

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2009 М.А. Назаров, О.В. Вагнер*

Ключевые слова: инновационный потенциал, оценка и моделирование инновационного потенциала, устойчивость относительно поставленной цели.

Рассматриваются методы оценки и моделирования инновационного потенциала промышленного предприятия, проводится изучение зависимости устойчивости относительно поставленной цели от инновационного потенциала организации на примере предприятий нефтегазовой отрасли.

В настоящий момент в российской экономике наблюдается диспропорция между наличием инновационных возможностей и их реальным воплощением на практике. Одна из причин данной проблемы связана с недостатком комплексных исследований, методологических разработок и концептуальных подходов к оценке и прогнозированию инновационного потенциала промышленного предприятия с целью повышения его эффективности и экономической устойчивости.

Величина инновационного потенциала является параметром, позволяющим предприятию оценить возможности инновационной деятельности и определить стратегию инновационного развития. От состояния инновационного потенциала зависят управленческие решения по выбору и реализации инновационной стратегии, поэтому необходима его комплексная оценка.

Эффективность модели управления инновационным потенциалом может определяться экономическим эффектом, выявленным за счет количественной и качественной оценки инновационного потенциала. Задача управления развитием инновационного потенциала состоит в том, чтобы перевести потенциал предприятия из одного состояния в другое, более высокое, достаточное для достижения цели.

Сложившуюся проблему можно решить моделированием инновационного потенциала в условиях неопределенности, благодаря чему рассматриваются рациональные категории принятия решений, которые можно перевести на математический язык теории принятия решений¹.

Объективный подход предполагает наличие необходимого объема статистической информации для оценки возможности того или иного события в предположении о неизменности действия факторов, влияющих на появление этого события. Если каждому возможному событию противопоставить количественную оценку его исхода, такую, что чем выше эта оценка, тем более желаемо это событие, ей соответствующее, то наилучшей альтернативой будет та, ожидаемый результат которой будет максимальным, то есть произведение вероятностей событий, которые могут возникнуть при выборе этой альтернативы, на количественные оценки исходов соответствующих событий максимально². Минусом таких подходов является субъективное отношение оценивающих персон к риску.

Явление устойчивости при этом рассматривается как фундаментальное свойство любой экономической системы³. Его можно определить как постоянство, неизменность как определенного состояния системы, так и перехода из любых других состояний в данное (статическая устойчивость) и пути развития системы (динамическая устойчивость). Использование методов кибернетики предполагает определенную адаптацию термина "устойчивость" к характерным свойствам изучаемой системы, одним из которых является существование цели развития.

Отметим основные свойства, которыми должна обладать количественная оценка инновационного потенциала: монотонность; ограниченность (инновационный потенциал стремится к 0, если использованы все ресурсы организации, лежит в интервале от 0 до 1,

* Назаров Михаил Александрович, кандидат экономических наук, доцент Самарского государственного экономического университета; Вагнер Ольга Владимировна, ассистент Самарского государственного технического университета. E-mail: tp@sseu.ru.

если организация с различной степенью эффективности использует имеющиеся ресурсы, стремится к 1, если организация совершенно не использует имеющиеся ресурсы); сопоставимость; оценка инновационного потенциала должна зависеть не только от характеристик исследуемой организации, но и от соответствующих характеристик других организаций, имеющих одинаковую специализацию и примерно одинаковые особенности географического положения.

Количественная сторона зависимости устойчивости относительно поставленной цели от инновационного потенциала изучается эмпирически, путем подсчета значений инновационного потенциала и устойчивости относительно поставленной цели для каждой возможной совокупности характеристик исследуемой организации⁴.

Количественная оценка инновационного потенциала может определяться на основе анализа расширенного варианта мультипликативной модели Кобба-Дугласа:

$$R = \prod_{t=1}^T F_t^{\alpha_t},$$

где R - значение некоторого результирующего показателя (например, товарной продукции). Параметры α_t определяются методом наименьших квадратов по совокупности исследуемых организаций.

Определив оценки параметров α_t , инновационный потенциал предлагается определять по формуле, которая удовлетворяет условиям, поставленным перед оценкой инновационного потенциала:

$$P_i(S_j) = \frac{2 \arctg \left(\prod_{t=1}^T \left(\frac{F_{ti}}{R_j} \right)^{-\alpha_t} \right)}{\pi}, i = 1..N,$$

где N - численность исследуемых организаций; S_j - структура совокупности значимых характеристик, определяемых для исследуемой организации; F_{ti} - количественное значение t -й характеристики; R_j - значение результирующего показателя для i -й исследуемой организации.

Характеристики, рассматриваемые в данном случае, включают в себя основные тех-

нологические, организационные и экономические параметры организации.

