

УДК 004.942

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Балашова Марина Владимировна¹, Раткевичус Наталья Геннадьевна²

¹Старший преподаватель;

ГБОУ ВПО Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,

Институт системного анализа и управления;

141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;

e-mail: marinalobacheva@yandex.ru.

²Студентка;

ГБОУ ВПО Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,

Институт системного анализа и управления;

141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;

e-mail: Ratkevichus1@mail.ru.

Статья посвящена оценке деятельности предприятия и разработке ряда рекомендаций по увеличению эффективности деятельности предприятия. Приведен анализ математической модели деятельности организации, исследованы и сведены в общую таблицу показатели эффективности деятельности предприятия.

Ключевые слова: анализ деятельности предприятия, математическая модель, показатели эффективности.

MATHEMATICAL MODEL AND THE EFFICIENCY INDICATORS OF A COMPANY'S ACTIVITIES

Balashova Marina¹, Ratkevichus Natalia²

¹Senior teacher;

Dubna International University of Nature, Society and Man,

Institute of system analysis and management;

141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;

e-mail: marinalobacheva@yandex.ru.

²Student;

Dubna International University of Nature, Society and Man,

Institute of system analysis and management;

141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;

e-mail: Ratkevichus1@mail.ru.

This article is dedicated to assessing the efficiency of a company's activities and developing a series of recommendations to increase its efficiency. The paper includes a mathematical model analysis of the company's activities, research and a common table of efficiency indicators of the company's activities.

Keywords: the efficiency assessment of a company's activities, mathematical model, efficiency indicators.

Введение

Анализ деятельности как предприятия в целом, так и отдельных его структурных элементов – безусловно, является актуальной задачей. Следует также отметить, что, говоря о деятельности предприятия, подразумевается, что производиться могут как материальные, так и нематериальные продукты и услуги.

Для решения задач анализа и прогноза деятельности предприятия необходимо отслеживать большое количество разносторонних показателей эффективности его деятельности. Модель деятельности предприятия может быть единым базисом для расчета различного рода показателей.

1. Математическая модель деятельности предприятия

Математическая модель деятельности предприятия отражает деятельность участников коллективной деятельности (работников) и связи между ними за счет использования общих ресурсов. Пространством состояния модели являются:

- вектор состояния работников $R(t)$;
- вектор состояния общих ресурсов $P(t)$;
- вектор состояния очередей на общие ресурсы $L(t)$.

Входами в модель могут быть различные переменные, которые определяются в зависимости от задачи анализа или синтеза. Таким образом, всё пространство входных переменных делится на две части: входные переменные и параметры модели [1].

В статье [1] можно подробно рассмотреть математическую модель коллективной деятельности. В статье представлены основные формулы, матрицы перехода, состояние работников и ресурсов, формулы очереди ожидания в ней.

Приведенные в статье формулы математической модели легли в основу построения модели для исследования вариантов расчета различных показателей эффективности коллективной деятельности, рассматриваемых в данной статье.

Рассмотрим общую процедуру построения модели. В качестве объекта исследования чаще всего принимается отдел или группа отделов (если деятельность их неразрывно связана и зависит друг от друга), строится математическое описание [1]. Следует отметить, что модель требует настройки под конкретный объект управления, под конкретную деятельность. Базисом для построения модели является известное заранее количество сотрудников, каждый из них выполняет определённое количество операций (функций). У каждой операции есть своя длительность. Чтобы завершить работу, работник должен проделать все операции в определённом порядке, во избежание восполнимого или невосполнимого брака (некорректного выполнения операций). Следовательно, для каждого сотрудника строится матрица перехода, которая определяет вероятность перехода от одной операции к другой для каждого сотрудника отдела. Так же для каждой операции указывается, нужно ли для её осуществления общий ресурс или нет.

Итак, можно выделить два вида выполнения сотрудником своей работы:

- Корректный – все операции (составляющие работу) выполнены в соответствии с заданной в технологической карте последовательностью.
- Некорректный – операции выполнены не все, или все, но в неправильной последовательности, либо одна из операций выполнена неверно.

Вычислив с помощью модели указанные типы проделанных работ (выраженные в количественном отношении), можно, задав предварительно некоторые пороговые границы, определить результат работы сотрудника отдела, выраженные, например, в некотором наборе лингвистических переменных (очень хорошо, хорошо, норма, ниже нормы, плохо, очень плохо, необходимо увольнение). Границы настраиваемые, и, в конечном итоге, от выбора пороговых значений будет зависеть итог работы как отдельного сотрудника, так и отдела в целом. Чаще всего в модели, при расчетах используются границы, установленные руководителем предприятия или организации (это позволяет учесть специфику отдельных производственных деятельностей, и избежать шаблонности).

