

## УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ

**Ф.И. ЕВДОКИМОВ, д.т.н., профессор,**  
Донецкий национальный технический университет

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РИСКА РЕАЛИЗАЦИИ  
ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Реализация концепции угледобывающего предприятия о переходе на биржевую форму продажи угля требует решения многих организационно-методологических задач. В общем случае биржа представляет собой организованный товарный рынок, в рамках которого, в соответствии с установленными правилами, совершаются сделки по купле и продаже определенных видов товаров. Исторически биржи представляют собой коммерческие клубы, союзы предпринимателей и торговцев, организованные с целью создания благоприятных условий для производственно-хозяйственной деятельности. Таким образом, товарная биржа – это организованный товарный рынок, в рамках которого в соответствии с установленными правилами осуществляются оптовые сделки. На бирже соприкасаются сферы производства и сферы обращения. Товарная биржа выполняет ряд функций:

1. Функция организации процесса купли-продажи;
2. Функция определения качества биржевого товара;
3. Функция определения минимального

размера лота;

4. Функция ценообразования;
5. Функция хеджирования.

Угледобывающие предприятия не однозначно относятся к одобрению концепции биржевой торговли углем. В настоящее время существует две формы собственности в угольной отрасли: государственная и частная.

Государственную форму собственности представляют шахты с малым объемом добычи угля. Доля государственных шахт в общем объеме добычи угля в 2011 году составила 46,8%, в добычи коксующихся углей – 30,34%. Поэтому участниками биржевого рынка угля будут, скорее всего, крупные угледобывающие предприятия с производственной мощностью, превышающий 1,0 млн. т. угля в год. Уровень производственной мощности шахт обеспечивается количеством действующих забоев и нагрузкой на них. Производственную мощность шахты обеспечивает количество одновременно работающих очистных забоев и их нагрузка (табл. 1).

Таблица 1

Факторы производственной мощности угольных шахт

Наименование шахт	Производственная мощность, тыс.т./год	Мощность пласта, м	Нагрузка на очистной забой, т/сутки	Количество одновременно работающих забоев, ед	Количество одновременно подготавливаемых забоев, ед
ДП ВК «Краснолиманская»	2500,0	1,8	1200,0	3,7	8,6
ВАТ ВК «Красноармейская Западная»	3000,0	1,6	2000,0	8,0	7,3
ОП им. А.Ф. Засядька	1500,0	1,4	1000,0	3,9	7,8
ш/у «Луганское»	1500,0	1,3	1500,0	2,7	4,0
ДП «Южно-Донбасская» №1	1900,0	1,2	950,0	7,2	7,4

© Ф.И. Евдокимов, 2012

Воспроизводство мощности осуществляется перманентно подготавливаемыми очистными забоями взамен выбывающих, отработавших отведенные запасы угля. Организация подготовки очистных забоев осуществляется на основе разработки годового календарного планирования строительно-монтажных, горнопроходческих работ.

Годовые календарные программы имеют ряд недостатков:

- в годовых календарных программах не находит отражения взаимообусловленность сроков выбытия действующих и введение в эксплуатацию новых очистных забоев;

- годовые программы развития горнопроходческих работ, составленные на основе нормативных (плановых) скоростей, не позволяют ранжировать выработки по срокам их проведения и мерам ответственности за несвоевременный ввод очистных забоев в эксплуатацию;

- на кризисных шахтах, где производственная мощность обеспечивается своевременным воспроизводством очистных забоев, не сбалансированность сроков отработки и сроков ввода в эксплуатацию взаимозависимых очистных забоев ведет к экономической неустойчивости работы угольного предприятия. В этих условиях одной из актуальных является проблема оценки риска своевременного ввода в эксплуатацию очистных забоев.

Анализ методов оценки финансового риска инвестиций, предлагаемых отечественными и зарубежными авторами, не позволяет

их использовать при планировании воспроизводства очистных забоев из-за наличия в них ряда недостатков:

- предлагаемые методы оценки риска базируются на оценке влияния на риски определенных ключевых абстрактных факторов, не учитывающих реальных условий, характерных для угледобывающих предприятий;

- предлагаемые к учету факторы не находятся в причинно-следственной взаимосвязи и не содержат достоверной экономической информации;

- методы игнорируют или частично учитывают влияние внешней среды на продолжительность инвестиционных процессов;

- не учитывают накопленный опыт выполнения аналогичных производственных процессов в ходе их реализации;

- используют различные по экономическому содержанию и единицам измерения факторы, что не позволяет их сопоставить.

