УДК 338.436.77

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ФОНДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИВЕРСИФИКАЦИЕЙ

И.А. ПЕТРОВА,
старший преподаватель
кафедры экономики и инвестиций
E-mail: Irishka21.19@mail.ru
Южно-Уральский государственный университет

Предметом исследования является инвестиционный фонд диверсифицированных предприятий АПК Челябинской области. Управление инвестиционным фондом предприятия является сложным процессом, но эффективное управление сыграет непременно значимую роль в развитии и совершенствовании всей деятельности диверсифицированного предприятия АПК. Целью статьи является организация перспективных моделей распределения инвестиционного фонда предприятий АПК с горизонтальной и вертикальной диверсификацией, которые позволят сделать этот процесс наиболее эффективным для оптимизации инвестиционного процесса в АПК Челябинской области. Исследование построено по принципу математического моделирования, с использованием целевых функций и решением систем уравнений, а также проведена оценка эффективности разработанных моделей для предприятий агропромышленного комплекса Челябинской области с горизонтальной и вертикальной диверсификацией производства. Результатом исследования являются разработанные перспективные модели распределения инвестиционного фонда на предприятиях АПК Челябинской области с учетом специфики диверсификации производства. Эти модели могут быть использованы на диверсифицированных предприятиях, что позволит им эффективнее распределять инвестиционные средства, направленные на улучшение деятельности и в целом на оптимизацию инвестиционного процесса всего агропромышленного комплекса Челябинской области. Сделан вывод о том, что в настоящее время инвестиции, направляемые на развитие сельского хозяйства, являются едва ли не основой развития производств в данной сфере. Суммы этих средств настолько минимальны и фиксированы, что эффективное их распределение является значимой задачей для агропромышленных предприятий. Практически на каждом крупном диверсифицированном предприятии имеется инвестиционный фонд, который время от времени пополняется, и средства, находящиеся в нем, необходимо рационально и эффективно использовать с максимальной отдачей. Диверсифицированные предприятия АПК Челябинской области имеют свою специфику и свой тип диверсификации производства, с учетом этих нюансов и распределение инвестиционного фонда должно иметь свои специфические отличия.

Ключевые слова*: горизонтальная и вертикальная диверсификация, агропромышленный комплекс, показатели квалификации, коэффициент трудового участия, равновесие, показатели эффективности*

В сельскохозяйственной промышленности Челябинской области реализует свою деятельность большое количество различного типа агропромышленных предприятий. Все эти агропредприятия имеют различную направленность осуществления деятельности, а также различные типы диверсификации производства: горизонтальную и вертикальную. Большинство предприятий агропромышленного комплекса осуществляет свою деятельность как за счет собственных средств, так и за счет средств инвесторов, соответственно, на каждом таком агропредприятии имеются свои инвестиционные фонды, которые время от времени пополняются. Средства из этих фондов необходимо расходовать на повышение эффективности производства и реализации сельхозпродукции.

Распределение инвестиционных средств – процесс достаточно трудоемкий, так как необходимо четко выбрать такие направления деятельности, которые принесли бы наибольшую прибыль. Таким образом, необходимо применять эффективные перспективные модели распределения инвестиционных средств на диверсифицированных предприятиях АПК Челябинской области с учетом особенностей диверсификации производства. Рассмотрим модель распределения инвестиционного фонда агропредприятия с горизонтальной диверсификацией производства [11].

Для горизонтальной диверсификации на агропредприятиях Челябинской области целевая функция i-й составляющей обозначается следующим образом:

$$\varphi_i = \delta_i \Phi - kx_i,$$

где φ_i – целевая функция;

i – номер составляющей работ;

δ_i – коэффициент трудового участия i-й составляющей работ;

Φ – размер инвестиционного фонда;

k – упущенная возможность при распределении инвестиционного фонда;

x_i – эффективность работ i-й составляющей.

