

И.Д. Летюхин, Л.А. Морозова

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ
ПРИ СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ
(НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИИ «WISESOIL»)**

I.D. Letyukhin, L.A. Morozova

**EVALUATION OF INNOVATIVE PROJECTS' ECONOMIC EFFICIENCY
IN STRATEGIC PLANNING
(THE CASE OF TECHNOLOGY «WISESOIL»)**

Представлен один из важных этапов стратегического планирования инновационной деятельности на предприятии – оценка экономической эффективности инновационных проектов. Изучена оценка экономической эффективности и стратегический анализ рисков проекта по строительству биогазовой установки с применением инновационной технологии «WiseSoil» на агропромышленном предприятии среднего размера: рассчитаны динамические показатели экономической эффективности проекта, применен метод реальных опционов с целью создания управленческой гибкости в условиях неопределенности, проведено имитационное моделирование методом Монте-Карло для количественной оценки рисков инновационного проекта. Полученная в результате исследования оценка экономической эффективности проекта по внедрению биогазовой установки с применением инновационной технологии переработки сырья позволяет сделать вывод о выгодности вложения средств в проект. Рассчитанные динамические показатели экономической эффективности проекта определяют чистую приведенную стоимость инновационного проекта, срок окупаемости инвестиций и внутреннюю норму доходности. Учитывается управленческая гибкость при принятии стратегических решений по проекту: применение метода реальных опционов сводится к оценке опциона на расширение (рост) в связи с вводом в эксплуатацию нового реактора для биогазовой установки. В результате количественного анализа рисков в рамках стратегического планирования выявлен диапазон прогнозных значений NPV, а также наиболее вероятное и пороговое значения показателя. При разработке стратегического плана инновационной деятельности среднemasштабного агропромышленного предприятия выполненная оценка эффективности данного проекта будет играть важную роль в дальнейшем планировании и инновационном развитии.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ; СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ; ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ; ЧИСТАЯ ПРИВЕДЕННАЯ СТОИМОСТЬ; ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ; МОДЕЛЬ РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ.

The article presents the evaluation of the economic efficiency of innovative projects as one of the significant stages of the strategic planning of innovative activities of the enterprise. The paper investigates the evaluation of economic efficiency and the strategic analysis of risks of the project to construct the biogas plant using the innovative technology «WiseSoil» for agricultural medium-sized enterprises. Hence, the authors have calculated the dynamic indicators of economic efficiency of the project, applied the method of real options to create the management flexibility for decision making under uncertainty and conducted Monte-Carlo simulation for the quantitative evaluation of risks of the innovative project. The results of the evaluation of the economic efficiency of the project to build the biogas plant with the innovative technology of processing of raw materials allow the authors to make a conclusion of profitable investments. The calculated dynamic indicators of economic efficiency determine the net present value of the innovative project, a payback period and an internal rate of return. Further, management flexibility in making strategic decisions for the project has been taken into account, namely, the application of the real option approach amounts to the evaluation of the call option to expand in connection with the putting into service the new reactor for the biogas plant. A quantitative risk analysis in the framework of strategic planning has shown a range of forecast values of NPV and the most probable and the threshold values of the NPV. The performed evaluation of the economic efficiency of the project will play a considerable role in the future planning and the development of innovation in the process of the elaboration of the strategic plan of innovative activities for medium-sized agro-enterprises.

ECONOMIC EFFICIENCY; STRATEGIC PLANNING; INNOVATIVE PROJECT; NET PRESENT VALUE; SIMULATION; REAL OPTION MODEL.

Введение. В современных условиях инновационная деятельность обеспечивает предприятиям устойчивые конкурентные преимущества в своей отрасли и позволяет адаптироваться к постоянным изменениям рыночной конъюнктуры. Успешная реализация инновационных проектов зависит от качества результатов стратегического планирования инновационной деятельности, которое включает в себя ряд мероприятий, таких как формирование долгосрочных целей и задач предприятия, проведение опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, оценка эффективности инновационных проектов и анализ рисков, разработка маркетинговой стратегии [9]. Рассмотренная далее оценка экономической эффективности проектов является одним из наиболее важных этапов стратегического планирования инновационной деятельности и предполагает расчет динамических показателей эффективности, учет управленческой гибкости при планировании, качественный и количественный анализ внешних и внутренних рисков, а также выявление допустимого уровня риска при реализации проекта [3, 11].

Методика исследования. Исследование оценки экономической эффективности инновационных проектов в рамках стратегического планирования инновационной деятельности необходимо для формирования всех возможных перспектив, рисков и возможностей предприятия, реализующего данные проекты [2, 6]. Рассмотрим оценку экономической эффективности и стратегический анализ рисков проекта по строительству биогазовой установки с применением инновационной технологии «WiseSoil». Для этого рассчитываются динамические показатели экономической эффективности, применяется метод реальных опционов с целью создания управленческой гибкости в условиях неопределенности, проводится имитационное моделирование методом Монте-Карло для количественной оценки рисков инновационного проекта.

В качестве примера рассматривается оценка экономической эффективности инновационного проекта по строительству биогазовой установки (БГУ) на агропромыш-

ленном предприятии среднего размера (2500 голов крупного рогатого скота) в рамках стратегического планирования инновационной деятельности. БГУ внедряется для решения проблем, связанных с хранением, переработкой и утилизацией биологических отходов. Кроме того, с целью увеличения экономической эффективности установки рассматривается применение к ней инновационного устройства подготовки органического сырья для биогазовых установок «WiseSoil» [12]. Подобные среднемасштабные животноводческие комплексы довольно широко распространены в России, что обуславливает актуальность приведенных в данной статье расчетов и предполагает возможность их практического применения. Что касается сути проекта, БГУ позволяет перерабатывать биологические отходы животноводства и производить из них биогаз и органические удобрения. Выработанный биогаз, в свою очередь, используется для получения электроэнергии и тепла.

