далее, что для ускорения сбыта продукции В были даны рекламные объявления, например, по радио и телевидению. Последующая информация о продукции распространяется среди покупателей посредством общения друг с другом. С большой степенью достоверности можно считать, что после рекламных объявлений скорость изменения числа знающих о продукции В пропорциональна как числу знающих о товаре покупателей, так и числу покупателей, о нем еще не знающих.

Если условиться, что время отсчитывается после рекламных объявлений, когда о товаре узнало N/γ человек, то приходим к дифференциальному уравнению

$$dx/dt = kx \cdot (N - x) \quad (6)$$

с начальными условиями $x = N/\gamma$ при $t = 0$. В уравнении (2.6) коэффициент k – это положительный коэффициент пропорциональности. Интегрируя уравнение (6), находим, что

$$(1/N) \cdot \ln [x / (N - x)] = kT + C.$$

Полагая $NC = C$, приходим к равенству

$$x / (N - x) = Ae^{Nkt}, \text{ где } A = eC.$$

Если последнее уравнение разрешить относительно x , то получим соотношение:

$$x = N * e^{Nkt} / (A * e^{Nk} + 1), \quad (7)$$

где $P = 1/A$.

Уравнение (7) является уравнением логистической кривой.

Если учесть теперь начальные условия, то уравнение (7) переписется в виде

$$x = N * (1 + (\gamma - 1) * e^{Nkt}). \quad (8)$$

Следует отметить, что к уравнению (8) сводятся и многие другие задачи о передаче информации, в частности, задача о распространении технологических новшеств.

Таким образом, выявлена возможность применения S-образных кривых при описании реальных процессов, характеризующих развитие высокотехнологичной индустрии. Рассмотрим примеры их применения.

Обозначим время (в периодах наблюдения) величиной t , суммарный объём высокотехнологичной продукции за рассматриваемый период времени - $S(t)$, а общий объём высокотехнологичного производства на рассматриваемом пространстве - $Y(t)$. Суммарный объём высокотехнологичной продукции может выражаться, например, в деньгах и т. п. Главное, чтобы его характеристика в полной мере отражала назначение высокотехнологичной продукции. Общий объём высокотехнологичного производства также может выражаться в различных величинах (объём капиталовложений, суммарная мощность машин и механизмов в высокотехнологичном производстве, количество занятых людей в целом и по отраслям и т. д.).

Суммарный объём высокотехнологичной продукции в любой период времени ограничен некоторой максимальной величиной S_m и возрастает не пропорционально объёму высокотехнологичного производства - начиная с некоторого момента, он стремится к асимптоте S_m . Зависимость объёма высокотехнологичной продукции S от общего объёма высокотехнологичного производства Y можно описать с помощью логистического уравнения. Рассмотрим зависимость величины

$$f = (1/S) * (dS/dY),$$

(так называемой удельной скорости) от S . Пусть при $S = S_0$, $f = r_0$, с другой стороны, при $S = S_m$ удельная скорость роста f становится равной нулю.

Предположим (как обычно делается при выводе логистического уравнения), что на отрезке $[S_0, S_m]$ удельная скорость меняется линейно, тогда

$$f = r_0 (S - S_m) / (S_0 - S_m) = r_0 (1 - (S - S_0) / (S_m - S_0)).$$

Таким образом, мы получаем уравнение

$$dS/dY = r_0 (1 - (S - S_0) / (S_m - S_0)) S. \quad (9)$$

Начальное условие для этого уравнения имеет вид $S(Y_0) = S_0$, где Y_0 – известное число. Это уравнение имеет решение

$$S = S_m (1 + C e^{rY}), \text{ где } r = r_0 S_m / (S_0 - S_m). \quad (10)$$

Константу C , как правило, можно найти из априорных данных.

Таким образом, мы можем найти закон изменения суммарного объёма высокотехнологичной продукции в зависимости от объёма высокотехнологичного производства.

