



---

# ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

---

УДК 338.45

## ПОСТРОЕНИЕ УПРЕЖДАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РИСКА

**О.А. ШЕВЕЛЕВ***Юго-Западный  
государственный  
университет,  
г.Курск**e-mail: vetrakova@rambler.ru*

В современных условиях могут возникать непредвиденные ситуации, которые существенно влияют на процесс управления промышленным предприятием. В этой связи в системе упреждающего управления должны предусматриваться меры, обеспечивающие устойчивость предприятия к возникающим внешним воздействиям. Автор рассмотрел два метода расчета параметров для построения сетевых моделей – метод критического пути (СРМ) и метод PERT, – выявив их преимущества и недостатки. Практическая реализация метода PERT позволила определить меры, обеспечивающие устойчивость системы сетевого планирования при возникновении ситуаций, приводящих к рискам.

Ключевые слова: упреждающее управление, модели развития промышленного предприятия, сетевое планирование, управление в условиях риска и неопределенности, методы управления рисками промышленного предприятия.

---

В условиях риска, то есть непредвиденного изменения экономической ситуации, процесс синтеза сетевой модели усложняется и на первый план выходит проблема учета рисков в процессе планирования. В современных условиях могут возникать непредвиденные ситуации (изменение цен на сырье, падение курса валют, инфляция и тому подобное), которые существенно влияют на процесс управления промышленным предприятием. В этой связи в системе упреждающего управления должны предусматриваться меры, обеспечивающие устойчивость предприятия к возникающим внешним воздействиям.

В практике планирования для анализа влияния неопределенности в условиях рынка сформировалось научное направление, получившее название управления рисками. Задачи, решаемые в рамках этой проблемы, направлены на разработку методов, позволяющих учитывать динамику рыночных изменений. Для этого в модели управления вводятся показатели, учитывающие степень риска. Посредством качественного анализа выявляются факторы риска, этапы работ, при выполнении которых может возникнуть риск, а это само по себе сложная задача. Количественный анализ позволяет определять величину риска с помощью различных методических и инструментальных средств. Для умень-



шения риска также используются соответствующие аналитические методы. Таким образом, в современных условиях неопределенности управление риском становится перво-степенной функцией.

Управление риском предполагает с наибольшей точностью прогнозирование вероятности потери доходов и должно включать в себя обеспечение мер по его уменьшению, а неподдающиеся влиянию риски могут подлежать страхованию. Управление риском требует, прежде всего, применения аналитических и экстраполирующих процедур, направленных на [5]:

- установление самих факторов риска и причин его возникновения как предпосылок, в силу которых эти факторы могут становиться реальностью;
- определение сущности риска, его величины и вероятности наступления;
- нахождение форм и методов снижения риска либо его компенсации.

Одним из методов управления рисками промышленного предприятия, на наш взгляд, может служить сетевое планирование, которое позволяет решать следующие задачи:

- 1) определение рисков и оценка степени их влияния;
- 2) планирование длительности этапов с учетом рисков;
- 3) разработка стратегий, смягчающих влияние рисков.

В общем случае риски имеют случайную природу и не поддаются формальному описанию. Поэтому для их учета в процессе планирования обычно используют различные количественные показатели, позволяющие учесть степень их влияния. Эти показатели являются статистическими и не позволяют учитывать факторы, определяющие тенденцию изменения факторов, вызывающих риски. Для разработки мероприятий, позволяющих принимать решения в условиях неопределенности, обычно рассчитывают совокупность планов, определяющих реализацию мероприятий по достижению требуемых экономических показателей работы фирмы в случае изменения экономической или политической ситуации.

В системах планирования промышленного предприятия в условиях рисков одной из основных задач является планирование длительности этапов и определение ресурсов и затрат. Для определения длительности этапов может применяться несколько подходов: метод экспертных оценок, задание степени риска, применение нечетких множеств. Для построения сетевых моделей обычно используют два метода расчета параметров: метод критического пути (СРМ) [6] и метод PERT [7], основанный на обработке априори задаваемых оценок длительностей для каждого этапа.