На основе анализа БГУ, существующих на российском рынке, был выявлен наиболее подходящий по мощности и цене проект строительства БГУ от компании «БиоГаз-ЭнергоСтрой» [14]. Внедряемое инновационное устройство переработки сырья «WiseSoil» разработано А.А. Смотрицким. Его проект является победителем нескольких российских и международных конкурсов стартапов, таких как Generation S и Green Innovation Competition. Суть технологии заключается в том, что перед подачей сырья в биогазовую установку оно подвергается воздействию мощного высокочастотного излучения, подогреву и еще ряду воздействий, которые создают комфортные условия для микроорганизмов в реакторе, перерабатывающем сырье. В таких условиях скорость переработки сырья возрастает вдвое. Стоимость устройства для среднемасштабной установки составляет 5 млн р. По словам разработчиков, стоимость увеличения выхода газа для биогазовой установки на 2500 голов – 0,25 руб./м³, при этом, выход биогаза увеличивается вдвое [12]. Рассмотрим более подробно основные технические и экономические показатели усовершенствованной биогазовой установки, сведенные в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Основные технические характеристики биогазовой установки

Производитель	Разработчик – Корпорация «БиоГазЭнергоСтрой»+ технология переработки сырья «WiseSoil»
Поголовье	2500 голов крупного рогатого скота
Технические параметры	Производительность по переработке сырья – 180 т/сут. Объем реактора – 5000 м ³ . Выход биогаза – 6300 м ³ /сут. Производимая электрическая мощность – 620 кВт. Производимая тепловая мощность – 810 кВт. Выход органических удобрений – 166 т/сут. Обслуживающий персонал – 3 чел.

Таблица 2

Экономические показатели биогазовой установки

Показатель	Значение, тыс. руб.
Капиталовложения	57500
Текущие эксплуатационные расходы	5764
Расходы на установку и пусконаладочные работы	1000
Годовая экономия за счет отсутствия платы за утилизацию	8768
Доходы от реализации электроэнергии и газа населению	12870
Годовая экономия за счет замещения электроэнергии и газа	3042
Доходы от замещения минеральных удобрений на биоудобрения и их реализации населению	13286

Следует отметить, что капитальные вложения включают в себя стоимость строительства биогазовой установки, а эксплуатационные расходы – расходы на требуемый текущий ремонт, амортизационные отчисления, налоги и заработную плату обслуживающего персонала.

Что касается платы за утилизацию, то в соответствии с Федеральным законом о федеральном бюджете на 2014 год установлены коэффициенты инфляции, которые применяются при расчете платы за негативное воздействие на окружающую среду: 2,33 и 1,89 [1]. Отходы крупного рогатого скота относятся к четвертому классу опасности, и стоимость платы за утилизацию составляет

260,8 р./т. С учетом объемов биологических отходов рассматриваемого животноводческого комплекса (90 т/сут.) годовая экономия составляет 8 567 937 р. в год. Данную цифру можно рассматривать как доход, так как при установке БГУ плата за утилизацию отсутствует.

Для расчета дисконтированных показателей экономической эффективности БГУ рассчитаем ставку дисконтирования по методу оценки капитальных активов CAPM для 2013 г., так как предполагается, что биогазовая установка была внедрена в начале 2014 г.

1. Безрисковая ставка (r_f), т. е. ставка по 5-летним государственным облигациям, составляет 6,01 % [13].

2) Коэффициент для энергетической отрасли равен 1,18, по оценкам А. Дамодарана [16].

3) Средняя доходность рыночного портфеля (R_m) равна 7,84 % за 2013 г. [13].

Таким образом, по модели CAPM ставка дисконтирования (RD) для 2014 г. рассчитывается следующим образом:

$$RD = r_f + \beta(R_m - r_f) = 6,01 \% + 1,18(7,84 - 6,01 \%) = 8,17 \%$$

Рассчитав ставку дисконтирования, можно определить прогнозные денежные потоки, продисконтировать их и рассчитать чистую приведенную стоимость проекта по строительству БГУ с применением технологии переработки сырья (табл. 3).

Из таблицы видно, что чистая приведенная стоимость проекта строительства биогазовой установки с использованием устройства «WiseSoil» составляет 56 342 тыс. р.

Таблица 3

Денежные потоки по проекту строительства биогазовой установки с применением технологии переработки сырья

Показатель		2014	2015	2016	2017	2018
CIF (тыс. руб.)		14599	29198	29198	29198	291980
COF (тыс. руб.)	-57500	6477	5764,438	5764,438	5764,438	5764,438
CF (тыс. руб.)	-57500	16890	32201,56	32201,56	32201,56	32201,56
RD (%)		1,0817	1,170075	1,26567	1,369075	1,480929
CF (тыс. руб.)	-57500	15614,31	27520,94	25442,31	23520,67	21744,17
NPV	56342,39					

Таблица 4

Динамические показатели экономической эффективности проекта по строительству биогазовой установки

Показатель	Значения по проекту
NPV	56342 (тыс. руб.)
IRR	216 %
PI	1,98
DPP	2,5 лет

Высокие динамические показатели эффективности свидетельствуют об экономической выгоде предприятия от реализации проекта. Однако рассчитанные коэффициенты не учитывают риски и неопределенности, возникающие в результате внедрения каких-либо инноваций, и в реальных условиях данные показатели недостижимы. Следовательно, далее нашей задачей является изучение рисков строительства биогазовой установки. Начнем с применения метода реальных опционов с целью создания управленческой гибкости в условиях неопределенности.