Часто положение осложняется влиянием кризисных либо технологически революционных явлений. Такие обстоятельства могут быть учтены внесением специальных корректировок в закон изменения (10) о чём будет сказано ниже.

Пусть q - величина капитальных вложений на единицу объёма высокотехнологического производства.

Далее, обозначим p_0 нормированное минимальное собственное потребление в высокотехнологическом производстве. Величина $P_0 = p_0 Y(t)$ - есть минимальное совокупное собственное потребление, а $W = M + P_0$ - минимальный капитал, необходимый для собственного потребления и работы. Пусть $X(t)$ - имеющийся на конец предыдущего временного периода совокупный капитал (доходы и запасы). Если $X(t) > W$, то существует излишек капитала, и $u = (X(t) - M) / Y(t)$ - нормированный капитал, который может быть потреблен в текущем временном периоде. Разумеется, часто целесообразно часть этого капитала размещать в резервном фонде, переводить в ликвидные активы и т. п. Будем считать, что эта часть равна половине имеющихся излишков. Обозначим максимальное собственное потребление m тогда функция нормированного собственного потребления имеет вид:

$$p(u) = (u - p_0) / 2 + p_0, \text{ при } p_0 \leq u \leq 2p_m - p_0,$$
$$p(u) = p_m, \text{ при } u \geq 2p_m - p_0.$$

Реальное собственное потребление будет равно $P_1 = p(u)Y(t)$, а реальные расходы на собственное потребление и работу $W_1 = M + P_1$, так что ко времени получения дохода по итогам текущего периода останутся переходящие запасы капитала, равные $Z_p = X(t) - W_1$

Далее, пусть l_0 - доход на единицу вложенного капитала. Случайную составляющую дохода учтём, добавив к l_0 случайную величину dl_0 - так что реальный доход будет равен $l = l_0 + dl_0$. Тогда доход за текущий период будет равен lM ; из этого количества нужно вычесть налоги H .

С учетом переходящих запасов капитал на конец текущего периода времени будет равен $X(t+1) = lM - H + Z_p$. Теперь остается определить общий объём высокотехнологического производства По аналогии с классической моделью Р. Пирла

$$Y(t+1) = rY(t) / (1 + (r-1)Y(t)/K), \quad (11)$$

r - коэффициент естественного прироста при благоприятных условиях, а K - емкость технологической ниши, т. е. максимально возможный объём высокотехнологического производства при имеющихся материальных ресурсах. В нашем случае $K = P_1 / p_0$.

Иногда можно использовать модернизированную модель, в которой член, стоящий во втором слагаемом в знаменателе содержит степенной показатель n . Введение этого показателя объясняется тем, что недостаток капитала приводит не только к высокой «смертности» высокотехнологических организаций, но и к смене направления деятельности. Таким образом, в нашем случае

$$Y(t+1) = rY(t) / (1 + (r-1)(Y(t)/K)^n). \quad (12)$$

Далее, аналогичным образом мы можем получить и другие S-образные зависимости обобщённых показателей результатов высокотехнологического производства от затратных параметров.

В частности.

1. Нормированная (в привязке, например, к ценам на сырьё) прибыльность высокотехнологической деятельности в зависимости от времени.

2. Количество продукции высокотехнологичного производства в зависимости от общей деловой активности в государстве.

3. Объём вводимого в строй высокотехнологичного оборудования в зависимости от макроэкономических показателей экономики и т. п.

Современные высокотехнологичные компании не могут существовать без частого обновления используемого оборудования, технологий и продуктов, причем скорость обновления постоянно увеличивается. Такое положение дел требует от менеджеров решения задачи оптимального планирования и реализации сроков начала и времени выполнения технологического переустройства бизнеса и адекватных изменений в управлении компаниями. Переустройство технологий является постоянным и все ускоряемым явлением в организации производства и управления. Ускорение в значительной мере определяется внедряемыми высокими технологиями и соответствующими им изменениями в менеджменте.