В процессе сетевого планирования экспертные оценки длительности предстоящих работ обычно устанавливаются ответственными исполнителями. По каждой работе, как правило, дается несколько оценок времени: минимальная (оптимистическая)  $t_{\min}$ , максимальная (пессимистическая)  $t_{\max}$  и наиболее вероятная (ожидаемая)  $t_{\text{нв}}$ . Если определять продолжительность работ только по одной оценке времени, то она может оказаться далекой от реальности и привести к нарушению всего хода работ по сетевому графику. Оценка продолжительности работ выражается в человеко-часах, человеко-днях или других единицах времени. Минимальное время — это наименьшее из возможных рабочее время выполнения проектируемых процессов. Вероятность осуществления работы за такое время часто бывает невелика. Максимальное время — это наибольшее время выполнения работы с учетом риска и крайне неудачного стечения как внутренних факторов, так и внешних обстоятельств. Наиболее вероятное время — это возможное или близкое к реальным условиям выполнения процессов рабочее время [2].

Полученная наиболее вероятная оценка времени не может быть принята в качестве нормативного показателя ожидаемого времени выполнения каждой работы, так как в большинстве случаев эта оценка является субъективной и во многом зависит от опыта ответственного исполнителя работ. Поэтому для определения ожидаемого времени выполнения каждой работы экспертные оценки подвергаются статистической обработке. В частности, для обработки данных экспертного опроса часто применяют следующую формулу



$$t_{\text{пр}} = \frac{\alpha_1 t_{\text{min}} + \alpha_2 t_{\text{нв}} + \alpha_3 t_{\text{max}}}{6}, \quad (1)$$

где  $\alpha_i, i = 1, 2, 3$  — некоторые коэффициенты, сумма которых равна 6,

$t_{\text{пр}}$  — предполагаемая оценка длительности этапа.

В предположении, что продолжительности любой работы имеет нормальное распределение, ожидаемое время ее выполнения можно рассчитать по следующей формуле [7]:

$$t_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{min}} + 4t_{\text{нв}} + t_{\text{max}}}{6}. \quad (2)$$

Продолжительность ожидаемого времени при допустимой ошибке, не превышающей 1%, может быть рассчитана следующим образом:

$$t_{\text{пр}} = \frac{3t_{\text{min}} + 2t_{\text{max}}}{5}. \quad (3)$$

Рассчитанные по формулам (2), (3) усредненные значения продолжительности работ позволяют рассматривать вероятностную модель сетевого графика как детерминированную. Найденные средние значения продолжительности ожидаемого времени выполнения работ используются затем для построения сетевой модели и последующего ее анализа. Так как эти величины носят усредненный характер, то необходимо разрабатывать меры по адекватному учету реальной экономической ситуации при возникновении различного рода случайностей (рисков).

Второй способ задания предполагаемой длительности этапов основан на определении вероятности возникновения риска  $p_i$ , то есть ситуации или события, которые могут неблагоприятно повлиять на область охвата проекта, календарный план, бюджет или качество.

Обычно значение вероятности определяют на основе анализа состояния рынка за определенный период. Данная величина зависит от многих внешних и внутренних факторов и поэтому значение  $p_i$  в процессе планирования может уточняться и корректироваться.

Оба рассмотренных подхода реализованы в Microsoft Project. Естественно, что заданием вероятностей рисков решение задачи планирования не заканчивается. Для принятия решения следует разработать стратегию смягчения рисков. Это один из наиболее ответственных этапов сетевого планирования, так как он определяет поведение фирмы в реальных условиях.

В процессе сетевого планирования в Microsoft Project можно анализировать риска по следующим направлениям: риски расписания, ресурсов и бюджета. Обычно реакция на указанные типы рисков сводится к выработке решений, реализация которых позволяет смягчить их воздействие на эффективность работы мелкого и среднего бизнеса. В [1] в качестве одной из мер предлагается внесение изменений в сетевую модель.

