

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ГИБКОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Евгений Анатольевич ДРОНОВ ^a,

Владимир Николаевич САМОЧКИН ^b,

Владимир Иванович БАРАХОВ ^{c,*}

^a Герой Труда Российской Федерации, кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства вооружений, Тульский государственный университет (ТулГУ); генеральный директор АО «АК «Туламашзавод», Тула, Российская Федерация
sekretar@tulamash.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^b доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и менеджмента, Тульский государственный университет (ТулГУ); исполнительный директор ООО «ПО «Туламашзавод», Тула, Российская Федерация
samochkin@tulamash.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^c кандидат технических наук, главный специалист ООО «ПО «Туламашзавод», Тула, Российская Федерация
potmz2@tulamash.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 386/2023
Получена 17.08.2023
Получена в доработанном виде 03.09.2023
Одобрена 28.09.2023
Доступна онлайн 28.12.2023

Специальность: 5.2.3

УДК 137.425.669.2
JEL: E23

Аннотация

Предмет. Исследование гибкого развития предприятия, основанного на постоянном освоении новых изделий, востребованных рынком при воздействии факторов внешней среды. Зная уровень воздействия этих факторов, можно определить освоение дополнительного количества новых изделий.

Цели. Разработка алгоритма определения количества изделий в освоении у предприятия при воздействии факторов внешней среды, исходя из количества изделий в освоении по теории его гибкого развития. На примере ПО «Туламашзавод» выявить этапы жизненного цикла нового изделия, подверженные наибольшим рискам.

Методология. Требуемое количество изделий в освоении определяется с применением теории гибкого развития предприятия, где оно равно произведению номенклатуры выпускаемых изделий и коэффициенту обновления. При этом все изделия разбиваются на группы. Внешнее воздействие на гибкое развитие предприятия увеличивает требуемое количество изделий в освоении. Изменение коэффициента обновления во времени моделировалось с применением марковских случайных процессов.

Результаты. У предприятий появляется возможность прогнозировать

Ключевые слова:

гибкое развитие, учет внешнего рыночного воздействия, марковские случайные процессы, количество изделий в освоении, коэффициент обновления

количество изделий в освоении по времени с учетом внешнего воздействия, определять приращение количества изделий в освоении у дочерних предприятий при увеличении номенклатуры изделий у материнской компании, определить, на какие группы изделий материнской компании необходимо обратить особое внимание при осуществлении мероприятий по снижению периода освоения новых изделий и увеличению периода их производства, ранжировать предприятия объединения по степени влияния внешнего воздействия на способность их к обновлению и определить наиболее уязвимые из них.

Выводы. Учет внешнего воздействия на гибкое развитие предприятия обеспечивает ему способность быстро реагировать на них. Его значимость очень существенна, так как рычагов влияния на эту проблему, приводящих к быстрым изменениям, у предприятий практически нет. Предлагается один из возможных вариантов гибкого развития предприятия с увеличением количества изделий в освоении, обусловленном внешним воздействием.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Дронов Е.А., Самочкин В.Н., Барахов В.И. Исследование результатов воздействия внешней среды на гибкое развитие предприятия // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2023. – Т. 22, № 12. – С. 2192 – 2203.

<https://doi.org/10.24891/ea.22.12.2192>

Одна из проблем, с которыми сталкиваются предприятия, это способность реагировать на воздействия со стороны внешней среды. Для описания процесса гибкого развития предприятия с учетом внешнего воздействия разработана модель изменения во времени номенклатуры выпускаемых изделий с применением моделирования на основе марковских случайных процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Гибкость предприятия базируется на освоении «закономерного» количества изделий, востребованных рынком, для получения требуемого результата хозяйственной деятельности. Составляющая гибкости предприятия – способность к обновлению определяет количество изделий, которое должно находиться в освоении N для его конкурентоспособного развития. Согласно основной гипотезе теории гибкости [1]

$$N = K_o \cdot n, \tag{1}$$

где $K_o = T_{\text{оп}} / T_{\text{пр}}$ – коэффициент обновления, равный отношению среднего времени освоения новых изделий ($T_{\text{оп}} = t_1^o + t_2^o + t_3^o$) ко времени их производства и реализации $T_{\text{пр}}$; t_1^o, t_2^o, t_3^o – время на НИОКР, подготовку производства и освоение производства соответственно; n – номенклатура изделий, выпускаемых предприятием.

