

Таким чином, в роботі отримані фрагменти об'єктної моделі системи у вигляді сукупності її проєкцій, що графічно представлені у вигляді діаграм UML стандарту.

Виявлені класи і зв'язки між ними, проведено аналіз послідовностей подій сценаріїв прецедентів, аналіз станів об'єктів системи, побудована проєкція системи в простір її станів для кожного з розглянутих сценаріїв, які дозволяють перейти надалі до питань математичного моделювання сценаріїв і прецедентів системи з метою отримання елементів потоку керування системи і в подальшому потоку подій програмної моделі системи, як її віртуального образу, що реалізує потік керування.

### Література

1. Захарченко В.И. Инвестиционная политика в переходной экономике Украины // Инвестиції: практика та досвід. – 2004. – №7.– С. 25-35.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
3. Жлутенко В.І. Стохастичні моделі в економіці. – К., 2004 – 240 с.

4. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами на C++. – 2-е изд./Пер. с англ. – М. –СПб.: «Издательство Бином», «Невский диалект», 2000. – 560 с.

5. Леоненков А.В. Самоучитель UML – 2-е изд. Переаб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 432 с.

6. Козаченко Г. В., Антипов О.М., Ляшенко О.М., Дібніс Т.І. Управління інвестиціями на підприємстві. – К.: Лібра, 2004. – 368с.

7. Иванов Д.В. Виртуализация общества. – СПб.: "Петербургское Востоковедение", 2000. – 96 с.

8. Липсиц И.В., Косов В.В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа. – М., 1999.

9. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет. / Под ред. Табалиной С.А. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1994.

10. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. – Х.: Вища шк., 1984.- 144с.

Статья поступила в редакцию 10.08.2007

**И.В. КОЧУРА, к.э.н.,**  
**Е.В. КИРЕЕВА,**

*Донецкий национальный технический университет*

### УЧЕТ ФАКТОРОВ РИСКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Для Донбасса, как и для Украины в целом, особенно актуальным является планирование деятельности угольных предприятий.

Уголь является важным источником энергии многих стран. Потребление угля на одного жителя в Германии выше, чем на Украине, в 4 раза, в Польше – более чем в 3 раза, в США и ЮАР – почти в 2 раза, в России – более чем в 1,5 раза. Несмотря на то, что уголь составляет в структуре запасов органического топлива более 90%, структура потребления энергоносителей в

Украине не отвечает структуре обеспеченности запасами. Потребление разных видов энергоносителей выражается таким соотношением: газ – 43%; уголь – 28%; атомная энергия – 13%; нефть – 12%; гидроресурсы – 3% [14]. Однако, несмотря на ограниченные запасы жидкого топлива, которое залегают в сложных условиях, и технические проблемы разработки газовых и газоконденсатных месторождений, в Украине нефти и газа потребляется в два раза

© И.В. Кочура, Е.В. Киреева, 2007

больше, чем угля. В данное время работа украинских промышленных предприятий в значительной мере зависит от снабжения импортным газом. И последний кризис, связанный с повышением цен на газовые энергоносители, в значительной мере подтвердил это. Продукция базовых отраслей Украины теряет конкурентоспособность на внешнем рынке в связи с увеличением цен на газ, а значит, увеличением затрат на ее производство. В связи с этим ориентация энергетической базы экономики Украины на снижение объемов закупок газа и нефти, увеличение собственной добычи угля должна обеспечить экономический рост промышленного сектора.

Проблемами, связанными с отечественной угольной промышленностью, занимались многие ученые. В вопросы планирования хозяйственной деятельности угольных предприятий большой вклад внесли Амоша А.И. [1], Иванов Н.И. [2], Кузмич А.С. [3], Курносоев А.М. [4]. Указанные работы заложили хороший методологический фундамент для планирования развития работы угольных шахт. Однако следует отметить тот факт, что угольная отрасль в Украине традиционно находилась и до сих пор находится на дотации у государства. Во времена плановой экономики это сильно сглаживало и ослабляло влияние случайных факторов на угледобывающую отрасль в целом. В связи с этим стохастичность задачи планирования работы угольного предприятия практически не учитывалась с точки зрения возможных колебаний социально-экономических или политических условий. Евдокимов Ф.И в своих работах [5, 6, 7] рассмотрел содержание планирования объемов производства угольного предприятия в условиях планово-контрактной системы с учетом риска. В соответствии с его подходами необходимо усиление степени надежности принимаемых решений и прежде всего учета факторов производственного и коммерческого рисков, максимально рентабельное использование финансовых и людских ресурсов. Для повышения уровня надежности плановых показателей угольных шахт было предложено перестроить структуру