В рассматриваемой модели деятельности предприятия так же очень легко можно провести исследование зависимости стажа работы сотрудника отдела компании и общей суммы некорректно выполненных им операций. В математической модели соответствие между стажем работника компании и вероятностью его перехода к нужной операции, во избежание брака устанавливается с некоторым обратно пропорциональным коэффициентом.

На практике часто встречаются задачи массового обслуживания. В рассматриваемой модели очередь образуется, когда сотруднику нужно проделать операцию с использованием общего ресурса, который недоступен по каким-либо причинам в данный момент времени. Следует также отметить, что для некоторых операций использование оборудования не обязательно, а для других использование общих ресурсов необходимо. Исследование возникающих очередей, и рассмотрение возможности корректировки распределения работ с целью сокращения длины очереди (а значит и простоев) есть предмет отдельного исследования, для которого также очень полезной оказывается рассматриваемая математическая модель и вычисляемые показатели эффективности (служащие базисом для принятия решений).

В ходе исследования были проведены различных эксперименты по распределению общих ресурсов между работниками.

Наиболее интересными представляются следующие варианты:

- оборудование нужно всем работникам для всех операций без исключения (результат работы в подобном случае является самым неэффективным, в некоторых случаях можно утверждать, что руководитель может наглядно увидеть наихудший вариант работы его отдела в варианте «все друг друга ждут, все друг другу мешаются»);
- оборудование нужно всем сотрудникам для каждой второй операции соответственно (в этом варианте можно говорить о некоторой средней занятости ресурсов);
- оборудование необходимо только некоторым сотрудникам, количество которых превышает количество единиц оборудования (в таком варианте можно исследовать возникающие очереди ожидания, простои, а следовательно, убытки, которые несет компания, что может являться основой для рассмотрения возможности выделения дополнительных средств на закупку дополнительного оборудования);
- оборудование необходимо только некоторым сотрудникам, количество которых не превышает количества единиц оборудования (в таком варианте, в отличие от предыдущего, просчитываются в большей степени риски отказа оборудования (его восполнимость/невосполнимость за счет резервного, не используемого в данный момент оборудования)).

Все перечисленные варианты по сути используются для получения картины распределения ресурсов между сотрудниками. Исследование реально существующего распределения работ, исследование вариантов перераспределения работ в зависимости от поставленной цели.

2. Показатели эффективности коллективной деятельности

Ключевые показатели эффективности позволяют сотрудникам высшего звена компании оценить работу организации, определить степень достижения тактических и стратегических целей. Результаты вычисления коэффициентов можно применять как напрямую для коррекции работы подразделений, так и использовать в качестве материалов для проведения более глубокого и полного анализа коллективной деятельности организации, что, безусловно, будет способствовать благотворной работе компании.

Ниже приведём ряд показателей и способ их вычисления, которые можно рассчитать в модели деятельности предприятия [1], информация приведена в таблице 1. Столбец «Формула расчета» содержит соответственно общепринятую формулу расчета указанных показателей. Следует отметить, что данные формулы расчета, могут изменяться, если это необходимо, с учетом настройки в описанной математической модели коллективной деятельности предприятия [1] под конкретное предприятие или организацию.

Таблица 1. Показатели эффективности коллективной деятельности

Наименование показателя	Формула расчета	Комментарии
Количество корректных работ	$\sum_1^j K$ $\sum_1^j K$ – сумма корректных работ.	Корректные работы – все операции (составляющие работу) выполнены в соответствии с заданной в технологической карте последовательностью
Количество некорректных работ	$\sum_1^i N$ $\sum_1^i N$ – сумма некорректных работ.	Некорректные – операции выполнены не все, или все, но в неправильной последовательности, либо одна из операций выполнена неверно.
Количество всего произведенных работ каждым сотрудником	$O = \sum_1^j K + \sum_1^i N$ O – количество всего произведенных работ каждым сотрудником, $\sum_1^j K$ – сумма корректных работ, $\sum_1^i N$ – сумма некорректных работ.	Количество всего произведенных работ каждым сотрудником – это сумма работ корректных и некорректных.
% некорректных работ от всех работ, выполненных сотрудником	$B = \frac{O}{\sum_1^i N} \cdot 100\%$ B – % некорректных работ от всех работ, выполненных сотрудником, O – количество всего произведенных работ каждым сотрудником, $\sum_1^i N$ – сумма некорректных работ.	% некорректных работ от всех работ, выполненных сотрудником – это отношение количества произведенных работ каждым сотрудником к сумме его некорректно выполненных работ, умноженное на 100 процентов.
Коэффициент текучести персонала	$K_{\text{текуч}} = \frac{\text{Числ.ок.} - \text{Числ.найдисп.}}{\text{Числ.наем.}} \cdot 100\%$	Коэффициент текучести персонала – отношение уволенных по собственному желанию или