При этом все изделия предприятия делятся на группы с применением кластерного анализа их технических параметров. Обработка статистики по 197 изделиям

машиностроения позволила получить средние значений временных составляющих цикла освоения нового изделия $T_{оп}$ для каждой из четырех групп, обеспечивающих представительность коэффициента обновления (табл. 1) [1].

Параметрами классификации изделий являлись масса m , количество деталей n и объем v . Результаты анализа средних параметров представлены в табл. 2.

Количество изделий в освоении у предприятия

$$N = \sum_{j=1}^4 N_j.$$

Рассмотрим гибкое развитие предприятия на примере АО «АК «Туламашзавод». Оно предусматривает освоение предприятиями новых изделий, востребованных рынком, которые пополняют номенклатуру выпускаемых изделий, увеличивая ее. Одновременно идет процесс снятия изделий с производства. За счет этого номенклатура выпускаемых предприятием изделий уменьшается. В итоге происходит ее изменение во времени.

Коэффициент обновления K_0 и интенсивность перехода изделий из состояния производства в состояние снятия их с производства λ_c будем определять, моделируя приток новых выпускаемых изделий и отток старых [1, 2]. Из формулы (1) для определения K_0 необходимо знать составляющие $T_{опj}$. Их сумма является средним временем цикла освоения нового изделия j -й группы ($j = 1, 2, 3, 4$). Значения t_1^0, t_2^0, t_3^0 являются исходными данными модели освоения предприятием новых изделий, основанной на использовании цепей Маркова с дискретными состояниями и непрерывным временем. Граф состояний исследуемой системы с указанными плотностями вероятностей перехода λ_{ij} из состояния S_i в состояние S_j представлен на рис. 1.

На рис. 1 обозначено: S_1 – поисковые работы (НИР и ОКР); S_2 – подготовка производства (наладка оборудования, изготовление оснастки, закупка материалов и комплектующих и т.д.); S_3 – освоение производства (отладка технологий, изготовление опытной партии, проведение испытаний и т.д.); S_4 – выпуск продукции; S_5 – реализация продукции; S_n – прекращение работ. Здесь $\lambda_{ij} = 1/t_i^0$ – интенсивность перехода системы из состояния S_i в состояние S_j ; t_i^0 – среднее нормативное время пребывания системы в состоянии S_i .

Процесс, представленный схемой марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем, характеризуется вероятностью $P_i(t)$ и средним временем $\bar{t}_i$ пребывания системы в каждом из ее состояний. Вероятности $P_i(t)$ описываются системой дифференциальных уравнений Колмогорова [3]

$$\left. \begin{aligned} \dot{P}_1(t) &= -\lambda_{12}^* \cdot P_1(t) \\ \dot{P}_2(t) &= \lambda_{12}^* \cdot P_1(t) - \lambda_{23}^* \cdot P_2(t) \\ \dot{P}_3(t) &= \lambda_{23}^* \cdot P_2(t) - \lambda_{34}^* \cdot P_3(t) \\ \dot{P}_4(t) &= \lambda_{34}^* \cdot P_3(t) - \lambda_{45}^* \cdot P_4(t) \\ \dot{P}_5(t) &= \lambda_{45}^* \cdot P_4(t) - \lambda_{5n}^* \cdot P_5(t) \\ \dot{P}_n(t) &= \sum_{i=1}^5 P_i(t) \lambda_{in}^* \end{aligned} \right\},$$

где $P_n(t) = 1 - \sum_{i=1}^5 P_i(t)$, $\lambda_{i,i+1}^* = \lambda_{i,i+1} + \lambda_{in}$.

При этом в любой момент времени справедливо нормирующее условие: $\sum_{i=1}^5 P_i(t) + P_n(t) = 1$, а начальные условия запишутся в виде: при $t = 0$ $P_1(0) = 1$, $P_2(0) = P_3(0) = P_4(0) = P_5(0) = P_n(0) = 0$. Решения системы уравнений Колмогорова приведены в работе [1].