планирования с учетом работы в условиях неопределенности, а также выделить функцию управления факторами риска. Однако в данный момент нет четкой методики, позволяющей учесть все внутренние и внешние факторы риска при планировании операционной деятельности угольных шахт.

Таким образом, целью статьи является разработка методики, позволяющей оценить влияние факторов риска и учесть их в результатах операционной деятельности угольных предприятий. Это позволит повысить качество планирования на шахтах, снизит неопределенность, а значит и риск при принятии как внутривы производственных решений, так и решений инвесторов, поставщиков и потребителей.

Одним из основных показателей угольного предприятия является добыча. На формирование ее величины оказывают влияние различные внутренние и внешние факторы риска, которые могут привести к ее отклонениям как в отрицательную, так и в положительную сторону, а в результате – к изменению финансовых показателей. Таковыми факторами являются природные, организационно-управленческие и политические риски, а также факторы, их обуславливающие. Это выбросоопасность пластов, категория шахт по газу, наличие горно-геологических нарушений, водоносность, неукомплектованность работниками основных профессий и отсутствие у них опыта работы, нарушение правил техники безопасности, нарушение дисциплины, вредные и опасные условия труда, ошибки руководителей, различные нарушения договоров сбыта и поставок, изменение цен на сырье и материалы, снижение капложений из бюджета и другие факторы.

Одним из методов, обеспечивающих максимальные возможности при решении динамических задач планирования и управления, является имитационное моделирование. Учитывая, что экономические объекты, как правило, обладают ярко выраженными динамическими свойствами и характеристиками, ряд исследователей [8, 9, 10, 11] приходят к необходимости применения имитационного моделирования

при решении проблем планирования и управления в современных условиях. Учитывая, что математические процедуры сложны и трудоемки, а имитационное моделирование дает более простое решение поставленной задачи, оценка и учет факторов риска при прогнозировании добычи производилось на основе этого метода. При использовании имитационного моделирования необходимо знать законы распределения величины суточной добычи. Так, Э. И. Гойзман и соавторы считают, что добыча распределена по закону Вейбулла [12], Ф. И. Евдокимов считает, что это  $\beta$ -распределение [7]. Некоторые ученые склоняются к гипотезе о нормальном распределении суточной добычи угля по шахте.

Используя экспериментальные данные по 16 шахтам Донецкой области за 2 года, получим распределение объема суточной добычи угля. Ниже приведены распределения суточной добычи по некото-

