

Адаптивная экспертная экономическая система анализа и оценки вариантов плановых решений на предприятии

© 2014 Суменков Михаил Сергеевич
доктор экономических наук, профессор
© 2014 Суменков Сергей Михайлович
кандидат экономических наук, доцент
Уральская государственная юридическая академия
620066, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 21
© 2014 Новикова Наталья Юрьевна
ОАО "Сбербанк России"
117997, г. Москва, ул. Вавилова, д. 19
E-mail: novikova_ny@mail.ru

Предложены методика комплексного экономического анализа получаемых вариантов оптимальных решений и их полная сравнительная оценка в режиме диалога "ЛПР - ЭВМ" с помощью базы знаний экспертной системы.

Ключевые слова: экспертная экономическая система, база знаний, анализ, пошаговая регрессия, оценка.

При формировании оптимальных планов экономической деятельности предприятия в качестве основного критерия эффективности выступает величина суммарной приведенной прибыли, получаемой предприятием за период планирования. Учет оптимальных экономических показателей возможен в рамках экономико-математических моделей только в виде ограничений на область их вариации¹.

Вместе с тем та цена, с помощью которой достигается максимизация прибыли, не всегда является приемлемой, что неоднократно отмечалось в соответствующей литературе - от учебной до прикладной. Поэтому необходимы проведение комплексного экономического анализа получаемых вариантов оптимальных решений и их полная сравнительная оценка. Данная процедура осуществляется в режиме диалога "ЛПР - ЭВМ" с помощью Базы знаний экспертной системы². При расчетах основных экономических показателей может не учитываться ряд их образующих компонент, которые являются постоянными при любых принимаемых плановых решениях, так как нас будут интересовать лишь сравнительные оценки различных планов. В силу этого расчетные показатели могут отличаться от соответствующих фактических показателей на постоянную величину, которая не влияет на поведение сравнительного анализа вариантов плановых решений.

Оптимальный план каждой оптимизационной задачи позволяет вычислить следующие основные экономические характеристики экономи-

ческой деятельности предприятия, необходимые для проведения сравнительного анализа:

1. Объем товарной продукции

$$A_T = \sum_{t \in T} \frac{1}{(1+r^t)^{t+1}} \left[\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} z_{jk}^t y_{jk}^t \right]. \quad (1)$$

2. Величина суммарной приведенной прибыли

$$A_{\Pi} = \sum_{t \in T} \frac{1}{(1+r^t)^{t+1}} \left\{ \sum_{j \in J} \left[\sum_{k \in K} z_{jk}^t y_{jk}^t - S_j^t \right] - E^t G^t \right\}. \quad (2)$$

3. Суммарная себестоимость продукции

$$A_C = \sum_{t \in T} \frac{1}{(1+r^t)^{t+1}} \left\{ \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} [(P_{ik}^t + C_{ik}^t + d_{jk}^t) x_{ijk}^t + h_{jk}^t b_{jk}^t] \right\} \quad (3)$$

4. Материальные затраты (их переменная составляющая существенно связана лишь с приобретением нефтепродуктов за период планирования)

$$A_{M3} = \sum_{t \in T} \frac{1}{(1+r^t)^{t+1}} \left\{ \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} (P_{ik}^t + C_{ik}^t + d_{jk}^t) x_{ijk}^t \right\} \quad (4)$$

Описание обозначений, указанных в (1) - (4) приведено в³.

Показатели A_T , A_{Π} , A_C , A_{M3} вычисляются непосредственно при расчетах плана прогноза экономической деятельности предприятия с помощью экономико-математических моделей.

Остальные сводные экономические показатели⁴ в явном виде не участвуют в описании экономико-математических моделей формирования прогнозных управленческих решений на

предприятия, но они существенно связаны с вычисляемыми показателями. Для получения в явном виде этих взаимосвязей воспользуемся линейным корреляционным анализом, исследуя следующие линейные корреляционные зависимости:

$$y = a_0 + a_1A_T + a_2A_{II} + a_3A_C + a_4A_{MЗ}$$

На основе обработки статистического материала не только определяется вид каждой статистической зависимости (когда у последовательно принимает значения $A_{AM}, A_{ЗП}, A_{OC}, A_{OF}, A_{II}, A_{Ч}$), но и устанавливается степень их адекватности. С помощью методики пошаговой регрессии выбирались наиболее экономические представления этих шести признаков от определяющих факторов, которые и использовались в дальнейших вычислениях.