Стратегическое планирование предполагает учет неопределенностей, возникающих в ходе реализации проекта, и учет гибкости менеджмента при принятии стратегических решений. В случае с проектом строительства биогазовой установки применение метода реальных опционов сводится к оценке опциона на расширение (рост) в связи с вводом нового реактора. Добавление реактора увеличит мощность биогазовой установки, что позволит производить больше конечных продуктов. Дополнительные инвестиции, необходимые

для ввода одного реактора, составляют 40 000 тыс. р., следовательно, цена исполнения call-опциона на расширение равна 40 000 тыс. р. При этом срок действия опциона истекает через 2 года. Приведенная текущая стоимость поступлений от проекта составляет 113 842,4 тыс. р. Среднеквадратическое отклонение доходности по отрасли [16] будет принято в качестве уровня волатильности.

Входные данные для оценки стоимости call-опциона по модели Блэка-Шоулза:

- цена базового актива (S) = 113 842 тыс. р.;
- цена исполнения опциона (K) = 40 000 тыс. р.;
- время до истечения срока исполнения опциона (T) = 2 года;
- среднеквадратическое отклонение доходности в энергетической отрасли (σ) = 80,88 %;
- безрисковая ставка доходности (r) = 6,01 %.

На основе табличных данных рассчитаем оценку стоимости call-опциона по модели Блэка-Шоулза [18]:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = \frac{\ln\left(\frac{113842,4}{40000}\right) + \left(0,0601 + \frac{0,8088^2}{2}\right)2}{0,8088 \cdot \sqrt{2}} = 1,59;$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} = 1,59 - 0,8088 \cdot \sqrt{2} = 0,45.$$

Вычислим значения $N(d_1)$ и $N(d_2)$ – интегральные функции нормального распределения:

$$N(d_1) = 0,9442;$$

$$N(d_2) = 0,6728.$$

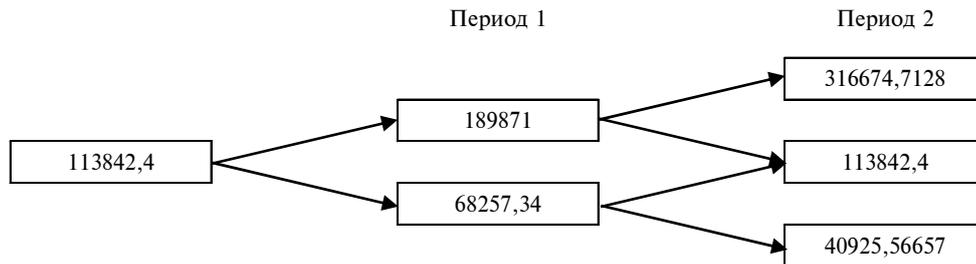


Рис. 1. Биномиальное дерево изменения стоимости актива

Тогда стоимость call-опциона равна:

$$\begin{aligned}
 ROV_{call} &= SN(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2) = \\
 &= 113\,842,4 \cdot 0,9442 - 40\,000e^{-0,0601 \cdot 2} \cdot 0,6728 = \\
 &= 83\,631,49 \text{ тыс. р.}
 \end{aligned}$$

Таким образом, суммарная величина вы- год по проекту с учетом стоимости опциона по модели Блэка–Шоулза рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \text{Оценка стоимости проекта} &= NPV_{\text{проекта}} + ROV_{call} = \\
 &= 56\,342,39 + 83\,631,49 = 139\,973,88 \text{ тыс. р.}
 \end{aligned}$$

В итоге, экономическая эффективность проекта по строительству биогазовой установ- ки возросла более чем вдвое с учетом опциона.

Рассчитаем стоимость опциона на расши- рение с помощью биномиальной модели [19]. Срок действия опциона (T) также 2 года, а период существования проекта (n) составляет 5 лет. В нулевом периоде текущая стоимость проекта (S) равна 113 842,4 тыс. р., а цена испол- нения опциона (K) – 40 000 тыс. р. Ставка дисконтирования – 8,17 %. Волатильность (σ), равная среднеквадратическому отклоне- нию доходности по энергетической отрасли, составляет 80,88 %.

В первую очередь, на основе входных данных необходимо рассчитать показатели роста (u) и снижения (d) цены базового акти- ва, основываясь на предположении, что коле- бания цены подчиняются нормальному рас- пределению. Получим следующие показатели:

$$\begin{aligned}
 u &= e^{\sigma\sqrt{\frac{T}{n}}} = e^{0,8088 \cdot \sqrt{\frac{2}{5}}} = 1,67; \\
 d &= 1/u = 1/1,67 = 0,6.
 \end{aligned}$$

Вероятность роста (p) и вероятность па- дения ($1 - p$) стоимости проекта получились равными следующим значениям:

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{e^{\frac{rT}{n}} - d}{u - d} = \frac{e^{0,0817 \cdot \frac{2}{5}} - 0,6}{1,67 - 0,6} = 0,41; \\
 1 - p &= 1 - 0,41 = 0,59.
 \end{aligned}$$

Рассчитав необходимые параметры моде- ли, вычислили допустимые изменения стои- мости базового актива с учетом неопреде- ленности в течение срока действия опцион- ного контракта. Полученные результаты представим в виде схемы (рис. 1).