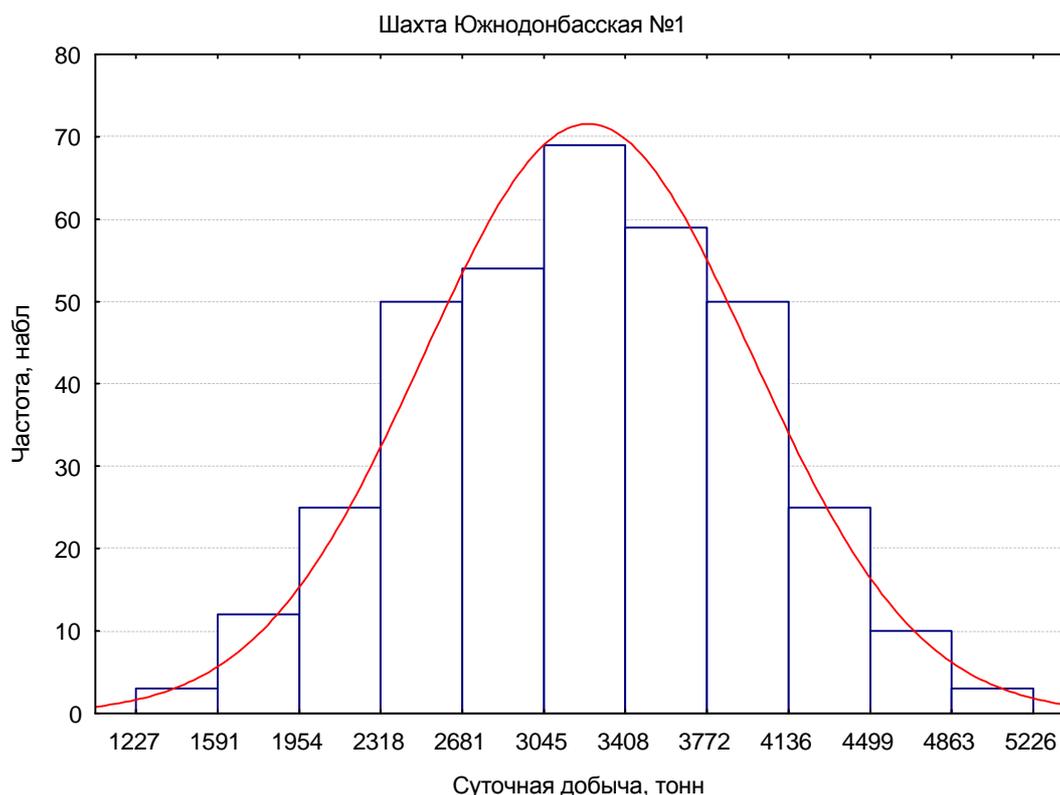
рым из них (рис.1). Анализируя распределения, представленные на рисунках, а также используя возможности программного пакета “Статистика”, можно сделать вывод, что практически по всем шахтам добыча распределяется по нормальному закону либо близка к нему.