Рассмотрим зависимость устойчивости относительно поставленной цели от инновационного потенциала организации на примере реальных промышленных предприятий нефтегазовой отрасли.

В ходе проведенного исследования были отобраны следующие характеристики инновационного потенциала организации.

Характеристики первого уровня:

1. Остаточная стоимость основных средств, млн. долл.

2. Стоимость оборотных активов, млн. долл.

3. Действительная стоимость предприятия, млн. долл.

4. Коэффициент обновления оборудования.

5. Стоимость основных средств, введенных в текущем году, млн. долл.

6. Вероятностные запасы нефти, газа и конденсата, млн. баррелей нефтяного эквивалента.

7. Добыча нефти, включая газовый конденсат, т.

8. Уровень рентабельности, %.

9. Степень износа основных фондов, %.

Характеристики второго уровня:

10. Количество труда ИТР, тыс. чел. · ч.

11. Количество труда квалифицированных рабочих, тыс. чел. · ч.

12. Количество труда управленческих работников, тыс. чел. · ч.

13. Доля сотрудников с ученой степенью, %.

14. Доля сотрудников, занятых научно-инновационной деятельностью, %.

15. Количество труда разнорабочих, тыс. чел. · ч.

Характеристики третьего уровня:

16. Величина нематериальных активов предприятия, млн. руб.

17. Результативный показатель, млн. долл.

18. Обеспеченность коммуникативными ресурсами, млн. долл.

19. Коэффициент обновления оборудования.

20. Объем затрат на все виды научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности, млн. руб.

21. Производственные и операционные расходы по добыче нефти, млн. долл.

22. Относительный объем экспортированных результатов НИОКР, млн. долл.

23. Относительный объем продажи лицензий на использование изобретений.

24. Goodwill.

По 6 российским предприятиям нефтедобывающей промышленности были собраны интегральные данные по этим характеристикам за период с 2004 по 2008 г. По имеющимся данным были рассчитаны оценки параметров α_f .

Предлагается варьировать характеристики, влияющие на инновационный потенциал, и для каждой совокупности значений его характеристик рассчитаем значение устойчивости относительно поставленной цели. Некоторые данные, необходимые для расчета анализа устойчивости, представлены в таблице.

ветствует значение инновационного потенциала, равное 0,531.

Теперь представляет интерес исследование влияния изменений значений характеристик предприятия на его инновационный потенциал и устойчивость относительно поставленной цели. Разработаем несколько сценариев возможных ситуаций, в которых значения характеристик предприятия претерпевают изменения.

Сценарий 1. На предприятии проводится реорганизация, в результате которой ожидается уменьшение используемых оборотных средств на 9%, сокращение себестоимости на 14%. В результате реструктуризационных мероприятий общехозяйственные расходы возрастают на 7,5 млн. долл. Для этого сценария значение инновационного потенциала

Показатели, необходимые для анализа устойчивости относительно поставленной цели

Параметр	Обозначение	Закон распределения	Ожидаемое значение	Среднекв. откл.
Объем выпуска товарн. нефти, т	Q_1	Логарифмически нормальный	263 176	0,137
Объем выпуска товарн. газа, 1 тыс. м ³	Q_2	Логарифмически нормальный	9 500 000 000	0,214
Цена 1 т товарн. нефти, руб.	P_1	Нормальный	8200	124
Цена 1 тыс. м ³ товарн. газа, руб.	P_2	Нормальный	181,89	21
Себестоимость 1 т товарн. нефти, руб.	C_1	Нормальный	730,20	162
Себестоимость 1 тыс. м ³ товарн. газа, руб.	C_2	Нормальный	130	16,5
Общехозяйственные расходы, млн. руб.	E	Условно-постоянная величина	250	

Финансовый результат условимся считать равным:

$$FR = Q_1(p_1 - c_1) + Q_2(p_2 - c_2) - E.$$

Тогда устойчивость относительно поставленной цели рассчитывается как:

$$P(FR \geq 500) = \int_0^{\infty} f(Q_2) \int_0^{\infty} f(p_2) \int_0^{\infty} f(c_2) \int_0^{\infty} f(p_1) \int_0^{\infty} f(c_1) \\ \int_0^{\infty} f(Q_1) dQ_1 dc_1 dp_1 dc_2 dp_2 dQ_2. \\ \frac{400 + E - Q_2(p_2 - c_2)}{p_1 - c_1}$$

В данном случае устойчивость относительно поставленной цели составит 0,441, т.е. при приведенных исходных данных предприятие может достичь финансового результата, большего 400 млн. долл. с вероятностью 0,441. Этому значению устойчивости соот-

составит 0,510, а устойчивость относительно поставленной цели окажется равной 0,770, что, в сравнении с базовыми значениями инновационного потенциала и устойчивости, свидетельствует о некотором улучшении ситуации, как в плане устойчивости относительно поставленной цели, так и в степени эффективности использования имеющихся ресурсов.