Для проведения сравнительного статистического анализа и получения искомым статистических зависимостей приведем исходные данные по выделенным основным десяти параметрам, характеризующим прогнозную экономическую деятельность предприятия и его основных структурных подразделений за двухлетний период.

Суммарные показатели по компании в целом приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные показатели по Уральской компании НК «Сибнефть»

Показатели	2010 г.	2011 г.				2012 г.		
	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.
Товарная продукция, млн руб.	131	159,7	289,5	513,9	612,4	569,5	725,8	875,2
Прибыль, млн руб.	10,6	14,98	26,63	42,69	20,16	20,8	27,8	38,4
Себестоимость, млн руб.	88,1	114,1	225,4	425,6	546,3	506,4	645,7	755,5
Материальные затраты, млн руб.	33,4	30,6	39,5	45,6	45,7	42,4	52,2	53,4
Амортизация, млн руб.	1,81	1,92	1,92	2,32	2,93	2,76	2,47	2,61
Фонд заработной платы, млн руб.	5,98	6,68	9,1	10,23	10,87	8,34	12,1	13,11
Оборотные средства, млн руб.	39,5	45,6	64,1	88,3	66,1	63,16	80,0	116,0
Вводимые производственные фонды, млн руб.	1,98	3,93	15,55	14,88	15,36	7,39	19,1	21,3
Налоговые отчисления, млн руб.	20,8	23,6	32,8	40,3	41,9	42,9	48,8	61,3
Численность работников, соответствующие форматы статистического учета	138	138	140	184	147	147	147	147

ких связей между признаками как по всей компании в целом, так и для ее основных структурных подразделений. Ниже приводится описание полученных статистических зависимостей для оставшихся признаков.

5. Амортизация основных фондов

$$A_{AM} = 3,751 - 0,015A_T + 0,016A_{II} + 0,019A_C - 0,056A_{MЗ}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,956$; при использовании методики пошаговой регрессии

$$A_{AM} = 1,897 - 0,002A_T + 0,014A_{II}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,875$; т.е. данная величина A_{AM} в первую очередь наиболее существенно зависит от объемов товарной продукции и величины прибыли.

6. Заработная плата

$$A_{ЗП} = -2,99 + 0,024A_T - 0,008A_{II} - 0,024A_C + 0,266A_{MЗ}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,969$; при использовании методики пошаговой регрессии

$$A_{ЗП} = 4,774 + 0,067A_{II} + 0,007A_C$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,946$; т.е. при практически одинаковой оценке тесноты связи вторая зависимость имеет более рациональную экономическую интерпретацию, показывающую, что суммарный фонд материального поощрения существенно зависит от величины прибыли и себестоимости продукции.

7. Оборотные средства

$$A_{OC} = 7,04 + 0,809A_T + 0,293A_{II} - 0,796A_C - 0,161A_{MЗ}$$

при оценке тесноты связи $R = 0,999$; при использовании методов пошаговой регрессии получается соотношение

$$A_{OC} = 6,74 + 0,901A_T + 0,314A_{II} - 0,946A_C$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,987$; т.е. практически для данного предприятия объем оборотных средств зависит в первую очередь от объемов реализации продукции, величины прибыли за вычетом текущих платежей.

$$A_{OF} = -34,081 + 0,049A_T + 0,042A_{II} - 0,068A_C + 1,159A_{MЗ}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,932$; при использовании методов пошаговой регрессии

$$A_{OF} = -1,491 + 0,014A_T + 0,276A_{II}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,882$; т.е. объемы вновь вводимых производственных фондов наиболее существенно зависят от величины прибыли и объемов реализации.

9. Налоговые выплаты

$$A_H = 15,812 + 0,219A_T - 0,057A_{II} - 0,178A_C - 0,189A_{MЗ}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,994$; при использовании методики пошаговой регрессии

$$A_H = 10,555 + 0,221A_T - 0,091A_{II} - 0,185A_C$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,993$; т.е., зная объемы реализации, прибыли и величину себестоимости, можно достаточно достоверно определить величину налоговых выплат.