Из рисунка видно, что максимальное значение возможных денежных потоков со- ставляет 316 674,7 тыс. р., а минимальное – 40 925,6 тыс. р.

Для расчета стоимости call-опциона про- анализируем все узлы биномиального дерева (рис. 2), учитывая условие отсутствия на рынке арбитражных возможностей ($P_i = \max\{S - K; 0\}$).

Теперь, начиная с последнего периода, проведем расчет стоимости опциона, опира- ясь на данные биномиального дерева реше- ний и расчета стоимости опциона в каждом его узле (f):

$$\begin{aligned}
 f'_u &= e^{-\frac{rT}{n}} [f_{uu}p + f_{ud}(1 - p)] = \\
 &= e^{-0,8088 \cdot \frac{2}{5}} [276\,674,7 \cdot 0,41 + 73\,842,4 \cdot 0,59] = \\
 &= 151\,157,1;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_u &= \max\{f'_u; \max\{uS - K; 0\}\} = \\
 &= \max\{151\,157,1; \max\{189\,871 - 40\,000; 0\}\} = \\
 &= 151\,157,1;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f'_d &= e^{-\frac{rT}{n}} [f_{ud}p + f_{dd}(1 - p)] = \\
 &= e^{-0,8088 \cdot \frac{2}{5}} [73\,842,4 \cdot 0,41 + 925,567 \cdot 0,59] = \\
 &= 29\,543,41;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_d &= \max\{f'_d; \max\{dS - K; 0\}\} = \\
 &= \max\{29\,543,41; \max\{68\,357,34 - 40\,000; 0\}\} = \\
 &= 29\,543,41;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f &= e^{-\frac{rT}{n}} [f_u p + f_d (1 - p)] = \\
 &= e^{-0,8088 \cdot \frac{2}{5}} [151\,157,1 \cdot 0,41 + 29\,543,41 \cdot 0,59] = \\
 &= 76\,373,19.
 \end{aligned}$$

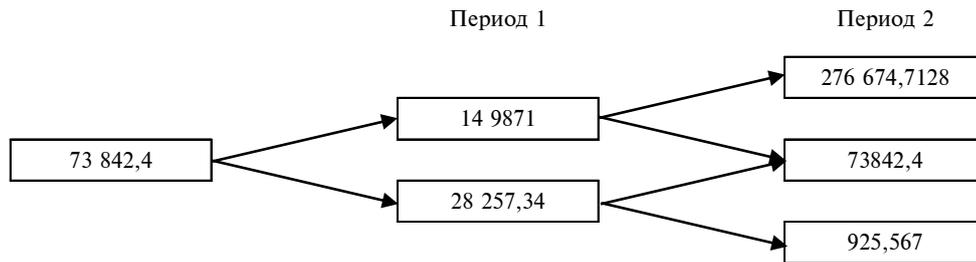


Рис. 2. Биномиальное дерево расчета стоимости опциона

Таким образом, мы получили значение call-опциона на расширение (добавление реактора) для базового актива (стоимости проекта строительства биогазовой установки с применением инновационной технологии WiseSoil) в нулевом периоде, равное 76 373,19 тыс. р. В свою очередь, суммарная величина выгод от проекта с учетом стоимости опциона на расширение, рассчитанной по биномиальной модели, составляет:

$$\begin{aligned} \text{Оценка стоимости проекта} &= NPV_{\text{проекта}} + \\ + ROV_{\text{call}} &= 56\,342,39 + 76\,373,19 = 132\,715,6 \text{ тыс. р.} \end{aligned}$$

Данная оценка также говорит об эффективности вложения средств в рассматриваемый проект. Оценка экономической эффективности проекта с использованием биномиальной модели расчета стоимости реального опциона увеличила стоимость проекта на 135 %. Приведенное значение свидетельствует о том, что без учета управленческой гибкости проект был недооцененным.

Применение метода реальных опционов показало, что при стратегическом планировании учет управленческой гибкости при принятии решений по рассматриваемому проекту дает более точные результаты оценки его экономической эффективности. Однако стоит рассмотреть не только отклонение оценки эффективности проекта в положительную сторону за счет использования опциона на расширение, но также и исследовать возможные отклонения в отрицательную сторону. Для этого, в первую очередь, были изучены возможные риски проекта строительства биогазовой установки, которые могут иметь негативные последствия во время реализации проекта. После

чего проведена количественная оценка рисков проекта с использованием имитационного моделирования методом Монте-Карло.

Строительство биогазовой установки на агропромышленном предприятии сопровождают следующие риски:

- научно-технологические;
- риск несоблюдения расчетных сроков реализации инновационного проекта;
- риск недостаточного финансирования;
- риск падения спроса на конечную продукцию биогазовой установки [10].

Научно-технологические риски требуют наибольшего внимания при внедрении инновационного проекта. Всегда есть вероятность сбоя в системе, особенно на начальных этапах внедрения новой установки, что может потребовать дополнительных затрат на установочные и пуско-наладочные работы. Однако несомненным преимуществом данного проекта является простота его обслуживания. Биогазовая установка не требует высокой квалификации обслуживающего персонала, здесь достаточно лишь знание технологической инструкции. Этот аспект снижает общий уровень возникновения технологических неполадок вследствие неквалифицированной работы обслуживающего персонала.

Риск несоблюдения расчетных сроков реализации проекта в данном случае сводится к минимальным значениям ввиду тщательного предпроектного планирования по каждой детали инвестиционной программы, а также благодаря тому, что строительство биогазовой установки осуществляется только одной компанией, которая является разработчиком внедряемой установки, и не зависит от поставок оборудования некими посредниками.