	<p>$K_{текуч.}$ – коэффициент текучности,</p> <p>$Ч_{ув.с.ж.}$ – число уволенных по собственному желанию, чел.,</p> <p>$Ч_{ув.нар.дисц.}$ – число уволенных за нарушения трудовой дисциплины, чел.,</p> <p>$Ч_{ср.чис.}$ – среднесписочная численность за период, чел.</p>	за нарушения трудовой дисциплины к среднесписочному числу работников.
Коэффициент оборота по приему	$K_{об.пр} = \frac{Ч_{прин}}{Ч_{ср.чис.}} \cdot 100\%$ <p>$K_{об.пр}$ – коэффициент оборота по приему,</p> <p>$Ч_{прин.}$ – число принятых за период, чел.,</p> <p>$Ч_{ср.чис.}$ – среднесписочная численность за период, чел.</p>	Коэффициент оборота по приему – отношение числа принятых на работу человек за некоторый период к среднесписочной численности человек за этот же период, умноженное на 100%.
Коэффициент оборота по увольнению	$K_{об.ув} = \frac{Ч_{увол}}{Ч_{ср.чис.}} \cdot 100\%$ <p>$K_{об.ув}$ – коэффициент оборота по увольнению,</p> <p>$Ч_{увол.}$ – число уволенных за период, чел.,</p> <p>$Ч_{ср.чис.}$ – среднесписочная численность за период, чел.</p>	Коэффициент оборота по увольнению – отношение числа уволенных человек за период времени к среднесписочной численности человек за этот же период, умноженное на 100%.
Коэффициент постоянства кадров за определенный период	$K_{пост.} = \frac{Списочн.числ. - Ч_{увол}}{Ч_{ср.чис.}} \cdot 100\%$ <p>$K_{пост.}$ – коэффициент постоянства кадров,</p> <p>$Списочн.числ.$ – списочная численность на начало периода, чел.,</p> <p>$Ч_{увол.}$ – число уволенных за период, чел.,</p> <p>$Ч_{ср.чис.}$ – среднесписочная численность за этот период,</p>	Коэффициент постоянства кадров за определенный период – отношение разницы между числом сотрудников на начало периода и количеством уволившихся за этот срок к среднесписочной численности

	чел.	
Коэффициент простоя	$K_{\text{простоя}} = \frac{t_{\text{простоя}}}{T}$ <p>$K_{\text{простоя}}$ – коэффициент простоя работника; $t_{\text{простоя}}$ – время простоя работника; T – общее время работы сотрудника.</p>	Коэффициент простоя – отношение времени простоя машины (в ремонте при техническом обслуживании) к полному времени нахождения её в эксплуатации
Коэффициент реализации (выработки) продукции	$K_{\text{реализации}} = \frac{\Sigma_{\text{выр.дет}}}{\Sigma_{\text{раб.}}}$ <p>$K_{\text{реализации}}$ – коэффициент реализации продукции; $\Sigma_{\text{выр.дет}}$ – сумма всех деталей, сделанных отделом за определённый период времени; $\Sigma_{\text{раб.}}$ – сумма всех сотрудников отдела.</p>	Коэффициент реализации (выработки) продукции – отношение количества деталей, сделанных всеми сотрудниками отдела, к количеству работников в отделе
Пропорциональность	$\sigma = \sqrt{\sum_1^m \frac{(h - h_2)^2}{m}}$ <p>m – количество переделов или стадий изготовления продукта, h – пропускная способность отдельных переделов, h_2 – запланированный ритм выпуска продукции (объём производства по плану).</p>	Пропорциональность в организации производства предполагает соответствие пропускной способности (относительной производительности в единицу времени) всех подразделений предприятия – цехов, участков, отдельных рабочих мест по выпуску готовой продукции.
Параллельность	$K_n = \frac{\sum_1^m T_{\text{пр.ч.}}}{\sum_1^m T_{\text{ф.}}}$ <p>$T_{\text{пр.ч.}}$ – длительность производственного цикла при параллельном движении предметов труда, $T_{\text{ф.}}$ – фактическая длительность, n – количество переделов.</p>	Под параллельностью понимается одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса применительно к разным частям общей партии деталей.