Весьма эффективная из-за своей простоты процедура определения δ_i основывается только на учете показателя квалификации i-й составляющей, т.е.:

$$\delta_i = \frac{r_i}{\sum_{j=1}^{n} r_j},$$

где r_i – квалификация i-й составляющей.

Однако при горизонтальной диверсификации $r_1 = r_2 = ... = r_n$, поэтому $\delta_i = \frac{1}{n}$. Следовательно,

$$\varphi_i = \frac{1}{n}\Phi - kx_i. \quad (1)$$

Данное рассуждение имеет следующую основу. Показатель r определяет квалификацию i-й составляющей. Чем весомей квалификация элемента, тем больший объем работ он реализовывает, или реализовывает работу за меньшее время, или с более высоким уровнем качества. Но в силу того, что данный способ определения коэффициента трудового участия (КТУ) не учитывает реальный взнос каждого элемента в общие результаты деятельности всего агропромышленного предприятия, из выражения (1) сразу следует, что рассматриваемая процедура формирования КТУ никак не побуждает элементы системы повышать эффективность деятельности [5].

Естественный и простейший способ определения КТУ и, соответственно, вклада i-й составляющей в результаты деятельности агропредприятия – пропорционально показателю эффективности x_i. В данном случае

$$\delta_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j} \quad (2)$$

и

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j}\Phi - kx_i. \quad (3)$$

Из этого следует, что целевая функция каждой составляющей зависит как от признака эффективности, которого он достиг, так и от признаков эффективности, которые были достигнуты остальными составляющими системы. Следовательно, анализируемую ситуацию можно рассматривать как игру n лиц с функциями выигрыша выражения (3). Эффективность функционирования системы оценивается по суммарному показателю эффективности в ситуации равновесия по Нэшу [7]. Для нахождения значений показателей эффективности x_i в ситуации равновесия по Нэшу необходимо применить следующее выражение:

$$x_i = \frac{\Phi(n-1)}{kn^2}, \quad (4)$$

это значит, что в ситуации равновесия все составляющие достигают одинаковых показателей эффективности, следовательно,

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = nx = \frac{\Phi(n-1)}{kn}. \quad (5)$$

Значение целевой функции i-й составляющей определяется выражением $\varphi_i = \frac{\Phi}{n^2}$.

Из уравнения (4) следует, что чем весомей инвестиционный фонд, тем больше показатель эффективности i-й составляющей [8].

Однако достаточно определенно следует считать, что начиная с некоторого значения Φ рост показателя эффективности i-й составляющей остановится, так как вполне естественно предположить, что каждая составляющая ограничена своими физическими данными. В последующих рассуждениях следует считать, что максимальный показатель эффективности, которого может достигнуть составляющая, для всей системы одинаков и обозначается через $x^{\max}$, т.е. $x_i \le x^{\max}$.

В исследовании рассматривается случай, когда $\frac{\Phi}{n} - kx^{\max} \ge 0$.

Достаточно просто определить минимальный размер инвестиционного фонда $\Phi_{\min}$, который будет стимулировать все составляющие и максимально повышать показатели эффективности деятельности [2].

Для предприятий АПК Челябинской области с горизонтальной диверсификацией производства $\Phi_{\min}$ находится из условия $x_i \le x^{\max}$, откуда

$$\Phi_{\min} = \frac{n^2 k x^{\max}}{(n-1)}.$$

Последовательное возрастание суммы инвестиционного фонда не дает никакого эффекта, так как эти составляющие не могут работать сверх своих возможностей.

При проведении игрового эксперимента была рассмотрена деятельность подразделений агропредприятий, состоящая из пяти направлений диверсификации производства, т.е. $n = 5$.