Сценарий 2. У предприятия появился новый канал сбыта (посредники), в результате чего ожидается, что валовая выручка возрастет на 4%. Однако вследствие этого объем используемых оборотных средств также возрастает на 4%, а общехозяйственные расходы возрастают на 16%. При таком сценарии инновационный потенциал резко возрастает и становится равным 0,654. Падает и устойчивость - она равна в данном случае 0,314. Это говорит о меньшей привлекательности

данного сценария по сравнению с базовым. Однако причиной здесь является не появление посредников, а, возможно, недостаточная проработка этого мероприятия.

Сценарий 3. На предприятии планируется введение новой информационной технологии бухгалтерского и управленческого учета и обучение сотрудников работе с этой системой. В результате ожидается снижение общехозяйственных расходов на 12%, однако внедрение системы и обучение персонала выльется в 1,145 млн. долл. При таком сценарии инновационный потенциал составит 0,554, а устойчивость относительно поставленной цели - 0,572, что свидетельствует об улучшении ситуации на предприятии, которое может произойти при внедрении новой информационной технологии.

Сценарий 4. На предприятии планируется проведение геологоразведочных работ стоимостью 12,61 млн. долл. В результате ожидается увеличение добычи нефти на 16% по сравнению с существующим уровнем. Так как результаты геологоразведки могут быть ошибочны, анализ нефтеотдачи новых скважин показал, что границы доверительного интервала прогноза добычи нефти в 1-м квартале расширяются на 12% в обе стороны, т.е. увеличивается среднеквадратическое отклонение случайной величины нефтедобычи. В этом случае инновационный потенциал составляет 0,403, а устойчивость относительно поставленной цели - 0,663. Этот вариант является наиболее привлекательным с точки зрения эффективности использования имеющихся ресурсов, однако, довольно рискован, о чем говорит показатель устойчивости относительно поставленной цели.

Попытка отыскать зависимость между показателями инновационного потенциала и устойчивости относительно поставленной цели привела к следующим выводам:

1. Зависимость между инновационным потенциалом и устойчивостью относительно поставленной цели не имеет монотонного характера, так как и устойчивость, и инновационный потенциал претерпевают воздействия различных факторов неодинаковой направленности.

2. Зависимость между устойчивостью относительно поставленной цели и инновационным потенциалом может быть монотонно

убывающей, если без изменения остаются характеристики неопределенности, от которых зависит значение устойчивости относительно поставленной цели. Поэтому, несмотря на то, что инновационный потенциал, с точки зрения эффективного управления организацией, является первостепенной категорией, учет устойчивости относительно поставленной цели позволяет избегать излишне рискованных сценариев, даже если они обещают быть особо привлекательными, с точки зрения эффективности использования ресурсов.

3. При управлении эффективностью использования ресурсов необходимо сочетать требование максимальной эффективности с рядом ограничений, накладываемых как на управляемые параметры, так и на последствия принимаемых решений, оцениваемые с точки зрения возможности их осуществления.

Выбор оптимальной стратегии управления эффективностью производства должен осуществляться в направлении минимизации инновационного потенциала при заданном значении устойчивости относительно поставленной цели, которое бы гарантировала приемлемую степень достижимости планируемых результатов.

В результате внедрения модели в работу предприятия были выявлено влияние предложенной модели на позиционирование компаний во внешней и внутренней среде. Как было продемонстрировано, модель инновационного потенциала позволяет выявить потенциал не только всего комплекса предприятий в целом, но и отдельных его позиций. Так, например, нефтегазовый концерн видит инновационный потенциал и устойчивость относительно поставленной цели своих подразделений, что позволяет ему сделать оптимальный вектор направления инвестиций. С точки зрения представителей экзогенной среды инновационный потенциал позволяет оптимизировать критерии оценки решений о финансировании кредитными организациями и субсидирования государством конкретных промышленных предприятий по параметру приоритетности.

Продемонстрируем вариативность модели инновационного потенциала, исследовав ее при помощи корреляционного анализа, показав влияние изменений факторов F на показатель инновационного потенциала и

устойчивость относительно поставленной цели.

При изучении стохастических взаимосвязей нас интересует не только наличие и количественная оценка соотношений, но форма и связи результативного и факторного признаков, ее аналитическое выражение. Решить эти проблемы помогает корреляционный анализ. Корреляционный анализ ставит задачу измерить тесноту связи между варьирующими переменными и оценить факторы, оказывающие наибольшее влияние на результативный признак⁵.

