

УДК 658.5:004

Б.А. Дем'янюк, В.М. Косарев

МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ ОЦЕНОК РЕАЛИЗУЕМОСТИ ВАРИАНТОВ ВЛОЖЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В СФЕРУ ПРОИЗВОДСТВА

Предложена модель определения прогнозных оценок реализуемости вариантов вложения инвестиций в сферу производства для научно-обоснованного прогнозирования реализации решений, принятых на этапе планирования.

Ключевые слова: *региональное развитие, система инвестирования, вероятности состояний системы, планирование мероприятий развития.*

Актуальность проблемы. Оценки достоверности реализации вариантов вложения инвестиций в производственную сферу в рамках межгосударственного партнерства в разных по объему сочетаниях инвестиций при фактическом распределении объемов инвестирования (нередко встречается в реальных условиях) оказываются особенно актуальными в условиях пересекающихся гипотез об этих объемах [4]. Реализация современной концепции экономического и социального развития нередко опирается на широкое применение иностранных и внутренних финансовых и материальных ресурсов. Эффективному использованию этих ресурсов, как известно, препятствует не только традиционное несовпадение объемов располагаемых и потребных ресурсов, но и неэффективное управление их использованием. Это управление направлено на решение задач: организации работ; контроля над целевым использованием средств; обоснованного распределения ресурсов; планирования вложения ресурсов; научно обоснованного прогнозирования реализации решений, принятых на этапе планирования. Статья посвящена решению последней из указанных задач [3].

Анализ исследований и публикаций. Работы известных ученых Т.Л. Саати, П. Фишберна, С.А. Саркисяна, Д. Марси, Е.С. Вентцель посвящены проблеме объективного учета информационных признаков из совокупности исходных данных и практическому применению их в задачах принятия управленческих решений. Однако задаче прогнозирования реализации планов и определения оценок достоверности прогнозирования (реализации вариантов одновременного инвестирования) по ограниченному числу признаков при пересекающихся гипотезах об объемах инвестирования для реализации этих вариантов, к сожалению, уделяется мало внимания и в современных публикациях. В то же время, как показывает анализ, сочетание не полностью совпадающих признаков, характерных для типовых вариантов вложения инвестиций, позволяет достигать приемлемой для практики достоверности [5].

Для оценки реализуемости вариантов вложения инвестиций, находящихся в распоряжении органов управления экономическим развитием, а также в соответствующих статистических управлениях, наличествует ин-

формация о запланированном распределении имеющихся или ожидаемых объемов инвестирования, т.е. статистическая информация о признаках, которые являются информационной основой для решения указанной задачи.

Целью статьи является решение научной управленческой задачи стохастического прогнозирования вероятности реализации решений, принятых на этапе планирования и получение адекватной модели для процессов инвестирования без последствий, которая наиболее верно отображает систему.

Постановка задачи. Решение задачи прогнозирования вероятности реализации вариантов вложения инвестиций целесообразно искать методом проверки статистических гипотез. Решение такой задачи имеет много приложений. Для определенности рассмотрим решение задачи на примере сферы производства [2].

Построим модель для прогнозирования реализации намеченных вариантов вложения отечественных и иностранных инвестиций в условиях конкурирующих гипотез о различимости по двум признакам каждого, например, из четырех планируемых вариантов использования инвестиций. Будем считать, что признаки в виде располагаемых объемов P_1 и P_2 инвестиций определяют реализуемость вариантов и имеют следующий вид: признак P_1 – объем внутренних (отечественных) инвестиций в сферу в рамках иностранного и внутреннего партнерства. Признак P_2 – объем внешних (иностраннных) инвестиций в производственную сферу в рамках внешнего и внутреннего партнерства. Ожидаемые варианты реализации инвестиций с учетом распределения признаков P_1 , P_2 представим в виде следующего перечня:

1. Малый уровень как отечественного, так и иностранного инвестирования в производственную сферу.
2. Малый уровень отечественного и большой уровень иностранного инвестирования в производственную сферу.
3. Большой уровень как отечественного, так и иностранного инвестирования в производственную сферу.
4. Большой уровень отечественного и малый уровень иностранного инвестирования в производственную сферу.