Риск недостаточного финансирования проекта довольно велик в данных условиях, так как строительство биогазовой установки требует инвестиций в размере 57,5 млн р. В случае недостатка средств у агропромышленного предприятия будет необходимо привлекать заемные средства, что изменит структуру денежных потоков и снизит размер экономических выгод от проекта на период выплат средств по заемному капиталу.

Конечной продукцией биогазовой установки являются три продукта: биогаз, электроэнергия и биоудобрения. Риск падения спроса на конечную продукцию незначителен, так как данная продукция практически эксклюзивна для рынка России, но, тем не менее, всегда востребована. Растущий спрос на экологически чистые продукты и возобновляемые источники энергии подтверждают актуальность конечной продукции биогазовой установки и ее востребованность на рынке, в связи с чем риск падения спроса минимален.

Представив основные риски инновационного проекта по строительству биогазовой установки, проведем количественную оценку рисков проекта с помощью имитационного моделирования методом Монте-Карло. Выбор

данного метода оценки объясняется тем, что метод Монте-Карло объединяет в себе анализ чувствительности зависимой переменной к различным факторам и сценарный анализ рисков проекта с использованием вероятностей [7].

Моделирование методом Монте-Карло проведено в надстройке Excel – Oracle Crystal Ball [17]. В качестве прогнозной переменной взято значение чистой приведенной стоимости инновационного проекта, NPV. В качестве риск-переменных приняты следующие показатели: величина расходов, величина доходов, годовая экономия и ставка дисконтирования. Риск-переменные взяты за 5 лет жизни проекта. Все данные приведены в тыс. руб. Для каждого параметра модели задано нормальное распределение. Количество итераций – 10000 случайных сценариев. Уровень доверия – 95 %.

Проведение имитационного моделирования с описанными параметрами дало следующие результаты (рис. 3): распределение прогнозного значения NPV имеет вид нормального распределения. Вероятность достижения базового значения прогноза (56 342 тыс. р.) составляет почти 40 % и лежит в диапазоне наиболее вероятных исходов.