Наиболее важными показателями являются среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации, поскольку именно они свидетельствуют об однородности исследуемой информации.

В соответствии с полученными коэффициентами вариации по большинству факторов наблюдается незначительная вариация; средняя вариация 5-8%; все остальные факторы обладают значительной вариацией, но ее величина не превышает 33%. Коэффициент вариации факторов выше 33%, свидетельствует о неоднородности представленных данных и необходимости его исключения.

В целом совокупность данных однородна, и для ее изучения могут использоваться метод наименьших квадратов и вероятностные методы оценки статистических гипотез. Значения коэффициентов асимметрии, недостаточно близкие к нулю, указывают, что распределение данных около средних величин не симметрично⁶. При этом отрицательная асимметрия по факторам свидетельствует о том, что преобладают данные с большими значениями, а с меньшими значениями встречаются реже. Положительная асимметрия показывает, что чаще встречаются данные с небольшими значениями. В нормальном распределении показатель эксцесса равен нулю. По оставшимся факторам величина эксцесса имеет отрицательное значение, что свидетельствует о плосковершинной кривой распределения.

Однако отношения показателей асимметрии и их ошибки, а также эксцесса и их ошибки меньше трех, что говорит о несущественности значений асимметрии и эксцесса, следовательно, изучаемая информация соответствует закону нормального распределения и ее можно использовать для корреляционного анализа.

Значения линейных коэффициентов парной корреляции определяют тесноту попарно связанных переменных, использованных в уравнении множественной регрессии. Наименьшая сила связи с инновационным потенциалом у факторов стоимости введенных в текущем году средств и количества труда разнорабочих, что подтверждает гипотезу и том, что эти факторы практически не связаны с инновационным потенциалом промышленных предприятий. При этом, однако, наблюдается и высокая мультиколлинеарность: большинство факторов имеет достоверную связь с инновационным потенциалом.

Дисперсионный анализ показывает, что уравнение является значимым при уровне значимости $\alpha = 3,22993E-05$. Значения скорректированного и нескорректированного линейных коэффициентов множественной детерминации приведены в рамках регрессионной статистики. Нескорректированный коэффициент множественной детерминации $2R = 0,9220219$ оценивает долю вариации результата за счет представленных в уравнении факторов в общей вариации результата. Здесь эта доля составляет 92,2%. Это означает, что 92,2% вариации результативного признака инновационного потенциала объясняется вариацией факторных переменных. Следовательно, наблюдается весьма тесная связь факторов с результатом. Скорректированный коэффициент множественной детерминации (множественный коэффициент корреляции) $R0,9659591$ определяет тесноту связи с учетом степеней свободы общей и остаточной дисперсий. Он дает такую оценку тесноты связи, которая не зависит от числа факторов в модели и поэтому может сравниваться по разным моделям с разным числом факторов. Оба коэффициента указывают на весьма высокую (более 96%) детерминированность результата инновационного потенциала в модели факторами F , полученное уравнение достаточно хорошо описывает изучаемую взаимосвязь между факторами. Так как исходные данные являются выборочными, то необходимо оценить существенность или значимость величины коэффициента корреляции. Выдвигаем нулевую гипотезу: коэффициент корреляции генеральной совокупности равен 0, и изучаемый фактор не оказывает существенного влияния на результативный признак. Для

проверки нулевой гипотезы применим t -критерий Стьюдента. Критическое значение t находится по таблицам к t -распределению Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $df = 3$ для двусторонней критической области, $t = 2,45$.

Результаты многофакторного корреляционного анализа позволили углубить факторный анализ, установить место и роль каждого фактора в формировании уровня исследуемого показателя инновационного потенциала, на основании которых более достоверно обосновываются планы, прогнозы, управленческие решения, объективнее оцениваются итоги деятельности промышленных предприятий.

¹ *Schneider, Dieter J.G.* Einführung in das Technologiemarketing, R.Oldenbourg Verlag, München-Wien, 2002.

² *Пестриков С.В.* Управление развитием экономических систем. Самара, 2003.

³ *Зубанов Н.В.* Анализ устойчивости относительно поставленной цели как один из подходов к описанию функционирования организации в условиях неопределенности. Самара, 2001.

⁴ *Грачева М.В.* Инновационная деятельность в промышленности: теория и практика в странах рыночной экономики и инновационные опросы российских предприятий. М., 1994.

⁵ *Зубанов Н.В., Пестриков С.В.* Анализ устойчивости функционирования экономических систем относительно поставленных целей. Самара, 1999.

⁶ *Зубанов Н.В.* Указ. соч.

Поступила в редакцию 31.07.2009 г.