Пусть $\Phi = 2\,000$ ден. ед., $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k_5 = 4$. Роль участников игрового эксперимента здесь выполняют автоматы. Их параметры: $y_1 = 0{,}3$; $y_2 = 0{,}5$; $y_3 = 0{,}4$; $y_4 = 0{,}6$; $y_5 = 0{,}7$. Из выражения (3) нетрудно определить положение цели i-го автомата. В k-й партии оно определяется выражением

$$x_i^k = \sqrt{\frac{\Phi}{k}\sum_{j\ne i}^{n} x_j^k - \sum_{j\ne i}^{n} x_j^k}. \qquad (6)$$

Теоретико-игровой анализ модели показал, что в ситуации равновесия показатели эффективности игроков равны $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 80$.

Графики изменения стратегий участников игрового эксперимента представлены на рис. 1, а изменения суммарного значения показателя эффективности – на рис. 2.

Анализ рис. 1 свидетельствует, что аналитические результаты практически полностью соответствуют результатам игрового эксперимента. Уже к десятой партии суммарное значение показателя эффективности соответствует его значению в ситуации равновесия по Нэшу (см. рис. 2).

Далее возникает вопрос: возможно ли достигнуть более высоких результатов деятельности на предприятиях АПК Челябинской области с горизонтальной диверсификацией производства, не увеличивая инвестиционный фонд Φ?

Один из подходов к решению этой задачи заключается в следующем [8]. Предположим, что агропредприятие состоит из n составляющих, разбито на m подразделений по n_j составляющих в каждом ($j = 1,\ldots, m$).

Следовательно, инвестиционный фонд Φ разбит на m подфондов $\Phi_j = 1,\ldots, m$. Из выражения (3) следует, что в ситуации равновесия по Нэшу