Интегралы от этих вероятностей есть ни что иное, как среднее время пребывания изделий (товаров) в этих состояниях [4]:

$$t_i = \int_0^{\infty} P_i(t) \cdot dt. \quad (2)$$

Для состояний графа на *рис. 1* они конкретизируются в следующем виде:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{t_1^o \cdot \theta_1}{t_1^o + \theta_1}; \\ t_2 &= \frac{t_2^o \cdot \theta_1 \cdot \theta_2}{(t_1^o + \theta_1)(t_2^o + \theta_2)}; \\ t_3 &= \frac{t_3^o \cdot \theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \theta_3}{(t_1^o + \theta_1)(t_2^o + \theta_2)(t_3^o + \theta_3)}; \\ t_4 &= \frac{t_4^o \cdot \theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \theta_3 \cdot \theta_4}{(t_1^o + \theta_1)(t_2^o + \theta_2)(t_3^o + \theta_3)(t_4^o + \theta_4)}; \\ t_5 &= \frac{t_5^o \cdot \theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \theta_3 \cdot \theta_4 \cdot \theta_5}{(t_1^o + \theta_1)(t_2^o + \theta_2)(t_3^o + \theta_3)(t_4^o + \theta_4)(t_5^o + \theta_5)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где θ_i – среднее время перехода системы из состояний цикла освоения изделия и его реализации в состояние прекращения работ; $t_4 + t_5 = T_{\text{пр}}$ – среднее время нахождения изделия в состоянии производства и его реализации.

С учетом (3) коэффициент обновления, учитывающий внешнее воздействие за счет вероятности перехода системы в состояние $S_{\text{п}}$, вычисляется по формуле:

$$K_{oj}^* = \frac{t_{1j} + t_{2j} + t_{3j}}{t_{4j} + t_{5j}}. \quad (4)$$

Средние времена перехода системы из состояний цикла освоения изделий в состояние прекращения работ являются периодами, необходимыми для вытеснения изделия с рынка. В этом случае можно положить

$$\begin{aligned} \theta_1 = \theta_2 &= 2 \cdot T_{\text{оп}} + t_4^0; \\ \theta_3 &= 2 \cdot T_{\text{оп}} + t_4^0 - t_2^0; \\ \theta_5 = \theta_5 &= 2 \cdot T_{\text{оп}} + t_4^0 - t_2^0 - t_3^0. \end{aligned} \quad (5)$$

Естественно, для конкретных предприятий могут быть другие варианты определения средних времен перехода системы в состояние прекращения работ. Таким образом происходит учет внешнего рыночного воздействия. Интенсивность перехода из состояния освоения производства новых изделий $S_{\text{ос}}$ графа на *рис. 1* в состояние $S_{\text{пр}}$ производства изделий определится по формуле:

$$\lambda_{oj} = \frac{1}{T_{\text{опj}}} = \frac{1}{t_{1j} + t_{2j} + t_{3j}}.$$

Для определения интенсивности перехода изделия из состояния производства и реализации в состояние снятия его с производства $\dot{=}_c$ рассмотрим процесс, описывающий жизненный цикл производимых товаров, основываясь на состояниях: S_{0j} – освоение новых изделий в j -й группе, S_{1j} – «трудные дети», S_{2j} – «звезды», S_{3j} – «дойные коровы», S_{4j} – «неудачники». Из каждого состояния S_{ij} жизненного цикла товара система может перейти в состояние S_{pj} – прекращение выпуска и реализации товара. Жизненный цикл товара исследуем как случайный процесс, подверженный воздействию факторов внешней среды. Такое «движение» товара сведено к марковскому случайному процессу с дискретными состояниями и непрерывным временем. Граф состояний процесса аналогичен графу на *рис. 1*. Интенсивности смены состояний определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_{01j} &= \frac{1}{T_{\text{опj}}}; \mu_{12j} = \frac{1}{t_{1j}^0}; \mu_{1pj}^* = \frac{1}{\tau_{pj}^0}; \mu_{12j}^* = \mu_{12j} + \mu_{1pj}; \mu_{23j} = \frac{1}{t_{2j}^0}; \mu_{2pj} = \frac{1}{\tau_{2pj}}; \\ \mu_{23j}^* &= \mu_{23j} + \mu_{2pj}; \mu_{34j} = \frac{1}{t_{3j}^0}; \mu_{3pj}^* = \frac{1}{\tau_{3pj}}; \mu_{34j}^* = \mu_{34j} + \mu_{3pj}; \mu_{4pj} = \frac{1}{\tau_{4pj}}, \end{aligned}$$

где $t_{1j}^0, t_{2j}^0, t_{3j}^0$ – среднее время пребывания товаров в состояниях «трудные дети», «звезды», «дойные коровы» соответственно для j -й группы изделий без учета внешнего воздействия;

$\tau_{1pj}, \tau_{2pj}, \tau_{3pj}, \tau_{4pj}, \tau_{5pj}$ – среднее время вытеснения товаров из первого, второго, третьего, четвертого состояний и состояния реализации продукции соответственно для j -й группы изделий.

