

На рисунке 4.12 представлены результаты моделирования по 4.20.

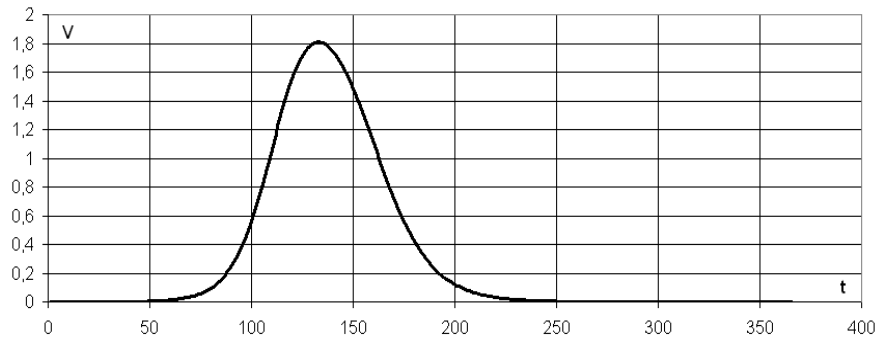


Рис. 4.12. Выход инновации на рынок и ее «утилизация»

4.4. Оптимизационные модели

(минимизации и максимизации показателей эффективности)

Наиболее простыми моделями оптимизации показателей эффективности инновационных проектов являются:

- модель минимизации затрат:

$$TCO = \sum_{t=1}^T \frac{I_t + I_e}{(1+E)^t} \rightarrow \min \quad (4.21)$$

при $I_t < I_{max}$; $I_e < I_{emax}$; $V > V_{min}$; $I_t > 0$; $I_e > 0$, $t > 0$;

- модель максимизации чистой приведенной стоимости:

$$NPV = -IC + \sum_{t=1}^T \frac{P_t}{(1+E)^t} \rightarrow \max \quad (4.22)$$

при $IC > 0$; $P_t > 0$, $t > 0$,

а также модели максимизации: прибыли; цены инновационного продукта; выручки от реализации продукции; темпов прироста реализуемой продукции; минимизации налогов и т. п.

При обязательности выбора одного из представленных на конкурс инновационных проектов в качестве функций цели используют стоимост-

ные показатели, а именно, рост затрат по сравнению с исходным состоянием:

$$\Delta C = C_{инн} - C_0 \rightarrow \max \quad (4.23)$$

индекс затрат

$$\Delta C = C_{инн} / C_0 \rightarrow \max \quad (4.24)$$

Срок окупаемости

$$T_{ок} = IC \cdot E / (C_0 - C_{инн}) \rightarrow \min \quad (4.25)$$

Функции цели показывают, что для решения таких оптимизационных задач для оценки и отбора инновационных проектов достаточны инструментальные средства, используемые для задач нелинейного программирования, например, информационная технология «поиск решения».

Более важными задачами оптимизации инновационной деятельности являются задачи поиска оптимальной стратегии инвестирования инноваций. Например, к числу стратегических задач относится оптимизация момента времени инвестирования инновационного проекта. В такой задаче большое значение имеет учет неопределенностей в моделях оценки эффективности инноваций.

Модель оптимального времени инвестирования инноваций представляет собой поисковую задачу с одновременным расчетом вероятности получения экономического эффекта в течение ограниченного наперед заданного интервала времени Δt . Для такой вероятности в [18] получено кумулятивное распределение вероятности выхода на требуемый уровень эффективности за время T , не превышающее Δt :

$$P(T < \tau) = \Phi \left(\frac{-\ln \frac{A^*}{A} + \left(\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta \tau}{\sigma \sqrt{\Delta \tau}} \right) + \left(\frac{A^*}{A} \right)^{\frac{2\alpha}{\sigma^2} - 1} \Phi \left(\frac{-\ln \frac{A^*}{A} - \left(\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta \tau}{\sigma \sqrt{\Delta \tau}} \right), \quad (4.26)$$

где Φ – функция нормального закона распределения;

A – спрос текущий;

A^* – спрос оптимальный;

α – текущая тенденция (тренд);

σ – мгновенное среднее квадратическое отклонение спроса.

Модель 4.26 иллюстрируется распределением рис. 4.13.