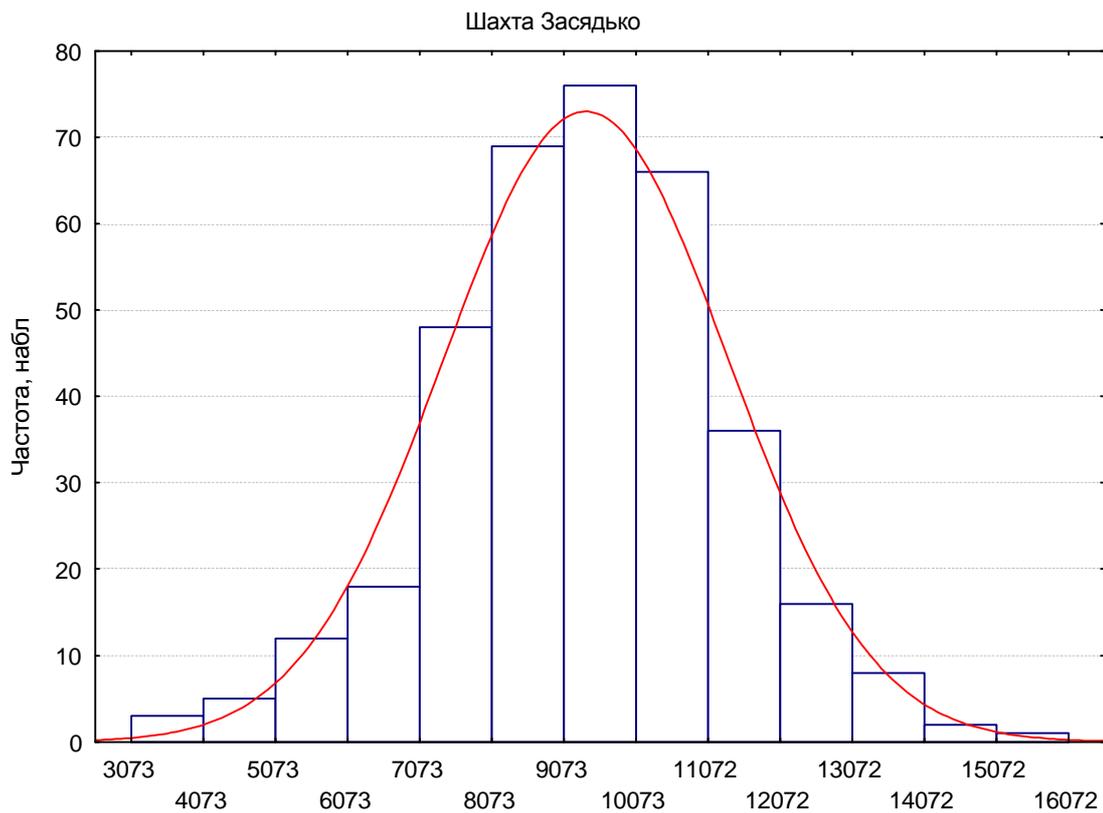
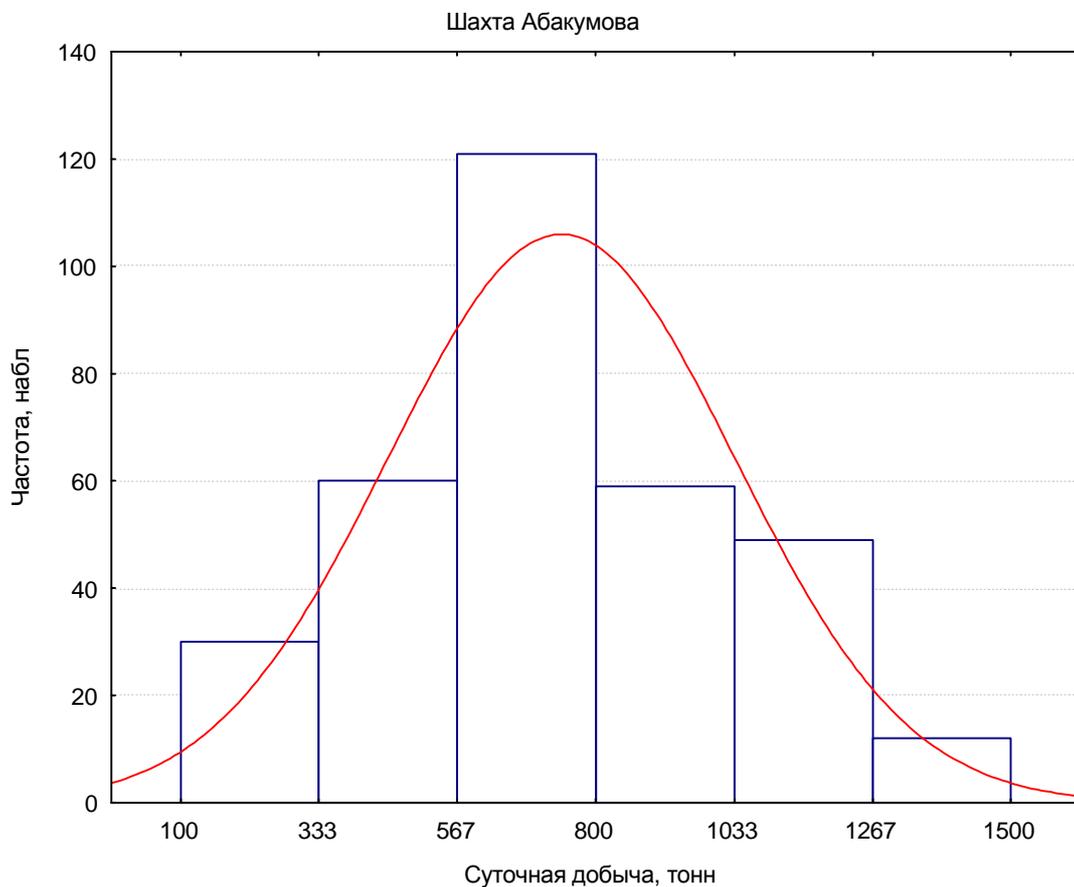
При нормальном законе распределения плотность вероятности имеет вид [13]:

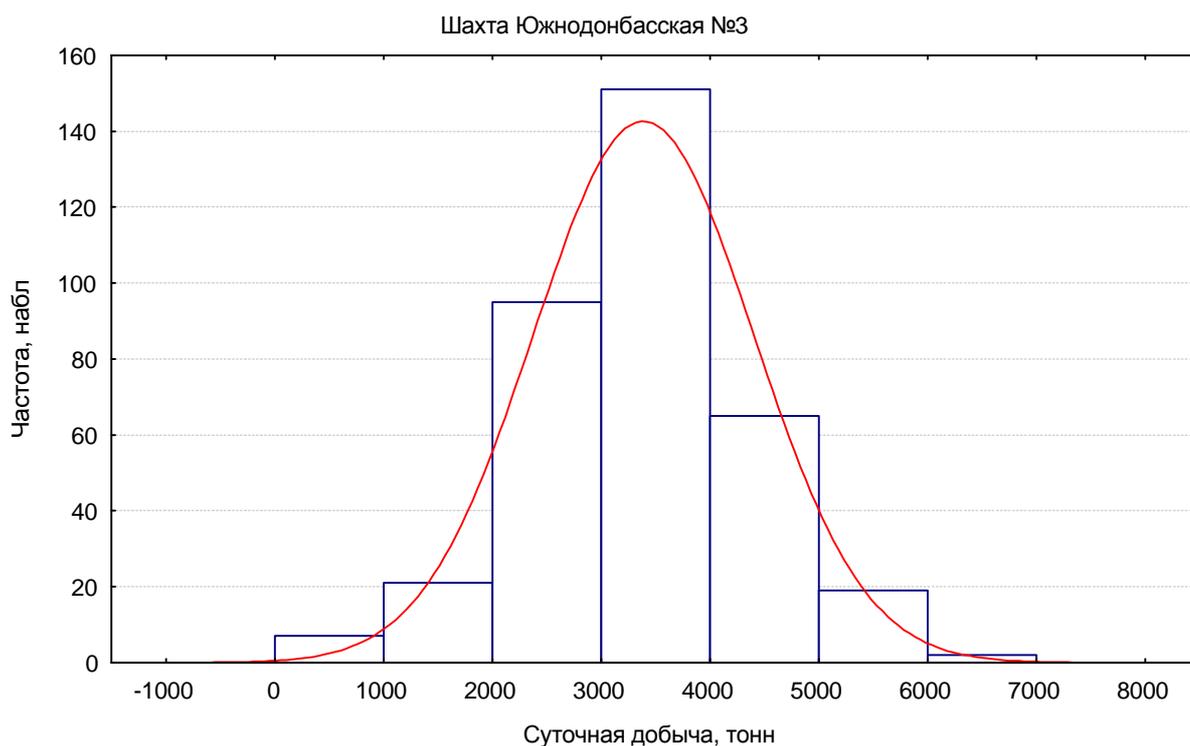
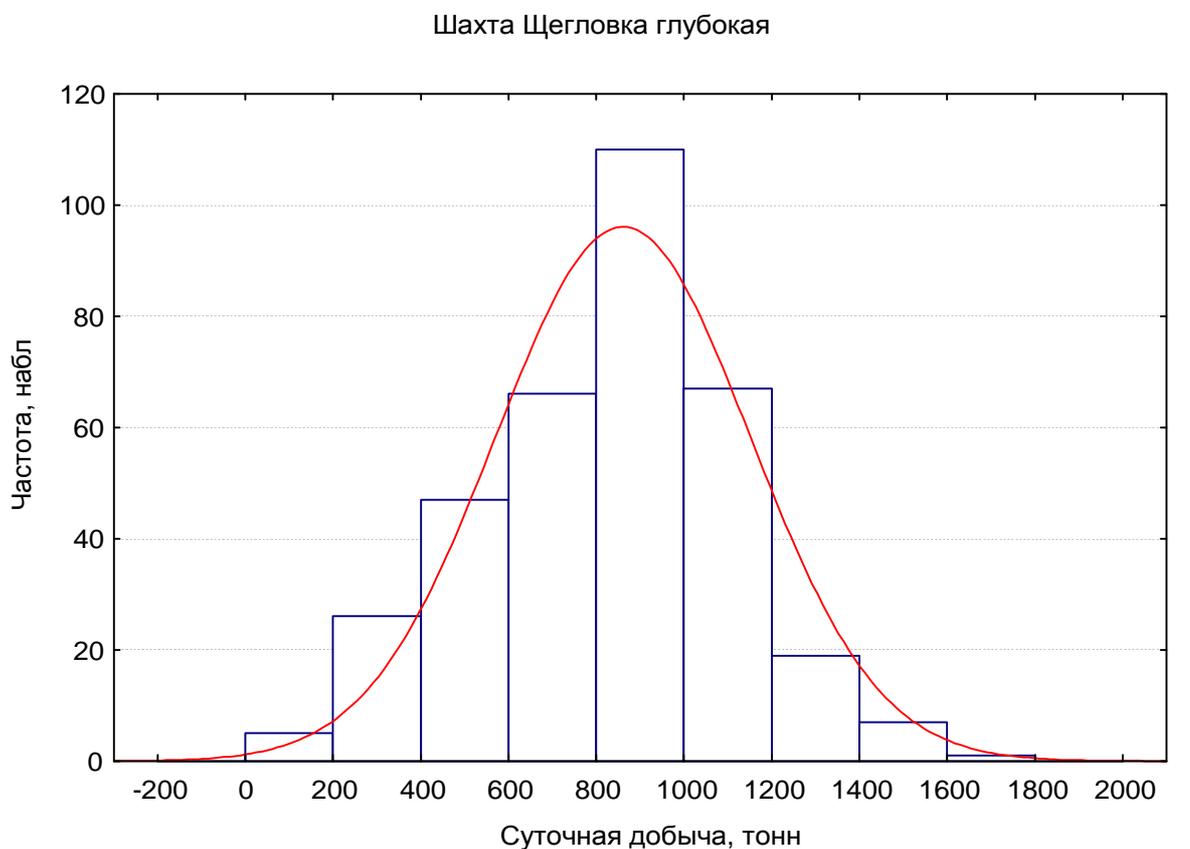
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times \sigma} \times e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