Вероятности пребывания товара в состояниях исследуемого процесса описываются системой уравнений Колмогорова. Решения системы определяют вероятности $P_i(t)$ пребывания товаров в состояниях процесса в виде функций времени. Подставляя полученные выражения для $P_i(t)$ в формулу (2) и беря интегралы, получаем формулы для определения $t_{1j}, t_{2j}, t_{3j}, t_{4j}$ j -й группы изделий, аналогичные формулам (3). Тогда время производства товара j -й группы составит:

$$T_{npj} = t_{1j} + t_{2j} + t_{3j} + t_{4j} + t_{5j}; \mu_{cj} = 1 / T_{npj}.$$

Из анализа приведенных формул можно заключить, что количество изделий в освоении у предприятия N зависит от составляющих $T_{опj}, T_{npj}$, номенклатуры выпускаемых изделий n_{oj} , времени перехода рассматриваемых систем из состояний цикла освоения новых изделий и их производства в состояние прекращения работ $\tau_{инj}$ и $\theta_{инj}$.

Имея изменения вероятностей пребывания товара в состояниях жизненного цикла во времени, можно определить изменения неопределенности системы «товар – внешняя среда», называемой энтропией:

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \log P.$$

Максимальной неопределенностью обладает система в момент, когда вероятности пребывания во всех возможных состояниях равны. В нашем случае будем иметь максимальную неопределенность системы «товар – внешняя среда», когда вероятности ее пребывания в состояниях $S_{0j}, S_{1j}, S_{2j}, S_{3j}, S_{4j}$ имеют минимальную дисперсию, то есть когда их значения наиболее близки друг другу. Результаты расчета энтропии для изделий АК «Туламышзавод» показали следующее:

- система имеет наибольшую неопределенность в первых двух состояниях: «трудные дети» и «звезды» S_{1j} и S_{2j} ;
- самый быстрый рост энтропии до достижения максимума имеет место у систем «товар – внешняя среда», подверженной наибольшему внешнему воздействию в состоянии «трудные дети» S_{1j} .

Из анализа полученных результатов можно заключить следующее.

1. Имеется этап жизненного цикла товаров (для АК «Туламашзавод» – «звезда»), на который необходимо обратить особое внимание, поскольку здесь наибольшая энтропия и максимальные риски.
2. Наибольшее внешнее воздействие на увеличение продолжительности жизненного цикла товаров (на энтропию системы «товар – внешняя среда») появляется в случае, когда максимальная интенсивность этого воздействия соответствует этапу с максимальной энтропией (для рассматриваемого примера – «звезда»).
3. Имеются нежелательные сочетания длительности этапов жизненного цикла товара со сдвигом максимальных энтропий рассматриваемой системы. Для таких систем риски принятия управленческих решений максимальны.

Поскольку рассматриваются два этапа жизненного цикла изделий: первый – освоение с периодом $T_{оп}$ и второй – производство и реализация с периодом $T_{пр}$, то интенсивность внешнего воздействия для j -й группы будем определять как

$$t_{пj} = \theta_{пj} + \tau_{пj}.$$

Результаты расчетов с применением формул (1), (3)–(5) количества изделий в освоении N у АК «Туламашзавод» в зависимости от интенсивности внешнего воздействия, определяемой временем перехода системы в состояние прекращения работ, сведены в *табл. 3* и в виде кривой изменения количества гражданских изделий в освоении у АК «Туламашзавод», имеющего номенклатуру гражданской продукции в зависимости от внешнего воздействия от $n = 28$ до $n = 32$ ед., представлены на *рис. 2*.

Анализ результатов расчетов изменения номенклатуры изделий у рассматриваемого предприятия с учетом внешнего воздействия во времени и при различных периодах их производства показал следующее:

- из кривой изменения $N = f(t)$ на *рис. 2* видно, что увеличение количества изделий в освоении при уменьшении сроков реализации продукции имеет нелинейную зависимость с нарастанием ΔN по мере приближения к его наибольшим интенсивностям, снижающей время производства и реализации $T_{пр}$;
- снижение интенсивности внешнего воздействия ведет к росту времени производства и реализации товаров $T_{пр}$, к примеру, если T увеличить на 6 лет, то количество изделий в освоении уменьшится на $\Delta N = 2,6$ ед., сокращение $T_{пр}$ с 12 до 10 лет прибавляет на $\Delta N = 0,5$ ед., с 10 до 8 лет – на $\Delta N = 0,8$ ед., с 8 до 6 лет – на $\Delta N = 1,3$ ед.;
- выводы, сделанные для АК «Туламашзавод», имеют место и для дочерних предприятий ПО «Туламашзавод».