Рис. 4.13 иллюстрирует изменчивость зависимости вероятности достижения эффекта от инвестиций в инновации от располагаемого времени выхода инновационной продукции на рынок $\Delta \tau$. При большом времени $\Delta \tau$ зависимость ниспадающая в функции волатильности спроса. При меньшем времени $\Delta \tau$ вероятность успеха инновации на рынке с возрастанием волатильности до величин 0,1 (с отклонениями в большую сторону при $\Delta \tau=10$ и в меньшую сторону при $\Delta \tau=5$) повышается, а при больших значениях – снижается. Важно отметить, что располагаемый временной ресурс приводит к кратному росту вероятности коммерческого успеха инноваций.

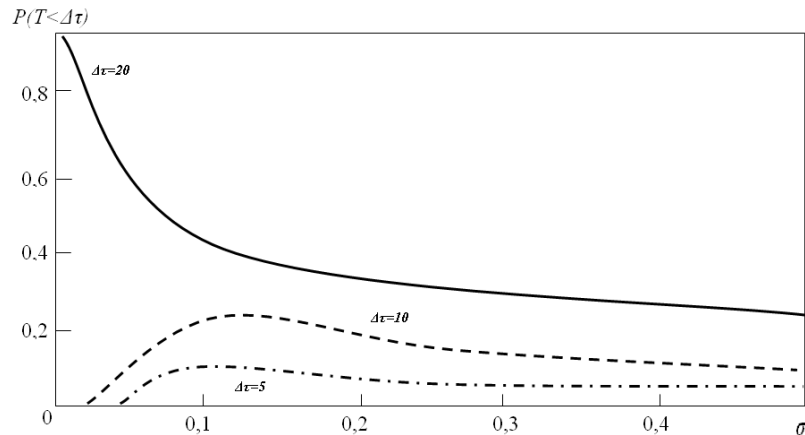


Рис. 4.13. Распределение вероятностей достижения результата за $T < \Delta \tau$

Формула (4.26) позволяет получить зависимость вероятности достижения коммерческого успеха от продолжительности горизонта инвестиций – рис. 4.14. Результаты дают оценку требуемого горизонта в функции приемлемого для инновационной компании риска или, наоборот, при планируемом времени реализации инновационного проекта определить вероятность достижения коммерческого успеха. Важно отметить, что вероятность такого успеха требует ненулевых временных интервалов (положительная вероятность имеет место только при $\Delta \tau$, превышающих некоторые пороговые значения).

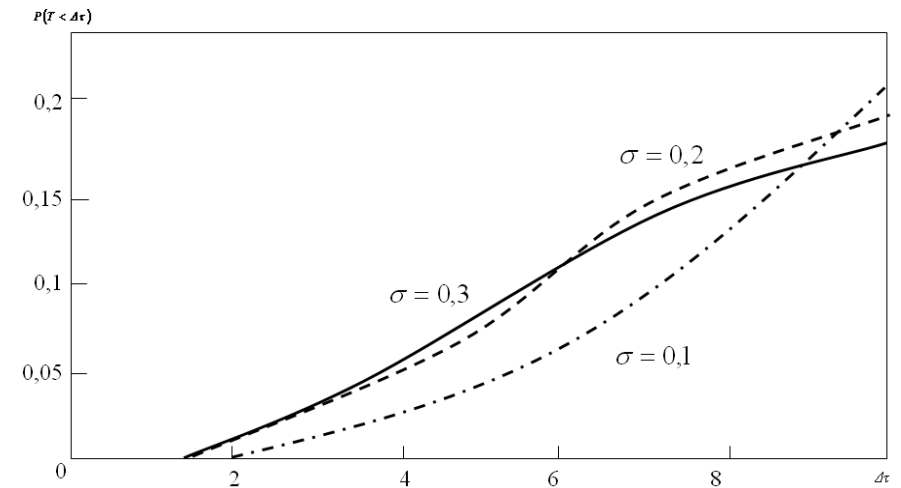


Рис. 4.14. Распределение вероятностей достижения результата за $T < \Delta \tau$

Результаты рис. 4.8 также показывают сложность зависимости коммерческого результата инновационного проекта от волатильности спроса на продукт.