Из такого перечня вариантов следует, что задача оценки вероятностей реализации каждого из вариантов инвестирования должна быть решена в условиях пересекающихся гипотез. Из указанного перечня также следует, что характеристики каждого из вариантов имеют хотя бы одно отличие от характеристик любого из вариантов. Количественные отличия каждого из 4 вариантов инвестирования являются следующими:

1. Малому уровню отечественного и малому уровню иностранного инвестирования в производственную сферу соответствует малый уровень признаков P_1 и P_2 .
2. Малому уровню отечественного и большому уровню иностранного инвестирования в производственную сферу соответствует малый уровень признака P_1 и большой уровень признака P_2 .
3. Большому уровню отечественного и большому уровню иностранного инвестирования в производственную сферу соответствует большой уровень признака P_1 и большой уровень признака P_2 .

4. Большому уровню отечественного и малому уровню иностранного инвестирования в производственную сферу соответствует большой уровень признака P_1 и малый уровень признака P_2 .

В результате задача сводится к определению значений вероятности реализации и условных вероятностей ошибок прогноза реализации каждого из указанных 4 вариантов вложения инвестиций (по результатам реальной размытости признаков, т. е. по результатам обычно неточных данных об объеме ожидаемых инвестиций в сферу производства).

Основная часть. В силу недостаточной различимости вариантов по каждому из признаков наблюдаемое значение признака P_1 позволяет высказать лишь две гипотезы:

A_1 (P_1 – малого уровня): реализуется вариант 1 (случай 1.1) или вариант 2 (случай 1.2);

A_2 (P_1 – большого уровня): реализуется вариант 3 (случай 2.2) или вариант 4 (случай 2.1).

Аналогично наблюдаемое значение признака P_2 позволяет судить о справедливости одной из двух следующих гипотез:

B_1 (P_2 – малого уровня): реализуется вариант 1 (случай 1.1) или вариант 4 (случай 2.1);

B_2 (P_2 – большого уровня): реализуется вариант 2 (случай 1.2) или вариант 3 (случай 2.2).

Условные плотности вероятностей значений признаков из-за большого количества влияющих на их величину случайных факторов при справедливости введенных гипотез будем считать известными функциями.

Для гипотез A_1 , A_2 и B_1 , B_2 обозначим условные плотности вероятностей в виде

$$f_1\left(\frac{P_1}{A_1}\right), f_2\left(\frac{P_1}{A_2}\right); \varphi_1\left(\frac{P_2}{B_1}\right), \varphi_2\left(\frac{P_2}{B_2}\right);$$

Нетрудно убедиться, что эти плотности вероятностей признаков имеют вид распределения Релея. Действительно, по опыту известна экспоненциальная зависимость уровня снижения вероятности принятия неправильного решения о реализации варианта инвестирования от объема инвестирования. С ростом абсолютного значения признака реализуемости, в условиях мешающих факторов, эта вероятность монотонно уменьшается, т. е. имеют место формулы вероятностей:

$$\begin{aligned} F_i(P_1) &= \exp\left[-\frac{P_1^2}{2a_i^2}\right], i = 1, 2; \\ \Phi_j(P_2) &= \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], j = 1, 2, \end{aligned} \quad (1)$$

где $1/(2a^2)$, $1/(2\beta^2)$ – скорости снижения вероятностей принятия неправильных решений о реализации вариантов инвестирования. Следовательно, вероятности принятия правильных решений имеют вид:

$$1 - F_i(P_1) = 1 - \exp\left[-\frac{P_1^2}{2a_i^2}\right], i = 1, 2; 1 - \Phi_j(P_2) = 1 - \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], j = 1, 2;$$

Отсюда (в результате дифференцирования вероятностей) получаем плотности вероятностей в виде распределения Релея (рис. 1, 2):

$$f_i\left(\frac{P_1}{A_j}\right) = \frac{P_1}{a_j^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2a_j^2}\right], i=1,2;$$

$$\varphi_j\left(\frac{P_2}{B_j}\right) = \frac{P_2}{\beta_j^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], j=1,2. \quad (2)$$

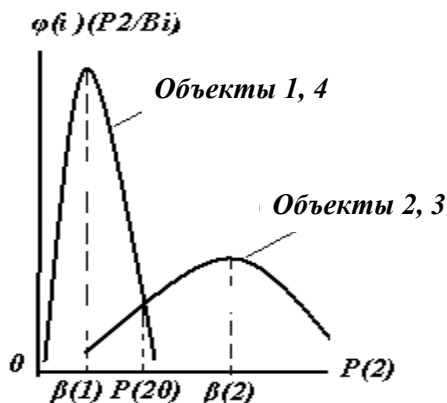


Рис. 1. Плотности вероятностей реализации объемов инвестиций для 1-го, 2-го и 3-го, 4-го вариантов