У предприятия появляется возможность прогнозировать количество изделий в освоении с учетом внешнего воздействия, определить, на какие группы изделий необходимо обратить особое внимание при снижении периода освоения новых изделий и увеличении периода их производства.

Таким образом, описанный алгоритм учета внешнего воздействия на количество изделий в освоении у предприятия позволяет оценить изменение во времени прогнозного периода приращения этого количества за счет заданных интенсивностей воздействия и определить этапы жизненного цикла изделия и затем рыночного товара, на которые необходимо обратить особое внимание при оптимизации гибкого развития предприятия.

Таблица 1

Временные параметры освоения изделий (в годах) и коэффициенты обновления по группам

Table 1

Time parameters of development of products (years) and coefficients of renewal by group

Группа изделий	$\bar{t}_1^o$	$\bar{t}_2^o$	$\bar{t}_3^o$	$T_{оп}$	$T_{пр}$	K_o
1	0,08	0,11	0,17	0,36	4	0,09
2	0,29	0,3	0,25	0,84	5	0,17
3	0,53	0,49	0,45	1,47	6	0,24
4	0,88	0,79	0,84	2,51	9	0,28

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Результаты разбивки изделий машиностроения на группы

Table 2

Machine-building product grouping results

Группа изделий	Количество изделий	Средняя m , кг	Среднее n , шт.	Средний v , м ³
1	44	80	20	0,01
2	79	121	231	0,69
3	35	266	1 380	1,49
4	39	3 170	4 380	19,5

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Изменение количества изделий в освоении у АК «Туламашзавод» при различных внешних воздействиях

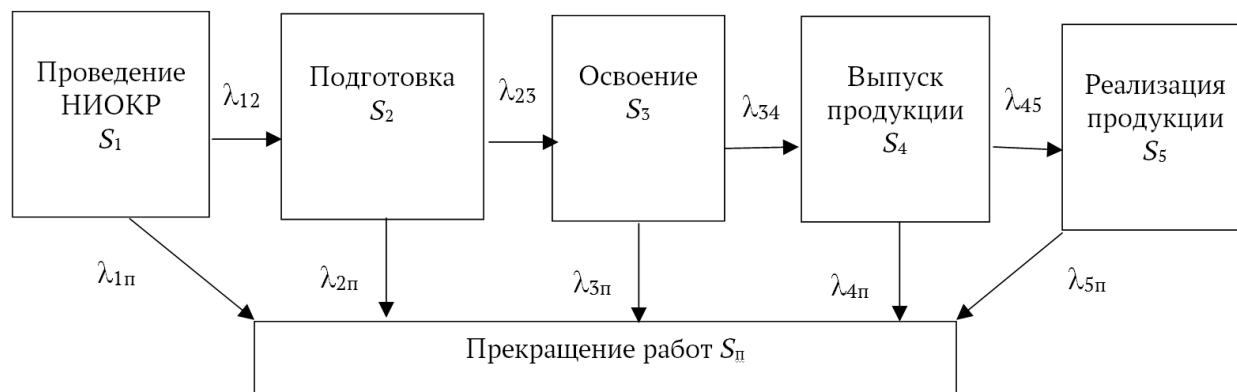
Table 3

Change in quantity of products in development at Tulamashzavod JSC under various external factors

Показатель	Значение			
	I	II	III	IV
Время нахождения изделий в производстве и реализации (средняя интенсивность внешнего воздействия) t , лет	6	8	10	12
Количество изделий в освоении N , ед.	11,5	10,2	9,4	8,9
Средняя номенклатура выпускаемой продукции n , ед.	32	30	28	28