Цель статьи – совершенствование методологии оценки риска выполнения инвестиционного проекта в заданный срок.

Принципиальная особенность воспроизводства мощности угледобывающего предприятия- подготовка очистного забоя в заданный срок. В качестве инструмента управления этим инвестиционным процессом может быть принят методологический подход, базирующийся на разработке инвестиционного проекта с использованием методов сетевого планирования. Проектный подход имеет как положительные стороны, так и недостатки (табл. 2).

Таблица 2

Преимущества и недостатки проектного подхода [1]

Преимущества	Недостатки
Возможность использования системного подхода	Результат зависит от качества исходной информации
Ранжируются цели проекта	Усложняется достоверность конечного результата
Улучшается контроль за ходом реализации проекта	Не учитывается качественное изменение окружающей среды
Повышается ответственность за ходом реализации проекта	Усложняется планирование хода инвестиционного процесса
Повышается эффективность использования ресурсов	Требует дополнительных предварительных исследований
Представляется возможным оценить риск проекта	Другие недостатки

Принципиальное отличие проектного подхода состоит в том, что инвестиционный проект подготовки очистного забоя может

быть представлен календарно - сетевым графиком, позволяющим рассчитать продолжительность выполнения инвестиционных про-

цессов от начала проведения горных выработок до ввода очистного забоя в эксплуатацию. Основанием для разработки сетевой модели могут служить типовые технологические схемы подготовки очистных забоев, разработанные институтом ДонУГИ [2]. Инвестиционный проект, составленный в форме сетевой модели, имеет свой инструмент расчета параметров [3]. Сетевая модель – это ориентированный график, состоящий из двух подмножеств:

- подмножества работ (R);
- подмножества событий (S).

$$Y=f(R,S) \quad (1)$$

Термином «работа» называются производственные процессы, требующие для своего выполнения затрат времени или ресурсов. Работы на сетевой модели изображаются направленными дугами. События определяют моменты свершения входящих в него работ и возможность начала выполнения работ из него начинающихся. На сетевом графике события изображаются окружностями. Относительно сетевой модели подготовки очистного забоя работами являются процессы проведения горных выработок и строительно-монтажные работы. Основным параметром сетевой модели является критический путь, длиной которого является продолжительность выполнения всех входящих в него работ [3].

Для сетевой модели инвестиционного проекта подготовки очистного забоя длина критического пути может быть рассчитана по формуле:

$$T_{пл} = \sum_{i=1}^{n_{кр}} \frac{l_i}{V_{пл}} + t_{т.п.} + t_{м-д} \quad (2)$$

где  $T_{пл}$  – планируемая продолжительность выполнения инвестиционного проекта подготовки очистного забоя, мес.;

$n_{кр}$  – количество выработок критического пути, ед.;

$l_i$  – длина горной выработки, м.;

$V_{пл}$  – планируемая скорость проведения горной выработки, м./мес.;

$t_{т.п.}$  – продолжительность планируемых технологических перерывов, мес.;

$t_{м-д}$  – продолжительность монтажно-демонтажных работ, мес.

Критический путь сетевой модели подготовки новых горизонтов и очистных забоев составляют строительно-монтажные и горно-

проходческие работы. Доля горнопроходческих работ в составе продолжительности критического пути составляет около 70%. Ключевым фактором в определении продолжительности проведения горных выработок являются скорость. Министерство угольной промышленности Украины для разработки проектов подготовки очистных забоев рекомендует в качестве минимальных нормативные скорости, приведенные в таблице 3 [4].

Причем при проведении горизонтальных и наклонных выработок проходческими комбайнами нормативную скорость следует увеличивать на 50 %, а в случае проходки выработок буровзрывным способом без возведения крепи – на 30%.