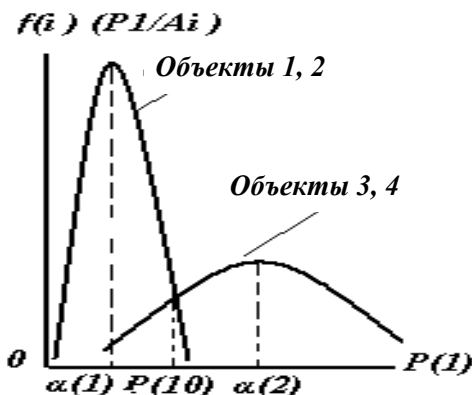


Рис. 2. Плотности вероятностей для 1-го, 4-го и 2-го, 3-го вариантов

Каждая из гипотез A_i, B_j ($i=1,2; j=1,2$) является объединением двух гипотез, выбираемых из следующего множества гипотез (случаев):

C_{11} – случай 1.1 (решение о реализации варианта 1);

C_{12} – случай 1.2 (решение о реализации варианта 2);

C_{21} – случай 2.1 (решение о реализации варианта 4);

C_{22} – случай 2.2 (решение о реализации варианта 3).

C_{22} – случай 2.2 (решение о реализации варианта 3).

При этом имеют место следующие объединения гипотез в виде:

$$A_1 = C_{11} \cup C_{12}; \quad A_2 = C_{21} \cup C_{22};$$

$$B_1 = C_{11} \cup C_{21}; \quad B_2 = C_{12} \cup C_{22}.$$

Наблюдаемые значения признаков P_1, P_2 считаются статистически независимыми, что справедливо при слабом влиянии искажающих общих случайных факторов на результаты наблюдения признаков.

Из введенных четырех гипотез A_i, B_j ($i=1,2; j=1,2$) можно получить гипотезы C_{ij} как пересечения соответствующих гипотез A_i, B_j , а именно:

$$C_{ij} = A_i \cap B_j, i=1,2; \quad j=1,2$$

с двумерными условными плотностями вероятностей признаков P_1 и P_2 в виде:

$$\psi_{ij}\left(\frac{P_1}{A_i}, \frac{P_2}{B_j}\right) = f_i\left(\frac{P_1}{A_i}\right) \cdot \varphi_j\left(\frac{P_2}{B_j}\right), i=1,2; j=1,2. \quad (3)$$

Достоверности прогнозирования реализации каждого из наблюдаемых вариантов нетрудно оценить, вычисляя вероятности принятия правильных решений и ошибок принятия решений при рассмотрении распределения намечаемых объемов инвестиций по каждому из вариантов их использования. Для этого необходимо сравнить наблюдаемые значения признаков P_1 и P_2 с соответствующими порогами P_{10} и P_{20} , выбранными, например, по критерию «идеального наблюдателя». Условные плотности вероятностей правильных и ошибочных решений о реализации инвестирования при этом образуют матрицу в следующем виде:

$$F = \begin{pmatrix} F_{11}^{11} & F_{12}^{11} & F_{21}^{11} & F_{22}^{11} \\ F_{11}^{12} & F_{12}^{12} & F_{21}^{12} & F_{22}^{12} \\ F_{11}^{21} & F_{12}^{21} & F_{21}^{21} & F_{22}^{21} \\ F_{11}^{22} & F_{12}^{22} & F_{21}^{22} & F_{22}^{22} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Элементы матрицы F представляют собой количественную оценку соответствующих условных плотностей вероятности реализации инвестиций:

F_{11}^{11} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 1, численно равная вероятности совместной справедливости гипотез A_1 и B_1 ;

F_{12}^{11} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 1 из-за общности гипотезы A_1 как для варианта 1, так и для варианта 2, равная вероятности справедливости гипотезы A_1 и несправедливости гипотезы B_1 ;

F_{21}^{11} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 1 из-за общности гипотезы B_1 как для варианта 1, так и для варианта 4, равная вероятности справедливости гипотезы B_1 и несправедливости гипотезы A_1 ;

F_{22}^{11} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 1, равная вероятности совместной несправедливости и гипотезы A_1 , и гипотезы B_1 ; это событие совместной несправедливости дополняет события, перечисленные выше, до полной группы событий с гипотезами A_1 и B_1 ;