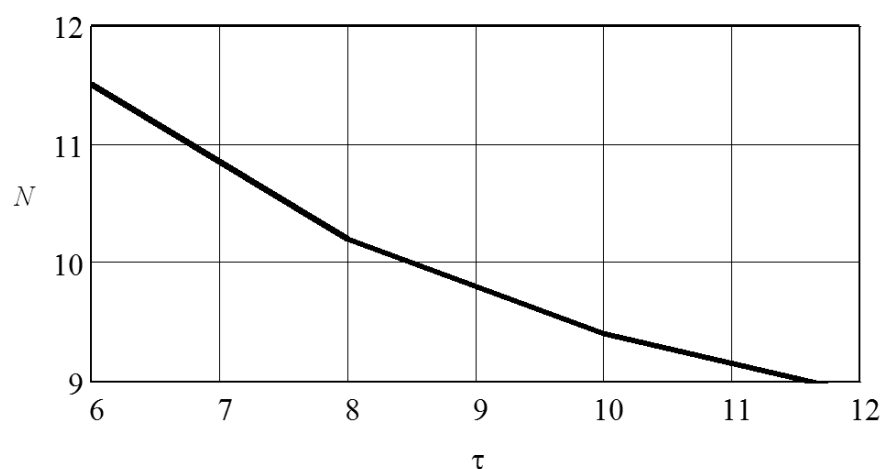
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1**Граф состояний жизненного цикла изделия****Figure 1****Graph of product life cycle states**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2**Изменение количества изделий в освоении у АК «Туламашзавод» в зависимости от интенсивности внешнего воздействия****Figure 2****Change in quantity of products in development at Tulamashzavod JSC, depending on external impact intensity**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Самочкин В.Н. Гибкое развитие предприятия: анализ и планирование. М.: Дело, 2000. 376 с.
2. Самочкин В.Н., Барахов В.И., Кузнецов В.П. Гибкое развитие предприятия и корпорации. М.: Дело и сервис, 2014. 320 с.

3. *Вентцель Е.С.* Исследование операций. М.: Советское радио, 1972. 552 с.
4. *Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д.* Математические методы в теории надежности. М.: Наука, 1965. 524 с.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

INVESTIGATING THE RESULTS OF ENVIRONMENTAL IMPACT ON FLEXIBLE DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE

Evgenii A. DRONOV ^a,

Vladimir N. SAMOCHKIN ^b,

Vladimir I. BARAKHOV ^{c,*}

^a Tulamashzavod JSC,
Tula, Russian Federation
sekretar@tulamash.ru
ORCID: not available

^b Tula State University (TulSU),
Tula, Russian Federation
samochkin@tulamash.ru
ORCID: not available

^c Tulamashzavod PA, Ltd.,
Tula, Russian Federation
potmz2@tulamash.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 386/2023
Received 17 August 2023
Received in revised form
3 September 2023
Accepted 28 Sept 2023
Available online
28 December 2023

JEL classification: E23

Keywords: flexible
development, external
market impact, Markov
process, number of
product under
development, coefficient
of renewal

Abstract

Subject. The article considers enterprise's flexible development based on constant development of new products demanded by the market, under the influence of environmental factors.

Objectives. The aim is to design an algorithm for determining the number of products in development at the enterprise, under the influence of environmental factors, based on the number of products in development, according to the theory of its flexible development, to identify stages of new product's life cycle that are at the highest risk, using the Tulamashzavod case.

Methods. We determined the required number of products in development, using the theory of enterprise flexible development, where it is equal to the product of the range of manufactured products and the coefficient of renewal. All products are divided into groups. External effects on enterprise flexible development increases the required number of products in development. We modeled the change in the coefficient of renewal over time, using Markov processes.

Results. Enterprises have the opportunity to predict the number of products in development over time, taking into account external influences, to determine the increment in the number of products in development at subsidiaries with an increase in the product range at the parent company, to rank enterprises of the association by degree of external influence on their ability to upgrade, and identify the most vulnerable of them.

Conclusions. Consideration of external impacts on enterprise flexible development enables quick respond. The study offers one of possible options for flexible development of the enterprise with an increase in the number of products in development due to external influence.

Please cite this article as: Dronov E.A., Samochkin V.N., Barakhov V.I. Investigating the Results of Environmental Impact on Flexible Development of the Enterprise. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2023, vol. 22, iss. 12, pp. 2192–2203.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.12.2192>

References

1. Samochkin V.N. *Gibkoe razvitie predpriyatiya: analiz i planirovanie* [Flexible enterprise development: Analysis and planning]. Moscow, Delo Publ., 2000, 376 p.
2. Samochkin V.N., Barakhov V.I., Kuznetsov V.P. *Gibkoe razvitie predpriyatiya i korporatsii* [Flexible development of enterprises and corporations]. Moscow, Delo i servis Publ., 2014, 320 p.
3. Venttsel' E.S. *Issledovanie operatsii* [Operations Research]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1972, 552 p.
4. Gnedenko B.V., Belyaev Yu.K., Solov'ev A.D. *Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti* [Mathematical methods in the theory of reliability]. Moscow, Nauka Publ., 1965, 524 p.

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.