Анализ рисков расписания направлен на снижение вероятности срыва сроков выполнения этапов или работ. Срыв сроков может возникнуть в том случае, если длительность этапа превысит плановую, а ресурсов для их предотвращения окажется недостаточно. К таким этапам обычно относят:

а) работы с предварительной длительностью, то есть этапы, длительность которых является нечеткой или заранее неизвестна. Такая ситуация может возникнуть при планировании новых работ;

б) этапы с небольшой длительностью. Часто бывают ситуации, когда длительность устанавливается на основе оптимистических оценок, которые приводят к заданию заниженной длительности работ, которые в процессе выполнения не удается соблюсти. В



этом случае следует проводить предварительный анализ проекта на выявление этапов, длительность которых совпадает с оптимистической оценкой. Если такие работы обнаружены, то необходимо выполнить коррекцию их длительности в сторону увеличения или же выделить дополнительные ресурсы на их выполнение;

в) задачи с большой длительностью или с большим числом ресурсов. Возникающие в этом случае риски, в основном, связаны с плохим процессом планирования этапов и степенью их детализации. Для обнаружения таких работ в Microsoft Project можно использовать автофильтр по полю (столбцу) Длительность с указанием порога длительности. Аналогично определяются этапы с большим числом ресурсов;

г) задачи с большой числом зависимостей. Здесь в полной мере справедливы замечания, сделанные на шаге в);

д) задачи с внешними зависимостями. Иногда не удается напрямую учесть временные или ресурсные затраты в процессе планирования какого-либо этапа. Для учета рисков, возникающих в этом случае, обычно проекту придает некоторую степень устойчивости, закладывая в него пессимистические оценки длительности этапов.

Алгоритм расчета длительности этапа сетевой модели по методу PERT в Microsoft Project с учетом рисков расписания сводится к выполнению следующих действий.

Р1. Сформировать таблицу длительности этапов с заданием для каждого из них оптимистической, пессимистической и ожидаемой величин.

Р2. Ввести величины параметров  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ .

Р3. На основе формулы (2) рассчитать предполагаемую длительность этапа.

Р4. Выделить этапы, длительность которых близка к оптимистической.

Р5. Для этапов, сформированных на шаге Р4, задать допустимые интервалы изменения и выделить дополнительные ресурсы на их выполнение.

Р6. Для этапов, сформированных на шаге Р4, выполнить коррекцию длительности этапов в сторону увеличения или использовать дополнительные ресурсы при сохранении имеющейся длительности.

Р7. Рассчитать совокупные затраты на планирование для двух случаев смягчения рисков, реализованных на шаге Р6.

Р8. Реализовать стратегию планирования, которая приводит к минимальным экономическим издержкам.

В случае неопределенности информация об уровнях риска является недоступной. Для принятия решения в этом случае можно воспользоваться игровым подходом [4].

Алгоритм принятия решений в этом случае сводится к выполнению следующих действий.

Н1. На основе экспертного опроса задать оптимистическую  $t_{\min}$ , пессимистическую  $t_{\max}$  и ожидаемую  $t_{\text{нв}}$  длительность для каждого из этапов.

Н2. Выделить этапы, для которых возможно задать свободный резерв времени на их выполнение или выделить дополнительные ресурсы. Количество этапов обозначить через  $m$ .

Н3. Сформировать матрицу игры с природой, где в качестве строк использовать длительности этапов, сформированных на шаге Н2. В качестве столбцов рассматривать действия неопределенности (внешних сил или природы, не поддающиеся контролю).