10. Численность работающих

$$A_q = 1405,1 - 0,643A_T + 0,979A_{II} + 0,859A_C - 0,947A_{M3}$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,988$; при использовании методики пошаговой регрессии получено соотношение

$$A_q = 1362,4 + 0,1463A_T$$

с оценкой тесноты связи $R = 0,975$; т.е. между численностью работающих и величиной реализации продукции на данном предприятии существует тесная линейная корреляционная зависимость, что позволяет достаточно точно прогнозировать значения этой величины на период реализации управленческих решений.

Прогнозная оценка влияния управленческих решений на основе базы знаний

Разработанный экономико-математический инструментарий, включающий:

- 1) систему экономико-математических моделей экономической деятельности предприятия;
- 2) систему прогнозирования поведения экономических параметров на основе нейронных сетей;
- 3) базу знаний экспертной системы оценки и сравнения плановых решений на предприятии, - позволяет производить комплексную оценку, сравнительный анализ различных вариантов планово-прогнозных решений, например, оценивать различные предложения по экономической деятельности предприятия, что особенно актуально в современных рыночных условиях.

Возможности данного инструментария продемонстрируем на оценке следующих вариантов управленческих решений, наиболее актуальных для данной компании:

1. Выбор стратегии управления ценовой политикой в компании, включая оценку тенден-

ций изменения цен на все виды реализуемой продукции.

2. Возможное увеличение размеров покупной стоимости за счет увеличения цен на исходное сырье и материалы.

3. Изменение налоговой политики в государстве, вследствие чего возможно изменение налоговых отчислений в компании.

Для выбора подходящего варианта плановых решений в изменяющейся обстановке необходимо произвести анализ различных вариантов, оценивающих принципиальные управленческие решения в условиях вариации исходной информации.

Для получения ответов на сформулированные вопросы построим систему плановых решений, включающих семь различных вариантов, оценивающих принципиальные управленческие решения по этим трем проблемам.

Набор всех вариантов можно отразить в табл. 2.

Первый вариант оценивает ситуацию, когда все прогнозируемые параметры принимают наиболее вероятные значения, полученные на основе прогнозирования их динамики поведения на рассматриваемый промежуток времени: октябрь, ноябрь, декабрь 2012 г. Все остальные параметры, необходимые для решения экономико-математической модели, изложенной в³, получены также на основе прогнозов, а именно:

- 1) прогнозная величина покупной стоимости всех видов нефтепродуктов;
- 2) величина спроса и прогнозируемые остатки всех видов нефтепродуктов;
- 3) железнодорожные тарифы на перевозку всех видов нефтепродуктов.

Вариант 2 управленческих решений использует в качестве оптовых цен продажи всех видов нефтепродуктов верхние оценки доверительных интервалов вариации этих цен. Значения остальных параметров, которые используются в модели, совпадают с соответствующими значениями варианта 1.

Таблица 2. Варианты оценивания управленческих решений на предприятии

№ варианта	Прогнозные цены на продукцию	Прогнозные цены на сырье	Вариация налоговых отчислений
1	Среднестатистические	Среднестатистические	Среднестатистические
2	Верхние границы доверительных интервалов	Среднестатистические	Среднестатистические
3	Среднестатистические	Верхние границы доверительных интервалов	Среднестатистические
4	Верхние границы доверительных интервалов	Верхние границы доверительных интервалов	Среднестатистические
5	Среднестатистические	Среднестатистические	Нижние границы доверительных интервалов
6	Среднестатистические	Среднестатистические	Верхние границы доверительных интервалов
7	Нижние границы доверительных интервалов	Нижние границы доверительных интервалов	Нижние границы доверительных интервалов

Таблица 3. Сводные показатели, характеризующие экономическую деятельность компании при различных вариантах управленческих решений

Показатели	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
Товарная продукция, млн руб.	1042	1104	1036	1112	1044	1039	1106
Прибыль, млн руб.	34,6	35,6	33,2	33,9	35,2	33,4	34,9
Себестоимость, млн руб.	947,3	975,7	1003	1067	948,1	950,2	1002
Материальные затраты, млн руб.	54,8	55,9	60,8	62,3	55,1	55,3	58,4
Амортизация, млн руб.	3,29	3,29	3,28	3,37	3,35	3,29	3,19
Фонд з/платы, млн руб.	13,9	14,2	14,1	14,4	14,4	14,2	14,1
Оборотные средства, млн руб.	82,5	80,8	83,7	83,4	83,6	82,9	82,7
Вновь вводимые основные фонды, млн руб.	22,1	25,1	17,4	23,7	24,6	21,4	22,4
Налоговые отчисления, млн руб.	58,8	59,9	59,2	60,4	56,6	60,8	56,6
Численность, чел.	1486	1495	1481	1498	1487	1485	1492