Иллюстрация зависимостей вероятностей успешного выхода на рынок инновационных проектов (рис. 4.13 и 4.14) позволяет перейти к поиску условий не только для успешного, но и для наиболее эффективного входа компании в инновационный проект и с инновационным продуктом –

на рынок, то есть реализовать оптимизационный подход к оценке входа в инновационный проект.

В [18] оптимизационная задача решена поиском условий входа компании, конкурирующей с другими на рынке аналогов с их производителями. Емкость рынка при этом определяется достаточно большая для компании – естественной монополии и двух (i -й и j -й) конкурирующих с ней. При этом каждый из конкурентов потенциально способен успешно конкурировать с монополистом и в последующем – даже монополизировать рынок. У каждой компании имеются собственные инновационные проекты. Они обеспечивают собственные уровни операционной доходности с чистым потоком S_{it} и S_{jt} в каждый момент времени t :

$$\frac{dS_i}{S_i} = (\mu_i - \delta_i)dt + \sigma_i dZ_i, \quad \frac{dS_j}{S_j} = (\mu_j - \delta_j)dt + \sigma_j dZ_j, \quad (4.27)$$

где μ_i , μ_j , δ_i , δ_j , σ_i и σ_j – константы;

dZ_i , dZ_j – внешние (экзогенные) возмущения (например, предпочтения покупателей продукции компании Apple по сравнению с аналогами компании HP, как это произошло в конце 2011 года); обе величины коррелированы со временем t (с коэффициентом корреляции ρ).

Для пассивного входа на рынок компаний с инновационными проектами каждой потребуются постоянные затраты K_i и K_j . На рынке существует возможность слияния, поглощения и т. п. для получения прибыли третьим субъектом, который берет на себя издержки инвестора, необходимые для обеспечения лидерства на рынке i -й компании $K_{j \rightarrow i} = K_i$ или j -й $K_{i \rightarrow j} = K_j$ (необходимый для этого опцион составляет $F_{j \rightarrow i}(S_i, S_j)$ для максимизации ожидаемой прибыли. При этом меняется пространство

состояний рынка, например, с $\Omega_j \equiv \{S_i, S_j : \text{компания } j \text{ активна на } \Omega_j\}$ и $\Omega_i \equiv \{S_j, S_i : \text{компания } i \text{ активна}\}$. В доходы от таких операций входит прирост капитала $(E[dF_{j \rightarrow i}(S_i, S_j)])/dt$, дивиденды от потока операционной прибыли, Их сумма должна с коэффициентом дисконтирования r покрывать опцион:

$$E[dF_{j \rightarrow i}(S_i, S_j)] + S_j dt = rF_{j \rightarrow i}(S_i, S_j) dt, \quad (4.28)$$

Подставляя 4.26 в уравнение 4.28, получаем требование к опциону:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \left(\sigma_i^2 S_i^2 \frac{\partial^2 F_{j \rightarrow i}}{\partial S_i^2} + 2\rho\sigma_i\sigma_j S_i S_j \frac{\partial^2 F_{j \rightarrow i}}{\partial S_i \partial S_j} + \sigma_j^2 S_j^2 \frac{\partial^2 F_{j \rightarrow i}}{\partial S_j^2} \right) + \\ & + (r - \delta_i) S_i \frac{\partial F_{j \rightarrow i}}{\partial S_i} + (r - \delta_j) S_j \frac{\partial F_{j \rightarrow i}}{\partial S_j} - rF_{j \rightarrow i} + S_j = 0. \end{aligned} \quad (4.29)$$

Оптимальная стратегия участия в инновационном проекте состоит в инвестировании в одну из конкурирующих компаний (или проект) с порогами инвестирования P_{max} и P_{min} , допустимыми для инвестора в соответствии с его целеполаганием. Наличие затрат инвестора на поддержку проекта одной из компаний означает гистерезис состояний $\Omega_j \equiv \{S_i, S_j : \text{компания } j \text{ активна}\}$ и $\Omega_i \equiv \{S_j, S_i : \text{компания } i \text{ активна}\}$. Даже небольшие издержки могут переводить состояния компаний с большим гистерезисом. Причем, на спред состояний оказывает влияние и неопределенность спроса на инновационную продукцию. Это иллюстрирует рис 4.15 в функции от инвестиций, которые при гистерезисе являются невозвратными (иначе: для возврата в прежнее состояние потребуются большие затраты) для двух компаний с одинаковыми начальными состояниями.