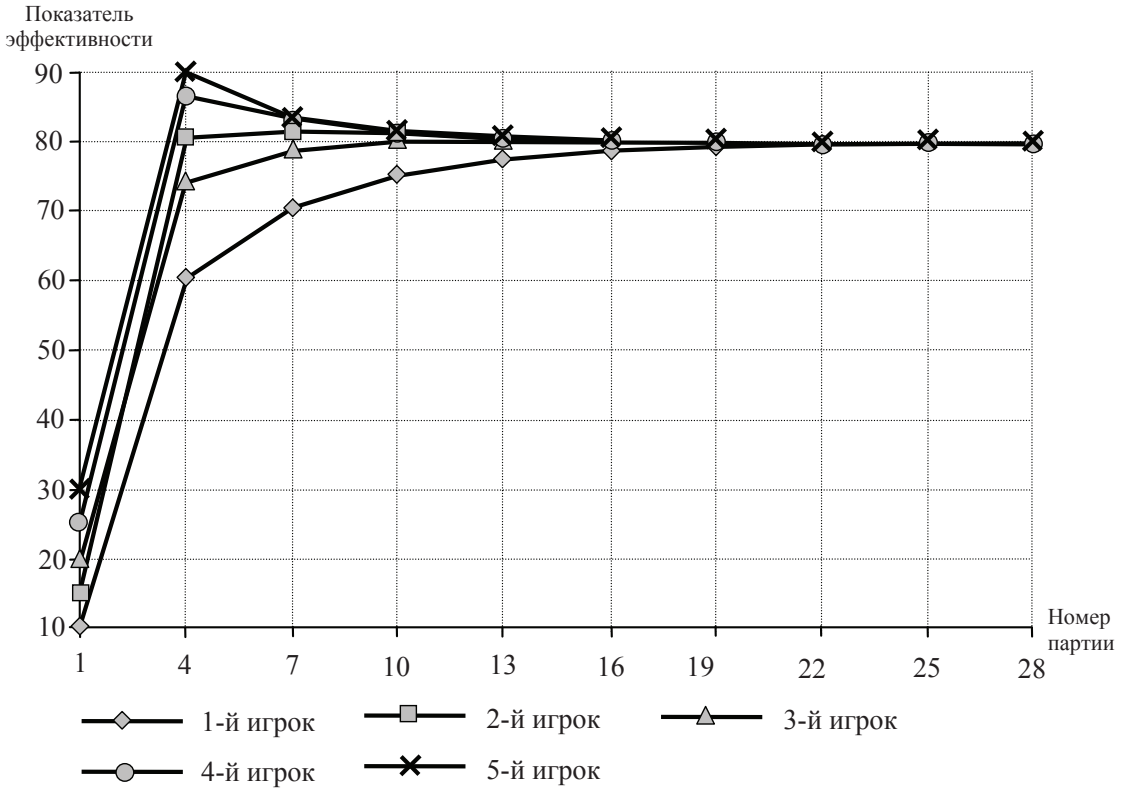

Рис. 1. Графики изменения стратегий участников игрового эксперимента

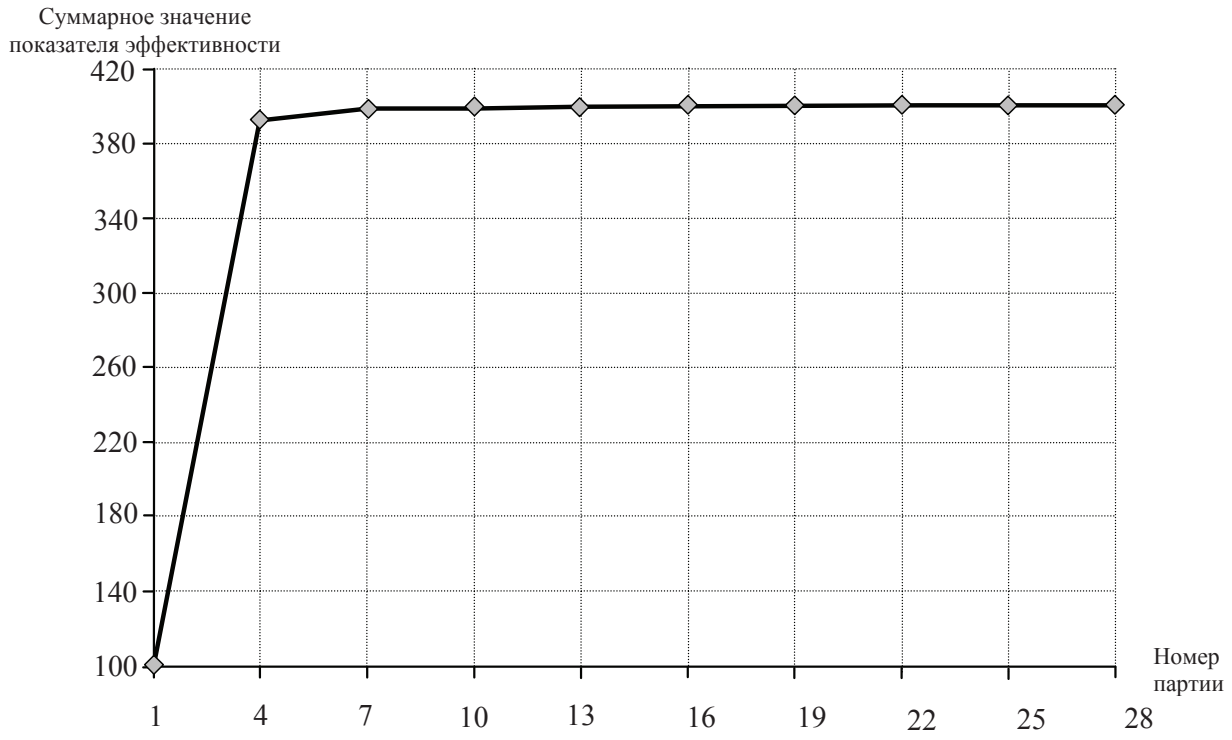

Рис. 2. График, изменения суммарного значения показателя эффективности

показатель эффективности элемента, входящего в j-е подразделение, можно записать в виде