$A_i \backslash P_j$	$P_1$	$P_2$	$P_3$
$A_1$	$t_{\min}^1$	$t_{\text{нв}}^1$	$t_{\max}^1$
$A_2$	$t_{\min}^2$	$t_{\text{нв}}^2$	$t_{\max}^2$
	...	...	...
$A_m$	$t_{\min}^m$	$t_{\text{нв}}^m$	$t_{\max}^m$



Н4. На основе экспертного опроса состояниям природы установим приоритеты, которые образуют строго убывающую последовательность

$$q_1 : q_2 : q_3 = 3 : 2 : 1.$$

Присвоение рангов  $q_j$  определяется на основе анализа результатов опроса экспертов.

Н5. Вычислить значения предполагаемых рисков для каждого состояния природы

$$p_j = \frac{q_j}{6}.$$

Н6. Реализовать шаги Р6–Р8 из выше предложенного алгоритма.

Следует заметить, что здесь использована только идея теории игр с природой для определения оценок рисков в условиях неопределенности. Дальнейшая аналогия на этом заканчивается, так как в нашем случае реализуются все стратегии — этапы, отобранные на шаге Н2, а в теории игр на основе рисков определяется оптимальная стратегии относительно выигрышей или рисков. Заметим, из предложенного алгоритма как частный случай, следует метод расчета длительности этапов по методу PERT.

Степень риска оценивают на вероятностном уровне. Обычно значение вероятности определяют на основе анализа состояния рынка за определенный период. Данная величина зависит от многих внешних и внутренних факторов и поэтому значение  $p_i$  в процессе планирования может уточняться и корректироваться. Рассмотрим реализацию алгоритма PERT.

Для расчета наиболее вероятного времени продолжительности этапа работ по методу PERT следует применять Microsoft Project. Результаты расчета предполагаемой длительности этапов показаны в табл. 1.

Таблица 1

**Расчет предполагаемой длительности этапов по методу PERT**

Название задачи	Длительность	Базовая длительность	Оптимистическая длительность	Ожидаемая длительность	Пессимистическая длительность
1. Обоснование цели проекта	2 дней	2 дней	2 дней	2 дней	2 дней
2. Проведение маркетинговых исследований	5 дней	5 дней	4 дней	5 дней	6 дней
3. Разработка технических условий	3 дней	3 дней	3 дней	3 дней	3 дней
4. Эскизное проектирование	4 дней	4 дней	4 дней	4 дней	4 дней
5. Выбор поставщиков ресурсов	2,17 дней	2 дней	2 дней	2 дней	3 дней
6. Фиктивная работа	0 дней	0 дней	0 дней	0 дней	0 дней
7. Техническое проектирование	5 дней	5 дней	5 дней	5 дней	5 дней
8. Расчет потребности ресурсов	2 дней	2 дней	2 дней	2 дней	2 дней
9. Рабочее проектирование	10 дней	10 дней	10 дней	10 дней	10 дней
10. Закупка производственных ресурсов	11,17 дней	10 дней	9 дней	11 дней	14 дней
11. Изготовление деталей	8 дней	8 дней	8 дней	8 дней	8 дней
12. Сертификация деталей	2 дней	2 дней	2 дней	2 дней	2 дней
13. Согласование сроков поставки	3,17 дней	3 дней	2 дней	3 дней	5 дней
14. Разработка технологии сборки	3 дней	3 дней	3 дней	3 дней	3 дней
15. Сборка изделия	11 дней	11 дней	11 дней	11 дней	11 дней
16. Отправка продукции потребителям	5 дней	5 дней	5 дней	5 дней	5 дней

Для решения задачи оптимизации необходимо располагать информацией об имеющихся резервах времени для каждого из этапов планирования. Они представлены в табл. 2.



В столбце «Свободный временной резерв» представлены интервалы времени, в течение которого можно отложить задачу, не задерживая этапы-последователи. Если этапы- последователи отсутствуют, свободный временной резерв равен интервалу времени, в течение которого задержка задачи не приводит к изменению даты окончания всего проекта. Столбец «Общий временной резерв» содержит интервал времени, в течение которого можно отложить задачу без задержки даты окончания проекта.