Планы оптимального переустройства высокотехнологичных компаний должны поддерживаться финансовыми ресурсами и учитывать стратегическое состояние компании на рынке, для чего следует разрабатывать организационные и экономические механизмы переустройства.

Возможности оптимального (максимального) развития потенциала от проводимого переустройства высокотехнологичных компаний определяются положением организации на кривой жизненного цикла и должны учитывать следующие факторы:

1. Преждевременное начало переустройства приводит к финансовым потерям, а опоздание начала переустройства ведет к стагнации, утери конкурентных преимуществ.

2. Длительность периода переустройства также может оказать негативное влияние на результат, ибо негативное влияние определяется как необоснованно выбранным слишком коротким периодом, так и затягиванием сроков окончательного внедрения мероприятий.

3. Недопустимость разрывов процесса производства (внедрения новых технологий и выпуска продукции), которые ведут к утрате конкурентных позиций на рынке.

4. Своевременное и оптимальное по объему финансирование переустройства позволяет ускорить темпы и предельную величину параметров развития бизнеса, создавая конкурентные преимущества на отраслевом рынке.

В работе [3] представлено дифференциальное уравнение развития предприятия (для случая, когда производится однотипная продукция) в следующем виде:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{K_p}{Z_0} \Pi_0 N \frac{N_{\max} - N}{N_{\max}}, \quad (13)$$

где: N – количество продукции, выпускаемой в единицу времени (шт./год);

t – время (год);

K_p – относительная доля прибыли, направляемая на реализацию мероприятий в соответствии с принятой стратегией развития;

Z_0 – инвестиционная емкость продукции (затраты, необходимые для увеличения производственной мощности на единицу продукции, работ, услуг) (руб./шт./год);

Π_0 – прибыль от реализации единицы продукции (удельная прибыль) (руб./шт.);

N_{\max} – предельно возможный объем производства, обусловленный наличием ограничений по ресурсам (шт./год).

Положим в этом уравнении $\Pi = D(N) - S(N)$,

где: $D(N)$ – функция (цена) спроса (руб./шт.);

$S(N)$ - функция (цена) предложения (руб./шт.).

Анализ вышеприведенного уравнения позволяет детально исследовать планирование реализации стратегических мероприятий (переустройства) в условиях чистой конкуренции (рисунок 2) и в условиях монополистической конкуренции (рисунок 3).

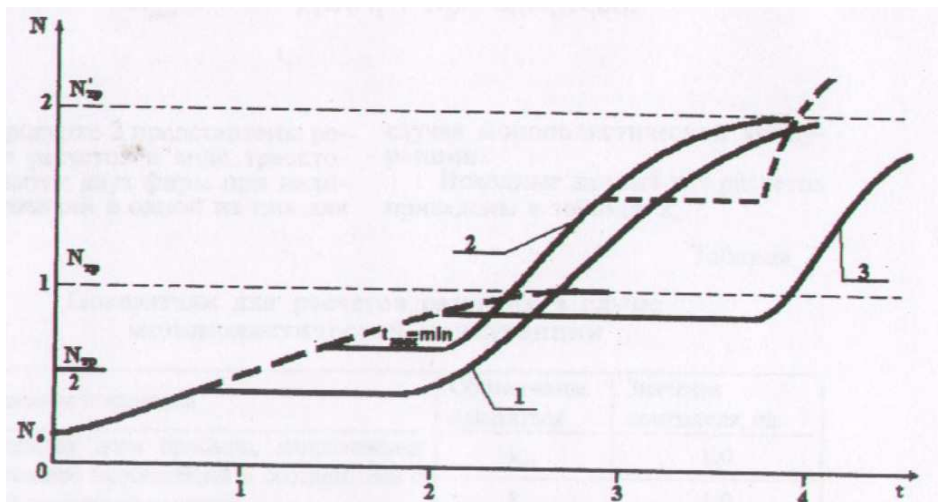


Рис. 2. Чистая конкуренция. Варианты развития рынка

Из представленных на рисунке 2 материалов видно, что не правильно выбранное время начала инновационного переустройства (кривая 3) приводит к отставанию от конкурентов, а своевременное и оптимально организованное финансирование создает конкурентные преимущества.