$$x_j = \frac{\Phi_j(n_j - 1)}{kn_j^2}. \quad (7)$$

Таким образом, суммарный показатель эффективности работы всего j-го подразделения равен

$$n_j x_j = \frac{\Phi_j(n_j - 1)}{kn_j}. \quad (8)$$

В конце концов, общий показатель эффективности всего агропредприятия определяется выражением

$$\sum_{j=1}^{m} n_j x_j = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{m}\Phi_j\left(1 - \frac{1}{n_j}\right) = \frac{\Phi}{k} - \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{m}\frac{\Phi_j}{n_j}. \quad (9)$$

Далее следует рассчитать, какое количество составляющих должно быть в каждом подразделении, чтобы общий показатель эффективности достигал максимального значения. Решить поставленную задачу можно при помощи следующего выражения:

$$n_j = \frac{\sqrt{\Phi_j}}{\sum_{j=1}^{m}\sqrt{\Phi_j}} n. \quad (10)$$

Будем иметь в виду, что Φ_j таковы, что n_j – целые числа. Подставляя в формулу (9) выражения для n_j из формулы (10), получим значение общего показателя эффективности агропредприятия:

$$\sum_{j=1}^{m} n_j x_j = \frac{\Phi}{k} - \frac{1}{nk}\left(\sum_{j=1}^{m}\sqrt{\Phi_j}\right)^2. \quad (11)$$

Сравним теперь суммарный показатель эффективности до разбиения всего агропредприятия (7) с общим показателем эффективности, который получается после разбиения агропредприятия на m подразделений (11).

Предположим, что $\frac{\Phi(n-1)}{kn} \geq \frac{\Phi}{k} - \frac{1}{kn}\left(\sum_{j=1}^{m}\sqrt{\Phi_j}\right)^2$, тогда

$$\frac{1}{kn}\left(\sum_{j=1}^{m}\sqrt{\Phi_j}\right)^2 \geq \frac{\Phi}{k}\left(1 - \frac{n-1}{n}\right) = \frac{\Phi}{nk}, \text{ или}$$

$$\left(\sum_{j=1}^{m}\sqrt{\Phi_j}\right)^2 \geq \Phi.$$

Равенство имеет место только в случае, когда $m = 1$. Во всех остальных случаях $\left(\sum_{j=1}^{m}\sqrt{\Phi_j}\right)^2 > \Phi$.

Следовательно, разбиение агропредприятия Челябинской области с горизонтальной диверсификацией производства не приводит к увеличению общего показателя эффективности деятельности.

Пусть количество составляющих изменилось и стало равным $(n - 1)$, т.е. из агропредприятия выбы-

ла составляющая под номером n, а размер инвестиционного фонда остался прежним (не уменьшился). Определим, каким образом выбытие из структуры агропредприятия одной составляющей повлияет на общий показатель эффективности деятельности всего предприятия АПК Челябинской области [9].

Используя выражение (5), определим суммарный показатель эффективности, который выполняет агропредприятие с количеством элементов $(n-1)$ в ситуации равновесия:

$$\sum_{j=1}^{n=1} x_j = \frac{\Phi(n-2)}{k(n-1)}.$$

Легко показать, что

$$\frac{\Phi(n-2)}{k(n-1)} \le \frac{\Phi(n-1)}{kn}.$$

Значит, сокращение одной составляющей на агропредприятии Челябинской области с горизонтальной диверсификацией приводит к уменьшению общего показателя эффективности работы. При этом несложно выявить, что показатель эффективности отдельной составляющей увиличивается.

Соответственно, возникает вопрос: возможно ли увеличить общий показатель эффективности агропредприятия с горизонтальной диверсификацией, не увеличивая инвестиционный фонд Φ, но по-другому формируя КТУ составляющих?

Пусть КТУ определяется следующим выражением:

$$\delta_i = \frac{x_i^{\alpha}}{\sum_{j=1}^{n} x_j^{\alpha}}, \qquad (12)$$

где $\alpha \ge 1$.