Реализация второго способа оценки длительности, основанного на учете степени риска, приводящего к ухудшению процесса планирования, сводится к вычислению пессимистической (наиболее неблагоприятной) длительности этапа. Для ее определения могут применяться различные эвристические подходы. Этот способ является приемлемым в условиях кризисного планирования [3].

Самый простой из них основан на применении следующей формулы:

$$t_i^r = t_i^\delta \beta_i, \quad (4)$$

где  $t_i^\delta$  — длительность  $i$ -го этапа (базовая) при нормальном развитии процесса планирования,

$\beta_i = 1 + p_i$  — коэффициент, учитывающий влияние неблагоприятной ситуации на реализацию  $i$ -го этапа.

Для определения  $p_i$  в условиях неопределенности можно воспользоваться игровым алгоритмом. Результаты применения данной процедуры для расчета длительностей этапов сетевой модели приведены в табл. 3.

После предварительного планирования длительности этапов в Microsoft Project можно определить работы, которые должны находиться под контролем и в случае возникновения рисков должны быть предприняты меры для ослабления их влияния.

Меры, позволяющие обеспечить устойчивость системы сетевого планирования при возникновении ситуаций, приводящих к рискам, могут включать в себя:

- а) создание резерва времени для работ, чувствительных к рискам;
- б) включение в сетевую модель работ, позволяющих снизить вероятность возникновения рисков;
- в) создание временного буфера для задач, близких к критическим;
- г) анализ трудозатрат с целью их перераспределения в случае возникновения рисков.

Указанные меры основываются на анализе параметров сетевой модели, выделении подмножества этапов, для которых эти параметры являются чувствительными к внешним или внутренним воздействиям. Дальнейшие действия направлены на обеспечения запасов (ресурсных и финансовых) для парирования возникновения нежелательных ситуаций [8].

Так, например, из расчета параметров плана, полученного на основе обработки данных по методу PERT и показанного в таблицах 1, 2, видно, что этапы, длительность которых может измениться при возникновении рисков, имеют резервы времени. Это позволяет смягчить влияние неблагоприятных ситуаций, связанных с закупкой ресурсов и выбором поставщиков. При выполнении оптимизации плана необходимо следить за сохранением имеющегося временного запаса. Для оптимизации плана можно воспользоваться диаграммой Ганта с выравниванием, где следует указывать выравнивающие задержки для оптимизации планирования.



Таблица 2

**Резервы времени для каждого из этапов сетевой модели, представленной в таблице 1**

Название ресурса	Длительность	Базовая длительность	Начало	Окончание	Начало	Позднее окончание	Свободный резерв времени	Общий резерв времени
1. Обоснование цели проекта	2	2	8.1.07	9.1.07	8.1.07	9.1.07	0	0
2. Проведение маркетинговых исследований	5	5	10.1.07	16.1.07	18.1.07	25.1.07	0	6,67
3. Разработка технических условий	3	3	10.1.07	12.1.07	13.2.07	15.2.07	0	24
4. Эскизное проектирование	4	4	10.1.07	15.1.07	10.1.07	15.1.07	0	0
5. Выбор поставщиков ресурсов	2,17	2	17.1.07	19.1.07	25.1.07	29.1.07	0	6,67
6. Фиктивная работа	0	0	12.1.07	12.1.07	16.2.07	16.2.07	24	24
7. Техническое проектирование	5	5	16.1.07	22.1.07	16.1.07	22.1.07	0	0
8. Расчет потребности ресурсов	2	2	19.1.07	23.1.07	29.1.07	31.1.07	0	6,67
9. Рабочее проектирование	10	10	23.1.07	5.2.07	23.1.07	5.2.07	0	0
10. Закупка производственных ресурсов	11,17	10	23.1.07	7.2.07	31.1.07	15.2.07	6,67	6,67
11. Изготовление деталей	8	8	6.2.07	15.2.07	6.2.07	15.2.07	0	0
12. Сертификация деталей	2	2	23.1.07	25.1.07	6.3.07	7.3.07	29,83	29,83
13. Согласование сроков поставки	3,17	3	6.2.07	9.2.07	2.3.07	7.3.07	18,83	18,83
14. Разработка технологии сборки	3	3	16.2.07	20.2.07	16.2.07	20.2.07	0	0
15. Сборка изделия	11	11	21.2.07	7.3.07	21.2.07	7.3.07	0	0
16. Отправка продукции потребителям	5	5	8.3.07	14.3.07	8.3.07	14.3.07	0	0