Плановые скорости проведения горных выработок могут отличаться от нормативных в зависимости от технологии проведения горно-технических условий [5]. В технологических схемах подготовки очистных забоев минимальные скорости проведения выработок комбайновым способом рекомендуется определять по формуле:

$$V_x = \frac{V_n}{n_d} \cdot \frac{3\frac{Z}{A} + 3\frac{Z}{A} + 3\frac{Z}{A}}{3\frac{Z}{A} + 3\frac{Z}{A} + 3\frac{Z}{A}} \quad (3)$$

где  $V_m$  – минимальная скорость проведения горной выработки, м./мес.;

$V_n$  – нормативная скорость проведения, м./мес.;

$n_d$  – количество рабочих дней в месяце;

$3\frac{Z}{A} (3\frac{Z}{A}) \cdot 3\frac{Z}{A} (3\frac{Z}{A}) \cdot 3\frac{Z}{A} (3\frac{Z}{A})$  – затраты на 1м

проведения выработки по элементам себестоимости: заработная плата, амортизация, электроэнергия, грн./м. Однако при реализации инвестиционных проектов подготовки очистных забоев фактические скорости проведения горных выработок под влиянием различных факторов (рис. 1) отклоняются как от плановых, так и от нормативных и в меньшую и в большую стороны (табл. 4.)

Отклонения фактических скоростей проведения горных выработок от плановых обусловлены двумя причинами. Первая причина состоит в нашем незнании состояния будущей внешней среды. Вторая причина – дефицит исходной информации о состоянии внутренней производственной среды.

Диапазон отклонений фактических скоростей проведения горных выработок от плановых может быть описан корреляционными уравнениями (3) и (4).

$$v_{\min} = \frac{v_{nl}}{\alpha / (\alpha + \beta) \cdot (F - 1) + 1}, \quad (3)$$

$$v_{\max} = \frac{v_n \cdot F}{\alpha / (\alpha + \beta) \cdot (F - 1) + 1}, \quad (4)$$

Таблица 3

Нормативные скорости проведения горных выработок

Вид горных выработок и работ	Скорость выполнения работ
Стволы:	
вертикальные, м/мес	55
наклонные, м/мес	50
углубка вертикальных стволов, м/мес	25
Околоствольные двory и камеры (на один забой) и сопряжения выработок (на одно сопряжение), м /мес	400
Квершлаг и полевые штреки, м/мес	70
Штреки по полезному ископаемому и с подрывкой породы, м/мес	110
Наклонные выработки, проводимые снизу вверх:	
по полезному ископаемому и с подрывкой породы, м/мес	95
полевые, м/мес	70
Наклонные выработки, проводимые сверху вниз:	
по полезному ископаемому и с подрывкой породы, м/мес	80
полевые, м/мес	60
Капитальные рудоспуски и. восстающие, м/мес	45
Армирование стволов:	
установка расстрелов и навеска жестких проводников, м/мес	300
навеска канатных проводников (а одну нитку) , м/мес	5000
Прокладка трубопроводов (в одну нитку), м/мес	2000
Навеска кабелей (в одну нитку) , м/мес	7000