F_{11}^{12} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 2, равная вероятности совместного события, а именно, справедливости гипотезы A_1 и несправедливости гипотезы B_2 ;

F_{12}^{12} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 2, численно равная вероятности совместной справедливости и гипотезы A_1 , и гипотезы B_2 ;

F_{21}^{12} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 2, равная вероятности несправедливости и гипотезы A_1 , и гипотезы B_2 ;

F_{22}^{12} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 2, равная вероятности несправедливости гипотезы A_1 и справедливости гипотезы B_2 ;

F_{11}^{21} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 4, равная вероятности справедливости гипотезы B_1 и несправедливости гипотезы A_2 ;

F_{12}^{21} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 4, равная вероятности совместной несправедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_1 ;

F_{21}^{21} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 4, равная вероятности совместной справедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_1 ;

F_{22}^{21} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 4, равная вероятности справедливости гипотезы A_2 и несправедливости гипотезы B_1 ;

F_{11}^{22} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 3, равная вероятности несправедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_2 ;

F_{12}^{22} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 3, равная вероятности несправедливости гипотезы A_2 и справедливости гипотезы B_2 ;

F_{21}^{22} – вероятность ошибочного решения о реализации варианта 3, равная вероятности справедливости гипотезы A_2 и несправедливости гипотезы B_2 ;

F_{22}^{22} – вероятность правильного прогнозирования реализации варианта 3, равная вероятности совместной справедливости и гипотезы A_2 , и гипотезы B_2 .

При этом, в силу независимости реализаций признаков P_1 и P_2 , каждый элемент матрицы F представляет собой произведение вероятностей в виде:

$$F_{kl}^{ij} = R_k^i \cdot N_l^j, i, j, k, l \in \{1, 2\}, \quad (5)$$

где R_1^1 – вероятность справедливости гипотезы A_1 , равная

$$R_1^1 = \int_0^{P_{10}} f_1\left(\frac{x}{A_1}\right) dx;$$

N_1^1 – вероятность справедливости гипотезы B_1 , равная

$$N_1^1 = \int_0^{P_{20}} \varphi_1\left(\frac{y}{B_1}\right) dy;$$

R_2^1 – вероятность несправедливости гипотезы A_1 , равная $R_2^1 = 1 - R_1^1$;

N_2^1 – вероятность несправедливости гипотезы B_1 , равная $N_2^1 = 1 - N_1^1$;

R_1^2 – вероятность несправедливости гипотезы A_2 , равная

$$R_1^2 = \int_0^{P_{10}} f_2\left(\frac{x}{A_2}\right) dx;$$

R_2^2 – вероятность справедливости гипотезы A_2 , равная $R_2^2 = 1 - R_1^2$;

N_1^2 – вероятность несправедливости гипотезы B_2 , равная

$$N_1^2 = \int_0^{P_{20}} \varphi_2\left(\frac{y}{B_2}\right) dy;$$

N_2^2 – вероятность справедливости гипотезы B_2 , равная $N_2^2 = 1 - N_1^2$.

Следовательно, матрицу F можно представить в окончательном виде:

$$F = \begin{pmatrix} R_1^1 N_1^1 & R_1^1 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^1) N_1^1 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^1) \\ R_1^1 N_1^2 & R_1^1 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^1) N_1^2 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^2) \\ R_1^2 N_1^1 & R_1^2 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^2) N_1^1 & (1 - R_1^2) (1 - N_1^1) \\ R_1^2 N_1^2 & R_1^2 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^2) N_1^2 & (1 - R_1^2) (1 - N_1^2) \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Видно, что матрица (6) (назовем ее матрицей достоверности прогнозирования реализуемости вариантов инвестирования) является стохастичес-

кой; сумма элементов каждой ее строки равняется единице, т. к. отображает совокупность вероятностей событий, составляющих их полную группу [1].

Учитывая конкретный вид (2) функций f_i и φ_j , получаем условные вероятности в виде:

$$\begin{aligned} R_1^1 &= \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{a_1^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2a_1^2}\right] dP_1 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2a_1^2}\right]; \quad R_2^1 = \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2a_1^2}\right]; \\ N_1^1 &= \int_0^{P_{20}} \frac{P_2}{\beta_1^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_1^2}\right] dP_2 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; \quad N_2^1 = \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; \\ R_1^2 &= \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{a_2^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2a_2^2}\right] dP_1 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2a_2^2}\right]; \quad R_2^2 = \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2a_2^2}\right]. \end{aligned} \quad (7)$$