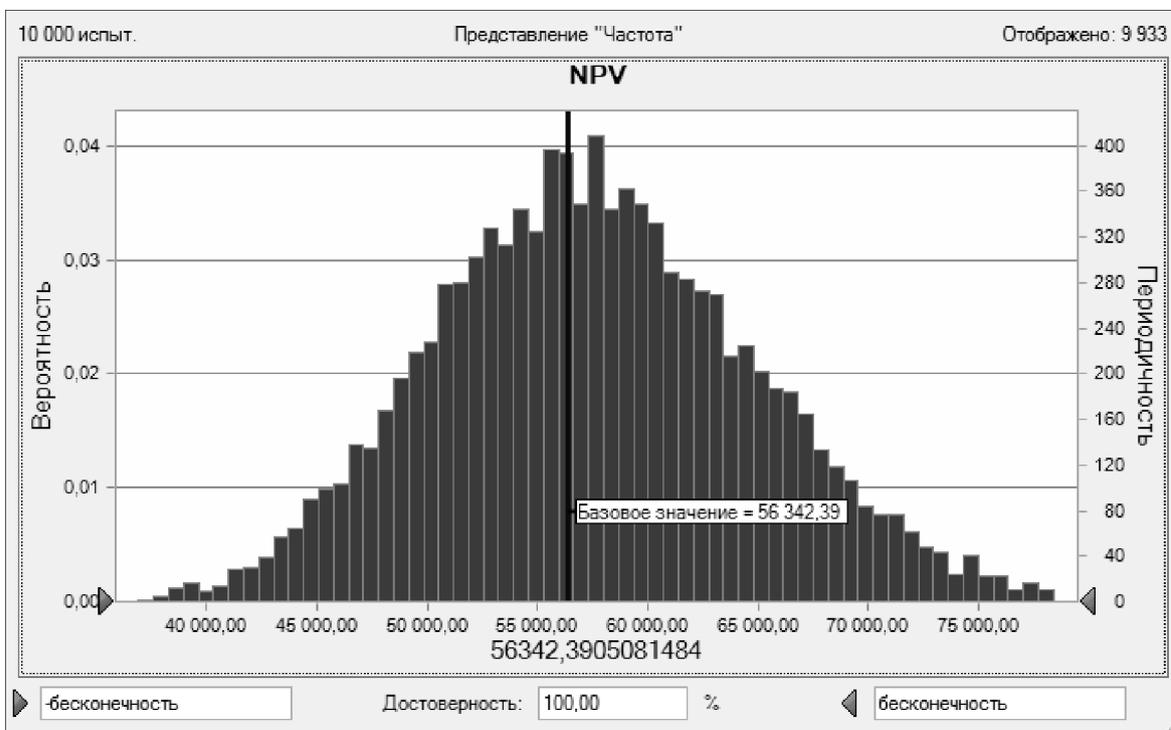


Рис. 3. Диаграмма прогноза значения NPV

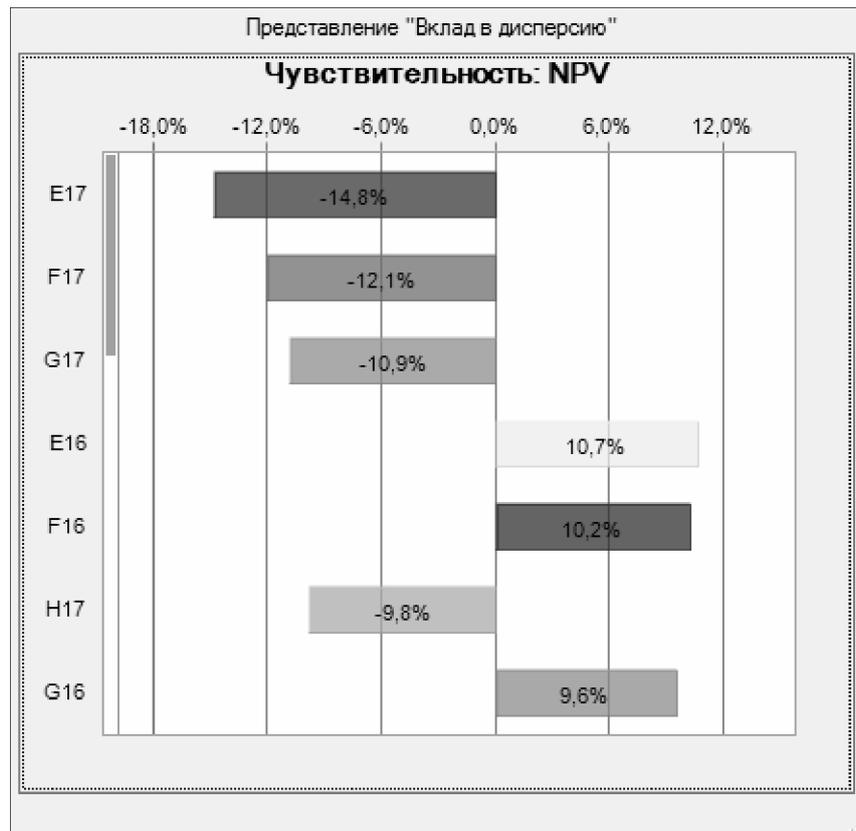


Рис. 4. Анализ чувствительности

В результате проведенного моделирования выявлены следующие статистические данные прогнозного значения NPV:

Статистика:	Значения прогноза
Испытания	10 000
Базовое значение	56 342,39
Математическое ожидание	57 646,75
Среднее значение	57 359,18
Режим	—
Стандартное отклонение	7 405,17
Расхождение	54 836 583,19
Коэффициент асимметрии	0,2431
Коэффициент эксцесса	3,11
Коэффициент вариации	0,1285
Минимум	30 990,00
Максимум	86 837,00
Ширина диапазона	55 846,99
Средняя квадратическая	74,05

На основе представленных данных следует отметить, что среднее и наиболее вероятное значение NPV составляет 57 359 тыс. р., а стандартное отклонение от данного среднего значения оказалось равным 7405 тыс. р.. Среднеквадратическая ошибка, которая представляет собой диапазон значений, в котором

будет находиться среднее значение, составляет 74 тыс. р. При этом ширина диапазона значений прогноза NPV довольно велика и составляет 55 847 тыс. р. Кроме того, анализ полученных статистических параметров позволяет сделать вывод о том, что распределение прогноза NPV не подчиняется закону нормального распределения и больше похоже на гамма-распределение.

Также на основе представленной информации следует отметить, что 95 %-й доверительный интервал имеет следующие границы: от 30 990 до 86837 тыс. р. Это означает, что с учетом всех рисков, значение NPV для проекта строительства биогазовой установки не опустится ниже 30 990 тыс. р. и не будет выше 86 837 тыс. р.

Проведенный анализ чувствительности показал следующие результаты (рис. 4): значение NPV наиболее чувствительно к изменению ставки дисконтирования во 2–5-й периоды жизни проекта (ячейки E17–H17), а также к изменению доходов проекта во 2–3-м периодах (ячейки E16–G16) за счет экономии благодаря внедрению технологии WiseSoil.

Тем не менее, в процентном значении показатели чувствительности не сильно высоки: увеличение ставки дисконта во второй год жизни проекта (ячейка E17) связано со снижением значения NPV на 14,8 %.

Подведем итоги оценки рисков проекта по строительству биогазовой установки по результатам проведенного моделирования методом Монте-Карло:

- основные риски проекта связаны с научно-технологическими неполадками и отражаются на величине доходов и расходов по проекту;

- при построении модели в качестве прогноза взято значение NPV, а в качестве риск-переменных – величина доходов, расходов и годовой экономии и ставка дисконтирования;

- наиболее вероятное значение NPV близко к значению, рассчитанному динамическими методами, и составляет 57 359 тыс. р.;

- диапазон прогнозных значений NPV с 95 %-й вероятностью имеет следующие границы: от 30 990 до 86 837 тыс. р.;

- при принятии решения об инвестировании в проект достаточно важным результатом моделирования является тот факт, что даже при самых неблагоприятных исходах значение NPV не будет ниже 30 990 тыс. р.

Таким образом, оценка рисков позволила выявить отклонения оценки экономической эффективности рассматриваемого инновационного проекта от рассчитанного значения как в положительную, так и в отрицательную сторону за счет учета благоприятных и неблагоприятных исходов. Количественная оценка рисков проекта с помощью имитационного моделирования методом Монте-Карло показала, что в случае наступления рискованных ситуаций значение NPV ниже базового уровня (56 342,4 тыс. р.) будет достигнуто примерно с 45 % вероятностью, но при этом оно не будет ниже 30 990 тыс. р.