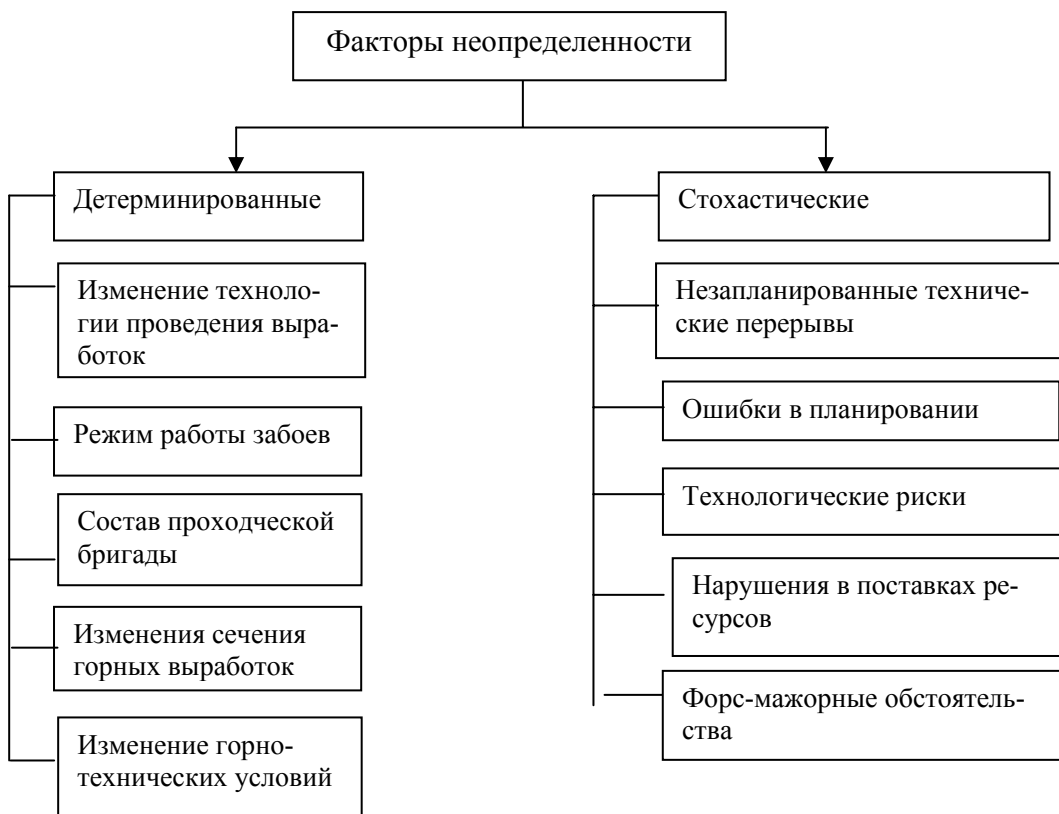


Рис.1. Классификация факторов неопределенности.

Таблица 4

Диапазон отклонения фактических скоростей проведения горных выработок от плановых

Вид выработки	Количество наблюдений	Скорость проходки, м./мес.	
		минимальная	максимальная
Квершлаг	70	40,0	120,0
Полевые штреки	150	30,0	130,0
Пластовые штреки	300	50,0	200,0
Бремсберги и ходки	50	20,0	170,0
Уклоны и ходки	60	30,0	135,0

где  $v_{min}$ ,  $v_{max}$  – ожидаемые фактические минимальные и максимальные скорости проведения горных выработок;

$F$  – статистический коэффициент масштаба максимальной скорости относительно минимальной, полученный исходя из анализа показателей проведения горных выработок в аналогичных условиях;

$\alpha, \beta$  – параметры закона распределения вероятностей темпов проведения выработки в

$$f(x, \alpha, \beta, a, b) = \begin{cases} \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)(b-a)^{\alpha+\beta}} \cdot (x-a)^{\alpha-1} \cdot (b-x)^{\beta-1}, & a < x < b; \alpha > 0; \beta > 0; b > a \\ 0 - \text{в остальных случаях} \end{cases}, \quad (5)$$

где  $\alpha, \beta$  – параметры формы бета – распределения,

$\Gamma()$  – символ гамма – функции;

$a$  и  $b$  – границы распределения.

Выбор бета-распределения в качестве типового закона обусловлен следующим:

- бета-распределение обладает разнообразием форм, что позволяет более точно описать любую гистограмму распределения случайной величины;

- бета-распределение позволяет четко

заданном интервале.

Анализ статистических данных горно-проходческих работ показал, что для генерирования скоростей проведения горных выработок при составлении инвестиционных проектов целесообразно воспользоваться одной из форм бета-распределения [5,6].

В общем случае формула плотности бета-распределения случайной величины, заданной в границах интервала, имеет вид:

описать границы интервала варьирования случайной величины.

При таком методологическом подходе планирования скоростей проведения горных выработок рассчитанная продолжительность реализации инвестиционного проекта может рассматриваться как нечеткое треугольное число (минимальный срок, максимальный и плановый – соответственно  $T_{min}$ ,  $T_{max}$ ,  $T_{пл}$ ).

Плотность распределения треугольного числа будет рассчитана по формуле (6):

$$f(t) = \begin{cases} \frac{2(t-T_{пл})}{(T_{max}-T_{min})(T_{max}-T_{пл})}, & \text{если } t \in (T_{пл}, T_{max}), \\ 0, & \text{если } t \in (T_{min}, T_{max}) \end{cases} \quad (6)$$

Рассмотрение срока реализации инвестиционного проекта в виде нечеткого треугольного числа порождает риск получения экономических убытков от несвоевременного ввода в эксплуатацию подготавливаемых очистных забоев. Поэтому возникает проблема определения экономически приемлемого риска для инвестора. Однако формула определения плотности случайной величины, построенная на использовании классической теории вероятностей, справедлива, когда выборка является

однородной.