При применении критерия «идеального наблюдателя» значения порогов P_{10} и P_{20} , согласно плотностям вероятности признаков (объемов) инвестирования (см. рис. 1, 2) могут быть найдены путем решения уравнений:

$$f_1\left(\frac{P_{10}}{A_1}\right) = f_2\left(\frac{P_{10}}{A_2}\right); \quad \varphi_1\left(\frac{P_{20}}{B_1}\right) = \varphi_2\left(\frac{P_{20}}{B_2}\right).$$

Эти решения имеют вид:

$$\begin{aligned} P_{10} &= 2a_1a_2 \left[\frac{\ln a_1 - \ln a_2}{a_1^2 - a_2^2} \right]^{0,5}; \\ P_{20} &= 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0,5}. \end{aligned} \quad (8)$$

Таким образом, если параметры распределений f_i и φ_j ($i = 1, 2; j = 1, 2$) известны, то элементы матрицы достоверности тоже известны. Это позволяет извлечь из нее полную информацию о вероятностях правильного прогнозирования реализуемости каждого из вариантов инвестирования межгосударственного партнерства, а также информацию об ошибках прогнозирования. Вероятности правильного прогнозирования реализуемости каждого из четырех вариантов вычислим с помощью простых соотношений:

1. Для варианта 1 получаем $R_1^1 N_1^1$.
2. Для варианта 2 получаем $R_1^1 (1 - N_1^1)$.
3. Для варианта 3 получим значение вероятности, равное
4. Для варианта 4 находим вероятность правильного прогнозирования его реализации в виде $(1 - R_1^2) N_1^1$.

Безусловная вероятность правильного прогнозирования реализации всех вариантов инвестирования равна сумме диагональных элементов матрицы достоверности реализации вариантов инвестирования. При равновероятных априорных вероятностях рассмотрения этих вариантов она равняется:

$$D = \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^1) + (1 - R_1^2) N_1^1 + (1 - R_1^2) (1 - N_1^1)], \quad (9)$$

а безусловная вероятность ошибки прогнозирования равняется

$$Q = 1 - D. \quad (10)$$

Нетрудно убедиться, что достоверность прогнозирования определяется лишь двумя факторами: степенью перекрытия плотностей вероятности (см. рис. 1, 2), т. е. дисперсиями признаков (размытостью информации об объемах инвестирования в сферу производства) и различимостью пересекающихся гипотез хотя бы по одному признаку. Последнее, в свою очередь, зависит от количественного соотношения между числом K вариантов, подлежащих реализации, и числом n признаков, обеспечивающих решение задачи достоверного прогнозирования. Во всяком случае требование различимости пересекающихся гипотез хотя бы по одному признаку из n используемых, как можно в этом убедиться, обычно выполняется в том случае, если количество K рассматриваемых вариантов не превышает число 2^n .

Следовательно, условие нормальной различимости вариантов при прогнозировании их реализации, в условиях пересекающихся гипотез и различимости хотя бы по одному признаку, имеет вид

$$K_{\max} \leq 2^n. \quad (11)$$

Пример:

Пусть установлено, что наиболее вероятные значения признаков, т. е. ожидаемых объемов инвестирования по каждому из вариантов, известны и равняются:

- для варианта 1 и варианта 2 средний ожидаемый уровень инвестирования ресурсов в производственную сферу (что в настоящее время недалеко от истины) близок к нулевому и равняется $\alpha_1 = 0,041$;

- для варианта 3 и варианта 4 средний ожидаемый уровень инвестиций в производственную сферу существенно выше и равняется $\alpha_2 = 0,653$;

- для варианта 1 и варианта 4 средний ожидаемый уровень инвестиций является сравнительно невысоким и равен $\beta_1 = 0,301$;

- для варианта 2 и варианта 3 средний ожидаемый уровень инвестиций заметно выше и равняется $\beta_2 = 0,778$.

По результатам ожидаемых распределений объемов инвестиций в производственную сферу, в условиях, когда фактическое значение каждого ожидаемого объема инвестиций обычно имеет отклонение от ожидаемого и распределено по закону Релея, требуется определить:

- а) значения вероятностей правильного прогнозирования реализуемости вариантов использования инвестиций и условные вероятности ошибочных решений о реализуемости каждого из вариантов;

- б) элементы матрицы достоверности, имея в виду реально возможное попарное совпадение распределений объемов инвестирования;

- в) значения условных вероятностей ошибок прогнозирования реализуемости каждого варианта;

- г) значения безусловной вероятности правильного прогнозирования реализуемости вариантов использования инвестиций, если известно, что априорные вероятности рассмотрения вариантов соизмеримы;

д) значения безусловной вероятности ошибочного прогнозирования реализации вариантов.