Таблица 4. Сравнительная оценка вариантов 1 и 2 экономической ситуации на предприятии

Индекс	Описание ситуации	Рекомендации
$I_T = 5\%$ $I_{П} = 3\%$ $I_{П/Т} = -3\%$ $I_{П/МЗ} = 1\%$ $I_{П/ЗП} = 1\%$ $I_{П/Ч} = 2\%$ $I_{П/С} = -2\%$ $I_{П/ОС} = 7\%$ $I_{Т/С} = 2\%$ $I_{Т/МЗ} = 4\%$ $I_{Т/ЗП} = 3\%$	При переходе к варианту 2 плана-прогноза объем товарной продукции возрастает, прибыль увеличивается, но растет медленнее товарной продукции, т.е. рентабельность снижается Рентабельность материальных затрат возрастает Рентабельность затрат на оплату труда возрастает Рентабельность использования рабочей силы возрастает Рентабельность себестоимости уменьшается на 2 % Рентабельность оборотных средств возрастает Объем реализации продукции растет быстрее величины себестоимости Объем реализации продукции растет быстрее объема материальных затрат Объем реализации продукции растет быстрее фонда заработной платы, т.е. возрастает производительность труда	Переход к варианту 2 целесообразен
$I_C = 3\%$ $I_{ОС} = -2\%$	Себестоимость продукции возрастает при переходе к новому плану Величина оборотных средств уменьшается	
$I_{Оф} = +4\%$ $I_{Ч} = 2\%$ $I_{Т/С} = -1\%$ $I_{Н} = 4\%$ $I_{С/ОС} = -1\%$ $I_{С/ЗП} = -3\%$ $I_{МЗ/ЗП} = -2\%$ $I_{ОС/Ч} = -2\%$ $I_{МЗ/ОС} = 2\%$ $I_{МЗ/Ч} = 2\%$ $I_{ЗП/Ч} = 1\%$	Ввод в эксплуатацию новых основных фондов увеличивается в денежном выражении Численность работающих возрастет Себестоимость продукции растет быстрее товарной продукции Величина налоговых выплат возрастет за счет увеличения НДС Произойдет рост доли оборотных средств и доли фонда заработной платы в себестоимости при переходе ко второму варианту плана, что приведет к снижению доли добавленной стоимости Затраты по оплате труда растут быстрее, чем материальные затраты Величина оборотных средств на 1 работающего уменьшится Величина материальных затрат на 1 руб. оборотных средств увеличится Величина материальных затрат на 1 работающего возрастет Средняя зарплата увеличится, если перейти от варианта 1 к варианту 2	

Таблица 5. Сравнительная оценка вариантов 1 и 3 управленческих решений на предприятии