где  $m$  – математическое ожидание случайных величин;

$\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.







**Рис.1. Распределение суточной добычи по шахтам Донецкой области**

Учитывая, что добыча, на основе исследований, распределена по нормальному закону, спрогнозировать ее по любой шахте с учетом факторов риска, имеющих случайный характер, можно с помощью таких статистических характеристик, как математическое ожидание (среднее значение добычи) и среднеквадратическое отклонение.

Имеющиеся данные о суточной до-

быче по 16 шахтам Донецкой области были сгруппированы в наблюдения. За одно наблюдение принято 50 значений суточной добычи. Получив около 100 таких наблюдений по шахтам, определили среднее значение (мат.ожидание) и среднеквадратическое отклонение для каждого из них. По полученным данным построена зависимость (рис. 2).

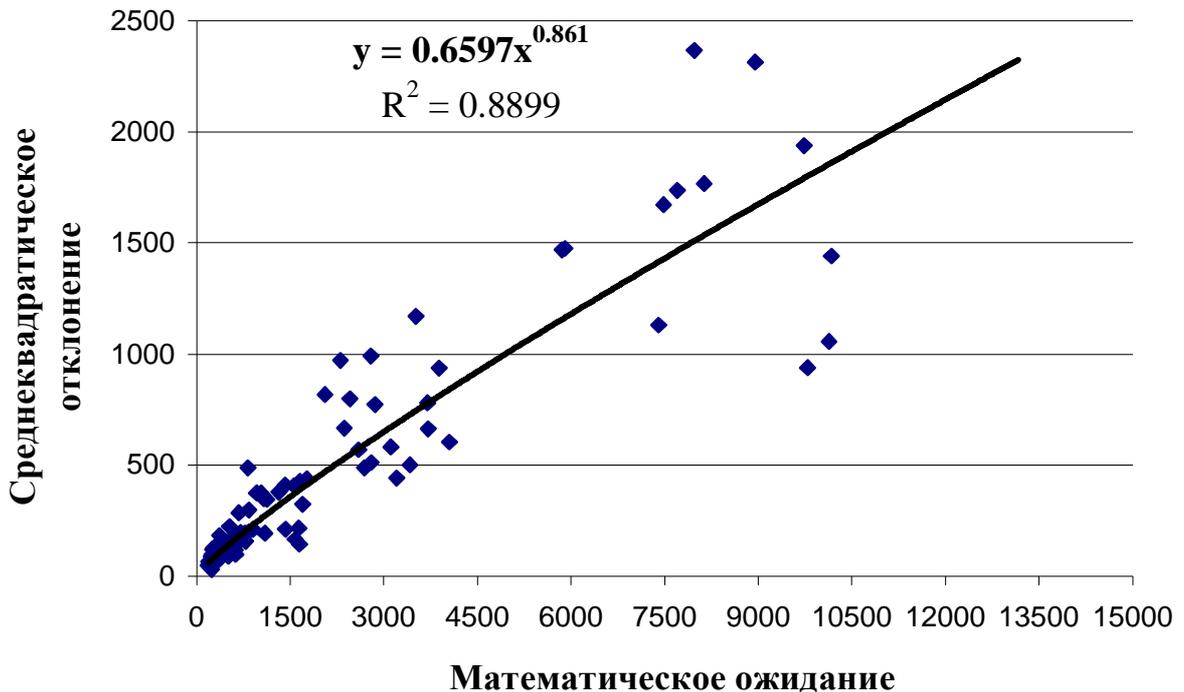


Рис.2. Зависимость среднеквадратического отклонения суточной добычи от ее математического ожидания (прогнозируемого объема)

Представленная на рисунке зависимость определена как степенная зависимость вида  $y = a \cdot x^B$ , где  $x$  – математическое ожидание (объем добычи), а  $y$  – среднеквадратическое отклонение.

Так как обычно для планирования объема добычи берутся месячные данные, то на основе теории вероятности полученное среднеквадратическое отклонение умножается на количество дней работы по добыче шахты за месяц. Месячное среднеквадратическое отклонение рассчитывается по формуле:  $\sigma_{\text{мес}} = \sigma_{\text{сут}} \cdot n$ . Аналогично получим месячное математическое ожидание:  $m_{\text{мес}} = m_{\text{сут}} \cdot n$ .

Эта зависимость дает возможность

определить величину отклонения суточной и месячной добычи (риск) от ее ожидаемого значения на любой шахте Донецкой области.

Зная ожидаемую добычу и ее среднеквадратическое отклонение, с помощью генератора случайных чисел, распределенных по нормальному закону, моделируем большое количество прогнозируемых значений.

Вероятность получения добычи меньшей или большей, чем ожидаемое значение  $z$ , можно получить, проинтегрировав функцию ее распределения по формуле:

$$p = \frac{1}{s \times \sqrt{2 \times p}} \int_{-\infty}^z \frac{-(d_i - \bar{D})^2}{2 \times s} \quad (2)$$

где  $d_i$  – значение ожидаемой добычи в интервале от ее минимального значения (при моделировании величины добычи по нормальному закону распределения) до

$$D_{nl} = \frac{\sum_{i=1}^{nl} D_i}{n} \times p + \frac{\sum_{j=D_{nl}}^m D_j}{m - n} \times (1 - p) \quad (3)$$

где  $D_i$  – значение добычи в интервале от ее минимального значения (при моделировании величины добычи по нормальному закону распределения) до значения величины ожидаемой добычи;

$D_j$  – значение добычи в интервале от значения величины ожидаемой добычи до ее максимального значения;

$m$  – общее количество реализаций значений добычи;

$n$  – количество реализаций значений добычи в интервале от ее минимального значения до значения величины ожидаемой добычи;

$p$  – вероятность получения добычи в определенном интервале.

Предложенная модель позволяет учитывать влияние внутренних и внешних факторов риска при прогнозировании величины суточной, а также месячной добычи угля на любой шахте. Также позволяет определить максимальную потерю добычи. Учитывая, что добыча является одним из основных показателей работы угольного предприятия и на ее основе рассчитываются основные финансовые показатели, в том числе и валовая прибыль, модель представляет основу для учета факторов риска при планировании многих других показателей.

### Литература

1. Амоша А.И., Биренберг Б.М. Угольная промышленность Украины: проблемы и решения. – Донецк: ИЭП НАНУ, 1999. – 96 с.

значения величины  $z$ .

$\bar{D}$  – мат.ожидание добычи в интервале от ее минимального значения до величины  $z$ .

Плановую добычу с учетом суммарного воздействия рисков можно рассчитать по формуле:

2. Иванов Н.И. Экономико-математическое моделирование развития горных работ на шахтах. – М.: Недра, 1971. – 213 с.

3. Кузмич А.С. Научно-техническое прогнозирование с использованием метода технологического моделирования в угольной промышленности // Уголь. – 1970. – № 5. – С.15-21.