Вместе с тем, случайные выборки скоростей проведения горных выработок и определенные на их основе сроки реализации инвестиционных проектов являются статистически не однородными. В том случае, когда статистической однородности нет, то применение теории классической вероятности является незаконным. Это решение и породило использование теории нечетких множеств для стохастических систем [7,8].

В теории нечетких множеств вероятности задаются при помощи функции принадлежности (интервала достоверности).

Используя термины теории нечетких множеств, интервал срока реализации проекта, представленный как нечеткое треугольное число, можно рассматривать как горизонт нулевой уверенности разработчика проекта или как предельный разброс продолжительности реализации проекта. Однако, располагая опытными данными о совершенствовании организации инвестиционных процессов, результатах проведенных научных исследований, разработке новых технологий, разработчик проекта самостоятельно определит уровень уверенности выполнения проекта в заданный срок. В этом случае границы нечеткого треугольного числа изменяются и могут быть определены по формулам:

$$t_{\min} = T_{\min} + (T_{\text{пл}} - T_{\min})P, \quad (7)$$

$$t_{\max} = T_{\max} - (T_{\max} - T_{\text{пл}})P, \quad (8)$$

где  $P$  – уровень экспертной уверенности, колеблющийся в пределах  $(0,1)$ .

Оценки  $t_{\min}$ ,  $t_{\max}$  в этом случае следует рассматривать как лингвистические, а параметры  $t_{\min}$ ,  $t_{\max}$ ,  $T_{\text{пл}}$ , как треугольное нечеткое число [8].

Риск выполнения инвестиционного проекта в планируемый срок в этом случае определяется по формуле:

$$R(T > T_{\text{пл}}) = [\gamma + (1-\gamma)(\ln \lambda - 1)] * 100, \quad (9)$$

где  $R(T > T_{\text{пл}})$  – риск превышения планового срока реализации инвестиционного проекта, %;

$\gamma$  – коэффициент асимметрии гистограммы отклонений фактического срока от планового;

$\lambda$  – уровень устойчивости продолжительности инвестиционного проекта, определяемый по формуле:

$$\lambda = \frac{T_{\text{пл}}}{(t_{\max} - t_{\min})} \quad (10)$$

Уравнение (9) представляет собой риск-функцию, отражающую зависимость срока реализации проекта от уровня его устойчивости и позволяет экономически обосновать величину приемлемого риска аналитически или графически путем сопоставления экономиче-

ского ущерба от несвоевременного ввода очистного забоя в эксплуатацию и дополнительных затрат на создание резерва фронта очистных работ.

Таким образом, предложенный методологический подход оценки риска реализации инвестиционного проекта на основе применения методов сетевого планирования и теории нечетких множеств позволяет повысить надежность управления инвестиционными проектами.

### Литература

1. Культин Н.Б. Управление проектами: инструментальные средства // Культин Н.В. – СПб: Политехника, 2002 – 215с.
2. Технологічні схеми відпрацювання газоносних пластів з високими навантаженнями на очистні вибої / Міністерство вугільної промисловості України – Київ, 2010 – 176с.
3. Д.И. Голенко Статистические методы сетевого планирования и управления / Д.М. Голенко – М.: «Наука», 1968 – 400с.;
4. Про затвердження та надання чинності стандарту Мінвуглепрому України СОУ 10.1.00174131.004-2006 "Підземні гірничівиробки вугільних шахт. Правила виконання робіт": Наказ Міністерства Вугільної промисловості від 18.01.2007, №7. – Режим доступу: <http://www.uazakon.com/document/fpart03/idx03387.htm>- Назва з екрану.
5. Г.Б. Бабиюк Анализ показателей проходческих комбайнов на шахтах Г.П. «Свердловскантарцит» / Г.Б. Бабиюк, Е.С. Смекалин // Уголь Украины. –2008. – №1. – С.16-20.
6. Кучер В.А. Економічний механізм формування стратегії інвестиційного розвитку вугледобувного підприємства // Кучер В.А. – Донецьк «Вебер», 2009 . – 664с.
7. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Заде Л. – М.: Мир – 1976.
8. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерение нечеткости / Рыжов А.П. М.: Диалог МГУ – 1998.
9. Недосекин А.О. Анализ риска инвестиций с применением нечетких множеств / Недосекин А.О., Воронов К.И. // Управление риском – 2000. – №1 –. – С.

Статья поступила в редакцию 04.06.2011