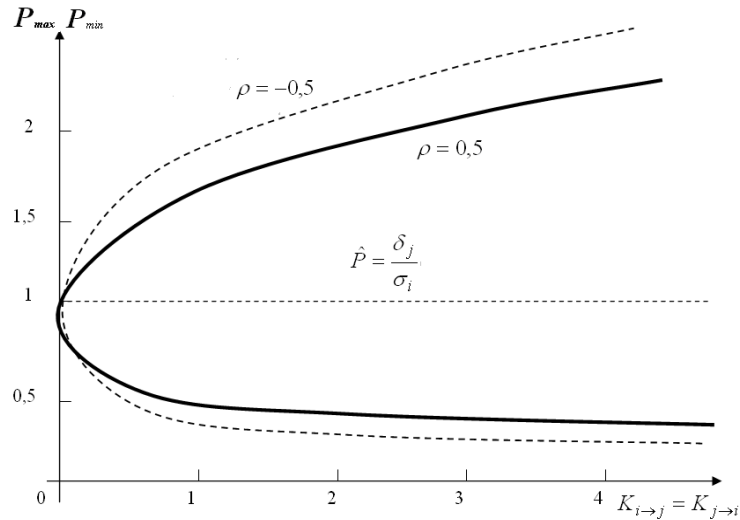


Рис. 4.15. Зависимость инвестиционных порогов от инвестиционных затрат

Неопределенность, проявляющаяся в виде σ_i, σ_j , приводит к неравенствам $P_i > \delta_i X_i$, $P_j < \delta_j X_j$, то есть появлению зоны, в которой на рынке выгоднее сохранять прежнее состояние. Вместе с тем, даже идентичность конкурирующих компаний или проектов ($\mu_i = \mu_j$, $\delta_i = \delta_j$, $\sigma_i = \sigma_j = \sigma$, $K_{j \rightarrow i} = K_{i \rightarrow j}$), не обеспечивает симметрии успеха при наличии неопределенности на рынке:

$$\text{при } \frac{d\gamma}{d\sigma} < 0 \quad \frac{dP}{d\sigma} < 0 < \frac{d\bar{P}}{d\sigma}, \quad (4.30)$$

Формула 4.30 показывает, что волатильность сильнее влияет на верхнюю границу гистерезиса, чем на нижнюю. Изменения доходностей конкурирующих компаний также изменяет оптимальные пороговые значения P_i и P_j . Гистерезис возрастает и с увеличением волатильности, а также снижается с ростом коэффициента корреляции между уровнями доходности компаний.

Развитием изложенного подхода к оптимизации стратегии выбора инновационного проекта или компании является учет в качестве совокупного результата стоимости и нематериальных активов [7, 32, 38] (патентов, товарных знаков, зарегистрированных в Роспатенте программных средств, ноу-хау, монографий и других форм представления полученных в результате инновационной деятельности знаний):

$$E[dF_{j \rightarrow i}(S_i + S_{nmai}, S_j + S_{nmai})] + S_j dt - rF_{j \rightarrow i}(S_i, S_j) dt \rightarrow \max \quad (4.31)$$

Оптимизационный подход к оценке инновационных проектов с позиций максимизации экономического эффекта от затрат в функции показателей неопределенности спроса на инновационные продукты, времени и процессов жизненного цикла инноваций не эффективен при использовании фондами, средства которых обязательны для инвестирования в представленные на конкурс проекты. В этих случаях моменты вхождения в инвестирование проекты определены регламентом конкурса, а не максимизацией показателей экономической эффективности. Для компаний, уставом которых определена цель «получение максимальной прибыли», оптимизационная модель поведения инвестора обеспечивает ему максимально возможные финансовые результаты.

4.5. Учет рисков инновационных процессов

Инновационные проекты характеризуются высокой степенью неопределенности и рисков. Невозможно предвидеть эффективность как собственно инновационных продуктов, так и результаты их выхода на рынок. Если учесть риски экзогенного характера, например, действия конкурентов, то прогнозирование результатов инновационной деятельности становится весьма затруднительным. Вместе с тем, оценивать и анализировать свойства инновационных проектов, чтобы