<p>Непрерывность</p>	$K_n = \frac{\sum_1^m T_{u, mex.}}{\sum_1^m T_u}$ <p>m – общее количество переделов. $T_{u, mex}$ – длительность технологической части производственного цикла, T_u – продолжительность полного производственного цикла.</p>	<p>На рабочем месте непрерывность достигается в процессе выполнения каждой операции путем сокращения вспомогательного времени (внутриоперационных перерывов), на участке и в цехе при передаче полуфабриката с одного рабочего места на другое (межоперационных перерывов) и на предприятии в целом, сведение перерывов до минимума в целях максимального ускорения оборачиваемости материально-энергетических ресурсов.</p>
<p>Прямоточность</p>	$K_{np} = 1 - \frac{\sum_1^j T_{mp}}{\sum_1^m T_u}$ <p>j – количество транспортных операций, T_{mp} – длительность транспортных операций, T_u – общая продолжительность производственного цикла.</p>	<p>Одной из предпосылок непрерывности производства является прямоточность в организации производственного процесса, которая представляет собой обеспечение кратчайшего пути прохождения изделием всех стадий и операций производственного процесса, от запуска в производство исходных материалов и до выхода готовой продукции.</p>
<p>Ритмичность</p>	$K_p = 1 - \frac{\sum_1^n A}{\Pi}$ <p>$\sum_1^n A$ – сумма ежедневно недоданной продукции, n – длительность планового периода, дни, Π – плановый выпуск продукции.</p>	<p>Принцип ритмичности предполагает равномерный выпуск продукции и ритмичный ход производства. Уровень ритмичности может быть охарактеризован коэффициентом K_p, который определяется как сумма отрицательных отклонений достигнутого выпуска продукции от заданного плана.</p>
<p>Коэффициент реализации (выработки) продукции</p>	$K_p = \frac{\sum_1^n P}{T}$ <p>$\sum_1^n P$ – сумма сданной продукции, T – период работы.</p>	<p>Коэффициент реализации (выработки) продукции отражает количество продукции, произведенной в единицу рабочего времени.</p>

<p>Трудоёмкость</p>	$K_t = \frac{1}{K_p}$ <p>K_p — коэффициент реализации (выработки) продукции.</p>	<p>Трудоёмкость – величина, обратная выработке, характеризует затраты труда на производство единицы продукции.</p>
<p>Коэффициент непрерывности «человек-место»</p>	$K_n = \frac{\sum_1^j O}{\sum_1^m H} \cdot 100\%$ <p>$\sum_1^j O$ – сумма всего оборудования, $\sum_1^m H$ – сумма людей, для работы которым необходимо оборудование.</p>	<p>Коэффициент непрерывности «человек-место» показывает, на сколько процентов работы сотрудников не эффективна, в случае, когда на оборудование образуется очередь.</p>
<p>Прибыль</p>	$P = \frac{P_j}{F_j}$ <p>P_j – план прибыли, F_j – факт прибыли.</p>	<p>Прибыль – это один из наиболее важных показателей успешной работы компании.</p>
<p>Выручка</p>	$V = \frac{V_i}{F_i}$ <p>V_i – план выручки, F_i – факт выручки.</p>	<p>Выручка помогает понять как работает организация с финансовой точки зрения.</p>

Заключение

Модель деятельности предприятия может настраиваться так, как нужно и удобно руководителю, который с ней работает. Имея возможность задавать различные параметры модели (количество сотрудников, количество оборудования, стаж работы, пороговые значения эффективности и т.д.), ее можно использовать для самых разных областей деятельности. На основании формул, приведенных в статье [1], могут быть рассчитаны различные группы показателей на модели предприятия.

Анализ рассчитываемых показателей представляется полезным для руководителей компании и руководителей отделов, так как может послужить функционалом для исследования результатов возможных структурных изменений, для расчета и наглядного представления эффективности работы и т.д. А сама модель может послужить функционалом для исследования результатов возможных структурных изменений, для расчета и наглядного представления эффективности работы и т.д.

Список литературы

1. Балашова М. В., Добрынин В. Н. Математическое и имитационное моделирование показателей эффективности коллективной деятельности // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. – 2012. – №4. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sanse.ru/archive/26>.
2. Караткевич С.Г., Добрынин В.Н., Окладникова Е.А., Ульянов С.В. Социально-экономическое и интеллектуальное управление в социотехнических системах. – М.: ВНИИгерсистем, 2011. – С. 398.
3. Лукьянова М.Н. Система сбалансированных показателей и стратегическое планирование для государственного бюджета // Финансы и кредит. – М., 2006. – № 31. – С. 29-33.
4. Никифорова Е. Система сбалансированных показателей: интегрированный менеджмент // Проблемы теории и практики управления. – 2006. – № 3. – С. 46-53.
5. Математическое моделирование / учредители: РАН, Ин-т математического моделирования РАН; гл. ред. Б.Н. Четверушкин. – М.: Наука, 2012. – №4. Т. 24. – С. 136.
6. Пармендер Д. Ключевые показатели эффективности. Разработка, внедрение и применение решающих показателей / Пармендер Дэвид; Пер.с англ. А.Платонова. – М.: Олимп-Бизнес, 2008. – С. 288.
7. Зорина Э.О. «Ключевые показатели эффективности» как социальная технология управления работниками организации // Вестник Московского университета. Серия 21, Управление (государство и общество). – 2009. – № 4. – С. 78-91.