Таблица 3

## Расчет длительности этапов с учетом рисков

Название ресурса	Длительность Риск	Базовая длительность	Начало	Окончание	Риски
1. Обоснование цели проекта	2	2	12.1.07	15.1.07	0
2. Проведение маркетинговых исследований	5	5	16.1.07	19.1.07	0
3. Разработка технических условий	3	3	16.1.07	18.1.07	0
4. Эскизное проектирование	4	4	16.1.07	19.1.07	0
5. Выбор поставщиков ресурсов	3	2	22.1.07	24.1.07	0,5
6. Фиктивная работа	0	0	18.1.07	18.1.07	0
7. Техническое проектирование	5	5	22.1.07	26.1.07	0
8. Расчет потребности ресурсов	2	2	25.1.07	26.1.07	0
9. Рабочее проектирование	10	10	29.1.07	9.2.07	0
10. Закупка производственных ресурсов	14	10	29.1.07	14.2.07	0,4
11. Изготовление деталей	8	8	12.2.07	21.2.07	0
12. Сертификация деталей	2	2	29.1.07	30.1.07	0
13. Согласование сроков поставки	4,5	3	12.2.07	14.2.07	0,5
14. Разработка технологии сборки	3	3	22.2.07	27.2.07	0
15. Сборка изделия	11	11	27.2.07	19.3.07	0
16. Отправка продукции потребителям	5	5	19.3.07	27.3.07	0