Результаты исследования. В рамках стратегического планирования инновационной деятельности оценка экономической эффективности проекта по строительству биогазовой установки с применением инновационной технологии переработки сырья «WiseSoil» для агропромышленного предприятия среднего масштаба выявила состоятельность и выгодность проекта. Рассчитанные в ходе исследования динамические показатели эф-

фективности проекта дали высокие результаты: чистая приведенная стоимость составила 56 342 тыс. р., дисконтированный срок окупаемости получился равным 2,5 года, внутренняя норма доходности – 216 %, а индекс рентабельности инвестиций составил 1,98. Высокие показатели эффективности объясняются повышением производительности биогазовой установки вдвое за счет внедрения инновационной технологии переработки сырья, имеющей сравнительно низкую цену (всего 9,5 % от стоимости установки).

Поскольку динамические показатели не учитывают рисков инновационного проекта и его особенности, далее была учтена управленческая гибкость при принятии решений по проекту и проанализированы риски. Результаты оценки реального опциона на расширение, предполагающего ввод в эксплуатацию нового реактора, показали, что с учетом модификации проекта за счет исполнения реального опциона стоимость инновационного проекта вырастет более чем в два раза. Суммарная величина выгод проекта, включающая оценку опциона, составила: по модели Блэка–Шоулза – 139 937,88 тыс. р., по биномиальной модели – 132 715,6 тыс. р. Данные оценки свидетельствуют о том, что рассматриваемый инновационный проект был недооценен без учета гибкости менеджмента.

Стратегическое планирование также предполагает качественный и количественный анализ рисков проекта. Качественный анализ рисков выявил, что основные риски проекта связаны с научно-технологическими неполадками, особенно на начальных этапах внедрения новой установки. Количественная оценка рисков проекта проводилась с использованием метода Монте-Карло: при построении модели в качестве прогнозного значения было взято NPV, а в качестве риск-переменных – величина доходов, расходов, годовой экономии, связанных с реализацией проекта, и ставка дисконтирования. Моделирование показало, что наиболее вероятное значение NPV близко к значению, рассчитанному динамическими методами, и составляет 57 359 тыс. р. Кроме того, для оценки эффективности проекта важным результатом имитационного моделирования является тот факт, что даже при неблагоприятных исходах значение NPV с 95 %-й вероятностью не будет ниже 30 990 тыс. р.

Выводы. Таким образом, оценка экономической эффективности выбранного инновационного проекта, как один из наиболее важных этапов стратегического планирования инновационного развития среднего агропромышленного предприятия, говорит об оправданности и рациональности его реализации. Рассматривая в совокупности все полученные результаты оценки экономической эффективности проекта по внедрению биогазовой установки с применением инновационной технологии переработки сырья «WiseSoil», можно сделать вывод о выгоде вложения средств в проект. Рассчитанные динамические показатели экономической эффективности проекта говорят о его состоятельности и достаточно быстрой окупаемости. Проведенный качественный и количественный анализ рисков и учет управленческой гибкости при принятии решений по проекту свидетельствуют о более точной оценке эффективности проекта. При разработке стратегического плана инноваци-

онной деятельности среднесекторного агропромышленного предприятия выполненная оценка эффективности данного проекта будет играть важную роль в дальнейшем планировании и инновационном развитии. При наличии альтернативных технологий оценка их экономической эффективности также необходима для выбора наиболее выгодного варианта и, как следствие, для наиболее успешного развития предприятия.

Подводя итоги, необходимо отметить научно-практические результаты проведенного исследования, которые позволили определить эффективность и обоснованность реализации конкретного инновационного проекта, а также дали ответ на вопрос о применимости существующего методического инструментария для подобного рода расчетов.

Дальнейшие исследования направлены на создание универсального алгоритма, позволяющего эффективно оценивать подобные инновационные проекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О федеральном бюджете на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов : Федер. закон № 349-ФЗ от 02.12.2013 г. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 02.05.2015).
2. **Ансофф И.** Стратегический менеджмент: [классическое изд.]. СПб.: Питер, 2009. 344 с.
3. **Арутюнова Д.В.** Стратегический менеджмент. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 122 с.
4. **Бабкин А.В., Хватова Т.Ю.** Влияние институциональной среды на развитие национальной инновационной системы // Российский научный журнал Экономика и управление. 2011. № 6(68). С. 64–73.
5. **Бабкин А.В.** Интегрированные промышленные структуры как экономический субъект рынка: сущность, принципы, классификация // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Экономика». 2014. № 4. С. 7–23.
6. **Бородин В.А., Климова В.А.** Стратегическое планирование инновационной деятельности: учеб. пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. 136 с.
7. **Валинурова Л.С., Казакова О.Б.** Управление рисками инновационно-инвестиционных проектов: учеб. пособие. Уфа: РИО БАГСУ, 2013. 80 с.
8. **Баев И.А., Алябушев Д.Б.** Экономическая оценка инновационных проектов по методу реальных опционов // Вестник ЮУрГУ. 2010. № 39. С. 25–32.
9. **Дорожкина О.К.** Стратегическое планирование инновационного развития предприятия // Российское предпринимательство. 2011. № 1, вып. 2(176). С. 83–88.
10. **Кашенко Ю.С., Елистратова А.П.** Выбор наилучших доступных технологий получения биоэнергии на основе эколого-экономических критериев // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2014. № 4. С. 361–374.
11. **Шапкин Е.И.** Методология оценки эффективности управленческих решений по совокупности критериев // Управление экономическими системами. 2012. № 4. URL: <http://www.uecs.ru/> (дата обращения: 11.05.2015).
12. Единый портал инновационной деятельности Самарской области. URL: <http://startupsamara.ru/Bases/Projects> (дата обращения: 17.03.2015).
13. Московская биржа: офиц. сайт. URL: <http://moex.com/> (дата обращения: 07.04.2015).
14. Официальный сайт компании «БиоГаз-ЭнергоСтрой». URL: <http://www.bioges.ru/> (дата обращения: 17.03.2015).
15. Официальный сайт Центрального Банка РФ. URL: <http://www.cbr.ru/> (дата обращения: 07.04.2015).
16. Персональная страница А. Дамодорана. URL: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> (дата обращения: 07.04.2015).
17. Crystal Ball Описание базовых функциональных возможностей приложения. Официальный сайт Oracle Corporation. URL: <http://oracle.ocs.ru/> (дата обращения: 20.04.2015).
18. **Black F., Scholes M.** The Pricing of Options and Corporate Liabilities // The Journal of Political Economy, 1973, vol. 81, no. 3, pp. 637–654.
19. **Cox J., Ross S., Rubinstein M.** Option Pricing: A Simplified Approach // Journal of Financial Economics, 1979, vol. 7, no. 3, pp. 229–263.