Применение теоретического аппарата S образных следует рассматривать как практический инструмент для моделирования переустройства технологий. Эти модели информативно демонстрируют влияние разрывов, после завершения инновационного периода и наступления периода стагнации, на утрату рыночных позиций компаниями, а задержки с оптимальным финансированием приводят к потере максимально возможного уровня развития.

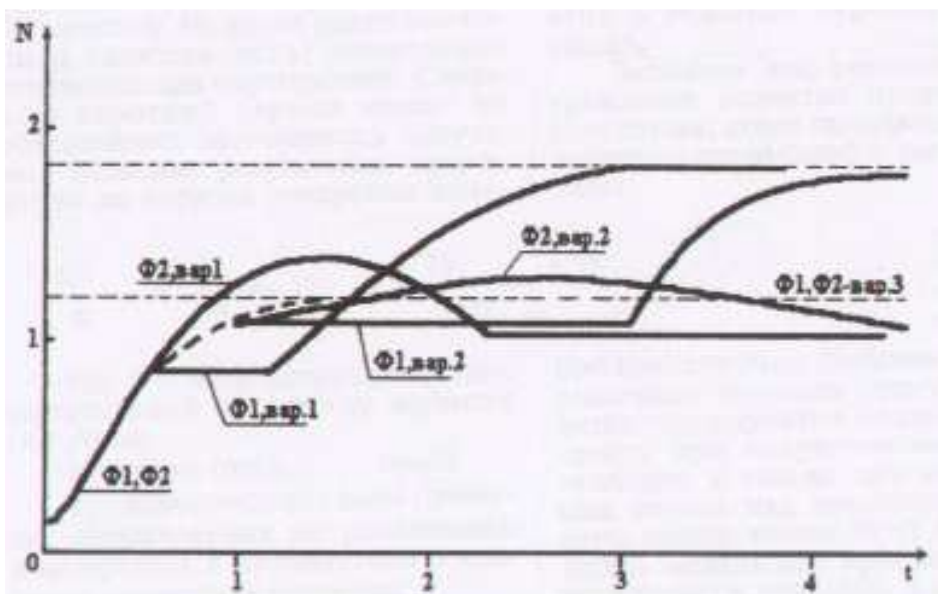


Рис. 3. Монополистическая конкуренция. Варианты развития двух фирм (Ф1 и Ф2)

ЛИТЕРАТУРА

1. Системотехника/ под ред. А.А. Гусакова. М. Фонд «Новое тысячелетие». 2002 г.
2. Мохов А.И. Отличие в подходе системотехники и комплексотехники к созданию технических систем// Электротехнические и информационные комплексы и системы. №1, т. 7, 2011.
3. Н.М. Комаров, А.П. Котов, Б.М. Богданов, В.Н. Рассадин. Стратегическое планирование реструктуризации предприятий в условиях рыночной конкуренции. Электронная промышленность. Экономика и коммерция. №4. 2000 г.
4. Переустройство. Организационно-антропотехническая надежность строительства. Серия «Инфографические основы функциональных систем» (ИОФС) / Под ред. В.О. Чулкова.- М.: СВР-АРГУС, 2005.
5. Гвишиани Д. М. Методологические проблемы моделирования глобального развития.—Вопр. филос., 1978, № 2.
6. Гапонов-Грехов А. В., Рабинович М. И. Хаотическая динамика простых систем.—Природа, 1981, № 2.
7. Кульбак С. Теория информации и статистика - М.: Наука, 1967.