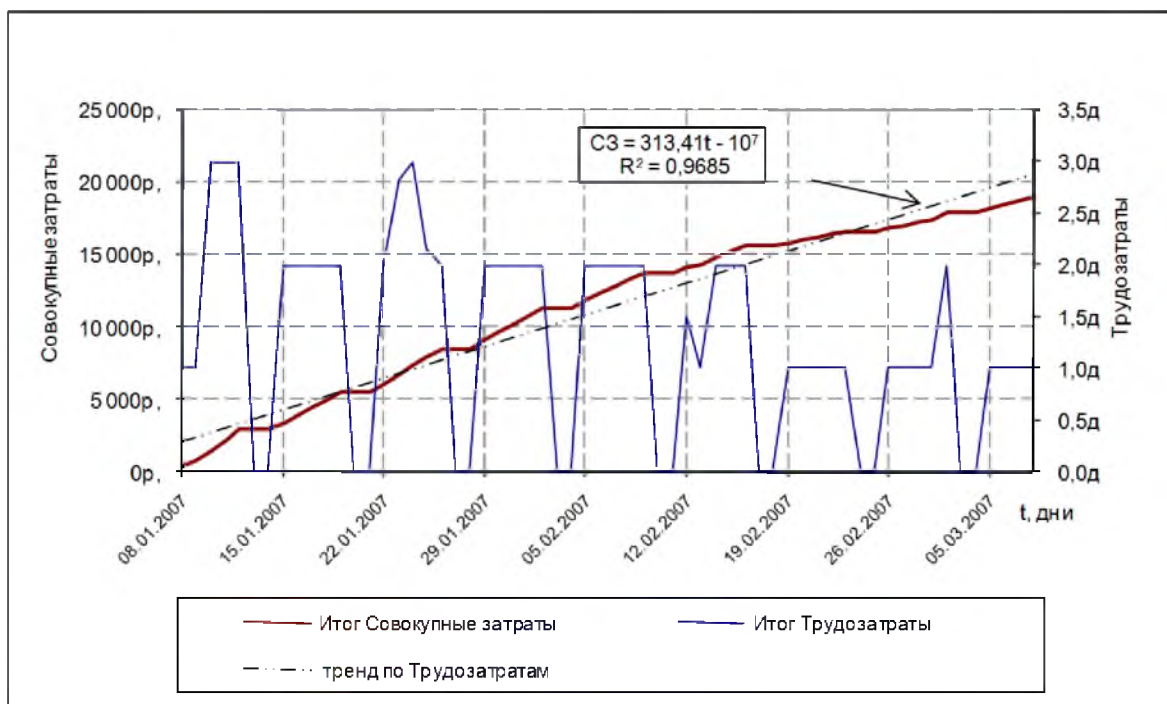


Рис. 1. Затраты на планирование на основе длительностей этапов, полученных с помощью метода PERT

Рисунок 1 отражает затраты на планирование. Из рисунка видно, что совокупные затраты нарастают по линейному закону и, в принципе, поддаются прогнозированию. Что же касается трудовых затрат, то установить регулярную зависимость для их прогнозирования не удастся. Это и понятно, так как распределение трудовых затрат зависит от многих как внутренних так и внешних факторов (рисков), в большинстве случаев носящих случайный характер.





### Литература

1. Богданов, В. Управление проектами в Microsoft Project 2003 / В. Богданов. – СПб: Питер, 2006. – 604 с.
2. Вертакова, Ю. В. Оценка экономической устойчивости промышленного предприятия: комплексный подход / Ю.В. Вертакова, Д.С. Дмитриев // Вестник Федерального государственного учреждения Государственная регистрационная палата при Министерстве юстиции РФ: Научно-практический журнал. – №5. – 2010. – С. 75-83.
3. Интеграция подходов к управлению современной организацией: монография / Ю.В. Вертакова, Е.В. Харченко, С.С. Железняков и др.; под ред. Ю.В. Вертаковой. – Курск: Юго-Западный государственный университет. – 2010. – 525 с.
4. Лабскер, Л.Г. Игровые методы в управлении экономикой и бизнесом / Л.Г. Лабскер, Л.О. Бабешко. – М.: Дело. – 2001. – 464 с.
5. Лазарев, А.В. Бизнес-планирование как форма экономического управления / А.В. Лазарев. – Москва. – 2000. – 191 с.
6. Романовский, И.В. Дискретный анализ / И.В. Романовский. – СПб: Невский диалект. – 2001. – 321 с.
7. Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций / Хэмди А. Таха. – М.: Издательский дом "Вильямс" – 2001. – 247 с.
8. Управление стратегической реорганизацией предприятия: монография/ Ю.В. Вертакова, Е.В. Харченко, Н.Е. Цуканова, М.А. Венделева; под ред. Ю.В. Вертаковой. – Курск: Изд-во Курского государственного технического университета. – 2008. – 210с.

## CONSTRUCTION OF ANTICIPATORY MODELS OF DEVELOPMENT OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE IN THE CONDITIONS OF RISK

**O.A.SHEVELEV**

*The Southwest  
State  
University*

*Kursk*

*e-mail: vetrakova@rambler.ru*

In modern conditions there can be unforeseen situations which essentially influence managerial process by the industrial enterprise. Thereupon in system of anticipatory management the measures providing stability of the enterprise to arising external influences should be provided. The author has considered two methods of calculation of parameters for construction of network models: a method of a critical way (CPM) and method PERT, having revealed their advantages and lacks. Practical realization of method PERT has allowed to define the measures, allowing to provide stability of system of network planning at occurrence of the situations leading to risks.

Key words: anticipatory management, models of development of the industrial enterprise, network planning, management in the conditions of risk and uncertainty, management methods risks of the industrial enterprise.