REFERENCES

1. O federal'nom biudzhete na 2014 god i na planovyi period 2015 i 2016 godov : Feder. zakon № 349-FZ ot 02.12.2013 g. URL: <http://www.consultant.ru/> (data obrashcheniia: 02.05.2015). (rus)
2. **Ansoff I.** Strategicheskii menedzhment: klassicheskoe izd. SPb.: Piter, 2009. 344 s. (rus)
3. **Arutiunova D.V.** Strategicheskii menedzhment. Taganrog: Izd-vo TTI IuFU, 2010. 122 s. (rus)
4. **Babkin A.V., Khvatova T.Iu.** Vliianie institutsional'noi sredy na razvitie natsional'noi innovatsionnoi sistemy. *Rossiiskii nauchnyi zhurnal Ekonomika i upravlenie*. 2011. № 6(68). S. 64–73. (rus)
5. **Babkin A.V.** Integrirovannye promyshlennye struktury kak ekonomicheskii sub"ekt rynka: sushchnost', printsipy, klassifikatsiia. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriiia «Ekonomika»*. 2014. № 4. S. 7–23. (rus)
6. **Borodin V.A., Klimova V.A.** Strategicheskoe planirovanie innovatsionnoi deiatel'nosti: ucheb. posobie. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2010. 136 s. (rus)
7. **Valinurova L.S., Kazakova O.B.** Upravlenie riskami innovatsionno-investitsionnykh proektov: ucheb. posobie. Ufa: RIO BAGSU, 2013. 80 s. (rus)
8. **Baev I.A., Aliabushev D.B.** Ekonomicheskaiia otsenka innovatsionnykh proektov po metodu real'nykh optsiionov. *Vestnik IuUrGU*. 2010. № 39. S. 25–32. (rus)
9. **Dorozhkina O.K.** Strategicheskoe planirovanie innovatsionnogo razvitiia predpriatii. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo*. 2011. № 1, vyp. 2(176). C. 83–88. (rus)
10. **Kashchenko Iu.S., Elistratova A.P.** Vybor nailuchshikh dostupnykh tekhnologii polucheniia bioenergii na osnove ekologo-ekonomicheskikh kriteriev. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriiia «Ekonomika i ekologicheskii menedzhment»*. 2014. № 4. S. 361–374. (rus)
11. **Shapkin E.I.** Metodologiia otsenki effektivnosti upravlencheskikh reshenii po sovokupnosti kriteriev. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*. 2012. № 4. URL: <http://www.uecs.ru/> (data obrashcheniia: 11.05.2015). (rus)
12. Edinyi portal innovatsionnoi deiatel'nosti Samarskoi oblasti. URL: <http://startupsamara.ru/Bases/Projects> (data obrashcheniia: 17.03.2015). (rus)
13. Moskovskaia birzha: ofits. sait. URL: <http://moex.com/> (data obrashcheniia: 07.04.2015). (rus)
14. Ofitsial'nyi sait kompanii «BioGazEnergoStroi». URL: <http://www.bioges.ru/> (data obrashcheniia: 17.03.2015). (rus)
15. Ofitsial'nyi sait Tsentral'nogo Banka RF. URL: <http://www.cbr.ru/> (data obrashcheniia: 07.04.2015). (rus)
16. Personal'naia stranitsa A. Damodorana. URL: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> (data obrashcheniia: 07.04.2015). (rus)
17. Crystal Ball Opisaniie bazovykh funktsional'nykh vozmozhnostei prilozheniia. Ofitsial'nyi sait Oracle Corporation. URL: <http://oracle.ocs.ru/> (accused April 20, 2015).
18. **Black F., Scholes M.** The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*, 1973, vol. 81, no. 3, pp. 637–654.
19. **Cox J., Ross S., Rubinstein M.** Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, 1979, vol. 7, no. 3, pp. 229–263.

ЛЕТЮХИН Иван Дмитриевич – старший преподаватель департамента финансов Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Санкт-Петербургский филиал, кандидат экономических наук.

190008, ул. Союза Печатников, д. 16, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: iletukhin@hse.ru

LETYUKHIN Ivan D. – National Research University Higher School of Economics.

190008. Soyuzna Pechatnikov str. 16. St. Petersburg, Russia. E-mail: iletukhin@hse.ru

МОРОЗОВА Любовь Артуровна – стажер-исследователь Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Санкт-Петербургский филиал.

190008, ул. Союза Печатников, д. 16, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: liubashka.morozova@yandex.ru

MOROZOVA Liubov' A. – National Research University Higher School of Economics.

190008. Soyuzna Pechatnikov str. 16. St. Petersburg, Russia. E-mail: liubashka.morozova@yandex.ru