4. Курносоев А.М. Экономико-математическое моделирование в проектировании угольных шахт. – М.: Наука, 1969. – 235 с.

5. Евдокимов Ф.И. Экономическая безопасность – необходимое звено в планировании развития предприятия // Экономика и право. – 2002. – №1. – С.100-106.

6. Евдокимов Ф.И., Зборщик М.П., Кравцов А.А. Механизм управления мощностью угольного предприятия в условиях рынка // Уголь Украины. – 1999. – № 7. – С.3-8.

7. Евдокимов Ф.И., Граф М.Э. Механизм учета неопределенности информации при планировании производства // Экономика промисловості. – 2001. – № 3. – С.58-62.

8. Багриновский К.А., Егорова Н.Е., Радченко В.В. Имитационные модели в народно-хозяйственном планировании. – М.: Экономика, 1980. – 200 с.

9. Багриновский К.А., Егорова Н.Е. Имитационные системы в планировании экономических объектов. – М.: Наука, 1989. – 238 с.

10. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

11. Клейнен Д. Статистические методы

в имитационном моделировании. – М.: Статистика, 1978. – 334 с.

12. Гойзман Э. И., Кормщикова Т. Л., Куркина Л. Ф. Прогноз технико-экономических показателей на угледобывающих предприятиях. – М.: Недра, 1989. – 126 с.

13. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1998. – 479 с.

14. Евдокимов Ф.И., Кендюхов А.В., Кравцов А.А. Стратегия реформирования топливно-энергетической безопасности Украины// Вісник Українського будинку економічних та науково-технічних знань. – 1998. – №3. – С.25-29.

Статья поступила в редакцию 28.08.2007

**Д.К. ТУРЧЕНКО, к. е. н.**  
*АЕН України, м. Донецьк*

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСАМИ

Будь-яка економічна система є складною системою, в якій взаємодіє безліч технічних, економічних і соціальних процесів, що постійно змінюються під впливом зовнішніх умов. У цих умовах управління економічними системами перетворюється на проблему, рішення якої вимагає використання наукового апарату системного аналізу, одним з найбільш ефективних методів якого є економіко-математичне моделювання економічних систем.

Питанням наукового обґрунтування і практичного застосування критеріїв ефективності споживання ресурсів виробництва присвячені дослідження багатьох авторів, які розглядають різні моделі оптимізації споживання енергоресурсів, економічні показники ефективності, умови і механізм забезпечення ефективного споживання ресурсів [1; 2]. Так, В.К. Галіцин, О.П. Сушков, В.В. Сиваш пропонують використовувати детерміновану економіко-математичну модель оптимізації використання ресурсів при встановлених кількісних обмеженнях. У основі даної моделі лежить принцип мінімізації виробничих витрат, що не дозволяє здійснити порівняння результативності використання окремих видів ресурсів. Пропонована модель не містить також рекомендацій по обґрунтуванню критеріальної бази використання споживаних видів ресурсів [1]. Дослідженню проблеми енергозбереження в умовах промислових підприємств присвячені наукові

роботи ряду авторів, в яких розглядаються питання застосування прогресивних технологічних процесів, особливо в металургійному виробництві [3; 4; 5; 6]. Проте дані дослідження обмежуються постановкою економічної проблеми і розглядають в основному технічні аспекти економії електроенергії. Як організаційно-економічні заходи розглядаються тільки нормування електроспоживання, розробка науково-обґрунтованих норм питомих витрат електроенергії на одиницю продукції.

Тобто низка питань в сфері процесів та механізму управління енергетичними ресурсами із застосування в цих цілях економіко-математичного моделювання носить дискусійний характер та залишається недостатньо дослідженою.

Метою статті є визначення ролі економіко-математичного моделювання в процесі вдосконалення механізму управління енергоресурсами, аналіз економіко-математичних методів і моделей, які використовуються з метою оптимізації розподілу ресурсів енергетичних підприємств та обґрунтування вибору найбільш доцільного з них.

Проблема управління, раціонального використання енергоресурсів – це ті економічні процеси й об'єкти, де без математичних моделей і методів її вирішити майже неможливо. Модель і математичні ме-

© Д.К. Турченко, 2007