Решение: согласно (8) пороговые значения распределений объемов инвестиций равняются:

$$P_{10} = 2a_1a_2 \left[\frac{\ln a_1 - \ln a_2}{a_1^2 - a_2^2} \right]^{0,5} = 0,14;$$

$$P_{20} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0,5} = 0,7.$$

Получим искомые решения согласно заданным условиям примера.

В соответствии с (7) вероятности правильного прогнозирования реализуемости вариантов инвестирования характеризуются следующей совокупностью результатов.

1. $R_1^1 N_1^1 = 0,889$;
2. $R_1^1 (1 - N_1^2) = 0,870$;
3. $(1 - R_1^2)(1 - N_1^2) = 0,855$;
4. $(1 - R_1^2)N_1^1 = 0,873$.

Согласно (6) с учетом (7) матрица F вероятностей прогнозирования реализуемости вариантов, т.е. достоверности ее прогнозирования, имеет вид

$$F = \begin{pmatrix} 0,889 & 0,107 & 0,003 & 0,001 \\ 0,126 & 0,870 & 0,001 & 0,003 \\ 0,019 & 0,003 & 0,873 & 0,105 \\ 0,002 & 0,019 & 0,123 & 0,855 \end{pmatrix}.$$

В соответствии с (9), учитывая (7), находим безусловную вероятность правильного прогнозирования реализуемости всей совокупности исследуемых вариантов.

$$D = \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^2) + (1 - R_1^2)N_1^1 + (1 - R_1^2)(1 - N_1^2)] = 0,87.$$

Вероятность ошибочного прогнозирования реализации всей совокупности вариантов инвестирования согласно (10) равняется:

$$Q = 1 - D = 0,13.$$

Вероятности ошибочного прогнозирования реализации каждого из конкретных вариантов определяются суммированием вероятностей ошибок соответствующей строки матрицы достоверности (6), а именно, недиагональных элементов строки. Получаем безусловные вероятности ошибок прогнозирования реализации вариантов.

1. Для варианта 1 находим величину в виде:

$$Q_1 = F_{12}^{11} + F_{21}^{11} + F_{22}^{11} = 0,111.$$

2. Для варианта 2 эта ошибка (по условиям примера) несколько выше и равняется:

$$Q_2 = F_{11}^{12} + F_{21}^{12} + F_{22}^{12} = 0,130.$$

3. Для варианта 4 ошибка практически не отличается от предыдущей:

$$Q_3 = F_{11}^{22} + F_{12}^{22} + F_{21}^{22} = 0,127.$$

4. Для варианта 3 получаем безусловную вероятность ошибки:

$$Q_4 = F_{11}^{21} + F_{12}^{21} + F_{22}^{21} = 0,145.$$

Выводы.

1. Рассмотренная модель для прогнозирования реализуемости вариантов инвестирования в сферу производства техники позволяет получить достаточно достоверную информацию и при попарной неразличимости ожидаемых объемов вложения инвестиций в условиях конкурирующих вариантов инвестирования.

2. Важным является требование различимости вариантов инвестирования хотя бы по одному из признаков (объемов использования инвестиций) для каждого из исследуемых вариантов.

3. Создание и использование программного продукта на основе предлагаемой стохастической модели может существенно упростить необходимые расчеты и сэкономить время на решение подобных задач.

Список использованных источников

1. Саркисян С.А. Теория прогнозирования и принятия решений / С.А. Саркисян. – М.: Советское радио, 1977. – 355 с.
2. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М.: Знание, 1978. – 290 с.
3. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений / Д. Марси // Экономика промышленности: реф. сб., 1980. – № 1. – С. 22–27.
4. Райфа Г. Анализ решений / Г. Райфа. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 186 с.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 430 с.

Запропоновано модель для визначення прогнозних оцінок ймовірності реалізації варіантів вкладення інвестицій у сферу виробництва.

Ключові слова: регіональний розвиток, система інвестування, ймовірності станів системи, планування заходів розвитку.

A model is proposed to determine the feasibility of predictive estimates of the probability of options implemented investments in domestic production.

Key words: regional development, investment system, probability of the system states, planning of arrangements for the development.

Одержано 10.10.2014.