Индекс	Описание ситуации	Рекомендации
$I_T = -1\%$ $I_{\Pi} = -1\%$ $I_{\Pi/T} = +1\%$ $I_{\Pi/МЗ} = -2\%$ $I_{\Pi/ЗП} = +1\%$ $I_{\Pi/ч} = -1\%$ $I_C = +2\%$ $I_{T/C} = -1\%$ $I_{T/МЗ} = -2\%$ $I_{T/ЗП} = -1\%$ $I_{T/ч} = -2\%$ $I_{ЗП} = +1\%$ $I_{T/OC} = -2\%$ $I_{OC} = 2\%$ $I_{C/МЗ} = -3\%$ $I_{C/МЗ} = -4\%$ $I_H = +1\%$ $I_{МЗЗП} = +1\%$ $I_{МЗОС} = -2\%$ $I_{OC/ч} = 2\%$ $I_{ЗП} = 2\%$ $I_{ЗП/ч} = 2\%$ $I_{OF} = -7\%$ $I_{AM} = 0\%$	<p>В случае реализации варианта 3 вместо варианта 1 произойдет снижение объемов товарной продукции, снижение прибыли, хотя рентабельность увеличится, так как темпы снижения товарной продукции выше темпов снижения прибыли</p> <p>Материальные затраты вырастут, а прибыль уменьшится</p> <p>Рентабельность затрат на оплату труда возрастает</p> <p>Рентабельность использования рабочей силы понизится</p> <p>Увеличение себестоимости сопровождается снижением выхода товарной продукции на 1 руб. себестоимости</p> <p>Материальные затраты малоэффективны, их рост не приводит к соответствующему росту товарной продукции</p> <p>Производительность труда понизится при переходе к варианту 3 управленческих решений, увеличение затрат на оплату труда малоэффективно</p> <p>Оборачиваемость оборотных средств уменьшается, хотя объем оборотных средств возрастает</p> <p>Материальные затраты растут быстрее себестоимости в целом</p> <p>Будет происходить рост доли оборотных средств в себестоимости продукции, что приведет к увеличению добавленной стоимости и росту налогов</p> <p>Налогообложение возрастет</p> <p>Материальные затраты растут быстрее затрат на оплату труда</p> <p>Материальные затраты уменьшаются, а величина оборотных средств возрастает при переходе от варианта 1 к варианту 3 плана</p> <p>Величина оборотных средств, приходящихся на 1 работающего, возрастает</p> <p>Величина фонда заработной платы увеличится, возрастет средняя зарплата</p> <p>Резко уменьшится объем вновь вводимых основных фондов</p> <p>Объем амортизационных отчислений останется на прежнем уровне</p>	<p>Переход к реализации варианта 3 управленческих решений (вместо варианта 1) нецелесообразен</p> <p>Проверить обоснованность формирования фонда оплаты труда</p>

Таблица 6. Сравнительный анализ расчетных и фактических технико-экономических показателей

№ п/п	Показатели	Прогнозная оценка по оптимальному варианту	Фактическое значение	Результат
1	Товарная продукция, млн руб.	1104,5	1251,3	-146,8
2	Прибыль, млн руб.	35,6	31,5	+4,1
3	Себестоимость продукции, млн руб.	957,7	1151,0	-75,3
4	Материальные затраты, млн руб.	55,9	68,8	-12,9
5	Амортизация, млн руб.	3,29	3,67	-0,38
6	Фонд заработной платы, млн руб.	14,2	15,1	-0,9
7	Оборотные средства, млн руб.	80,8	78,4	+2,4
8	Кредиты	0	0	0
9	Численность работающих, чел.	1498	1514	-16

При варианте 3 прогнозные цены на сырье принимают значения, соответствующие верхним границам доверительных интервалов их вариации. Решается оптимизационная задача и производится анализ полученного решения.

При варианте 4 анализируется ситуация, когда цены на все виды выпускаемой продукции и цены на сырье находятся на верхних допустимых границах.

При вариантах 5, 6, 7 рассматриваются возможности вариации налоговых отчислений за счет изменения основных налоговых ставок на НДС, налога на прибыль, земельного налога, что отражается, в первую очередь, на величинах объемов реализации и прибыли.

Для получения системы оценок, характеризующих экономическую деятельность предприятия при различных вариантах данных, решается оптимизационная задача, изложенная в⁶, в результате чего формируются различные варианты управленческих решений со своими системами оценок десяти основных параметров. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Сравнительный анализ полученных решений осуществляется с помощью Базы знаний экспертной системы, т.е. формализованно. В табл. 4-5 приведено описание полученной информации реализованного сравнительного анализа. Принятие управленческих решений на основе такого анализа остается за ЛПР.

Аналогичным образом производится сравнительный анализ остальных четырех вариантов, которые не приводятся ввиду ограничения объема статьи.

Сравнительная оценка фактических показателей с плановыми (вариант 2 прогнозных оценок - табл. 3) приведена в табл. 6.

¹ См.: *Суменков М.С., Суменков С.М.* Системный подход в управлении. Екатеринбург, 2004; *Лэдсон Л.С.* Оптимизация больших систем. М., 1985.

² *Романов А.Н., Одинцов Б.Е.* Советующие информационные системы в экономике. М., 2000.

³ *Суменков М.С., Суменков С.М.* Указ. соч.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

⁶ *Лэдсон Л.С.* Указ. соч.

Поступила в редакцию 05.06.2014 г.