Тогда для нахождения равновесной ситуации по Нэшу имеем

$$\frac{x_i^{\alpha-1}}{\sum_{j=1}^{n} x_j^{\alpha}} - \frac{x_i^{2\alpha-1}}{\left(\sum_{j=1}^{n} x_j^{\alpha}\right)^2} = \frac{k}{\alpha\Phi}, i = 1,...,n. \qquad (13)$$

Предположим, что в силу горизонтальной диверсификации в ситуации равновесия по Нэшу показатели эффективности x_i будут у всех составляющих одинаковы. Следовательно, из выражения (13) имеем

$$\frac{1}{nx_j} - \frac{1}{n^2 x_j} = \frac{k}{\alpha\Phi}. \qquad (14)$$

Следовательно,

$$x_j = \alpha\frac{\Phi(n-1)}{kn^2}.$$

Сравнивая выражения (5) и (14), можно утвердительно определить, что при $\alpha > 1$ в ситуации равновесия по Нэшу $x_j > x_i$.

В этом случае следует отметить, что все ранее приведенные рассуждения справедливы для случая, когда возможности составляющей по повышению показателя эффективности не ограничены. Но вполне естественно предположить, что на физические, умственные, эмоциональные и временные затраты существуют ограничения, обусловленные индивидуальными характеристиками каждой составляющей [3]. В соответствии с этим можно считать, что максимальное значение показателя эффективности i-й составляющей равно $x_i^{\max}$. И, следовательно, результаты, полученные ранее, справедливы для случая $x_j \le x_i^{\max}$.

Если для заданного α окажется, что $x_j > x_i^{\max}$, то в этом случае i-я составляющая может обеспечить достижение лишь показателя эффективности $x_i^{\max}$. Из этого можно найти значение $\alpha^{\max}$, при котором $x_j = x^{\max}$.

Действительно, из выражения (14) следует, что

$$\alpha^{\max} = \frac{kx^{\max}n^2}{\Phi(n-1)}.$$

Другое ограничение на значение α можно вывести из следующих выводов.

В ситуации равновесия значение целевой функции i-й составляющей определяется выражением $\varphi_i = \frac{\Phi}{n}\left(1 - \alpha\frac{n-1}{n}\right) > 0$, поэтому $\alpha \le \frac{n}{n-1}$.

Следовательно, использование выражения (12) для формирования КТУ i-й составляющей позволяет увеличить общий показатель эффективности всего агропредприятия Челябинской области на величину

$$\alpha\frac{\Phi(n-1)}{kn} - \frac{\Phi(n-1)}{kn} = \frac{\Phi(n-1)}{kn}(\alpha - 1).$$

Соответсвенно, увеличение определяется как $\eta = \alpha - 1 = \frac{1}{n-1}$, т.е. если агропредприятие имеет около 11 видов деятельности, максимально суммарный показатель эффективности деятельности можно увеличить на 10%. При решении выражения (13) предположим, что для горизонтальной диверсификации в ситуации равновесия показатель эффективности у всех составляющих одинаков. Протестируем данное предположение путем проведения игрового эксперимента.

Условия эксперимента все те же, что были ранее, но КТУ определяется в соответствии с вы-

ражением (12) и α = 1,2. Положение цели автомат находит из решения уравнения

$$\tilde{x}_i^{\frac{\alpha-1}{2}} \sqrt{\frac{\alpha\Phi}{k}\sum_{j\neq i}^{n} x_j^{\alpha}} = \sum_{j\neq i}^{n} x_j^{\alpha} + \tilde{x}_i^{\alpha}.$$

Графики изменения стратегии автоматов, когда КТУ элементов формировался в соответствии с выражением (12), представлены на рис. 3.

Изменения суммарного значения показателей эффективности автоматов представлены на рис. 4.

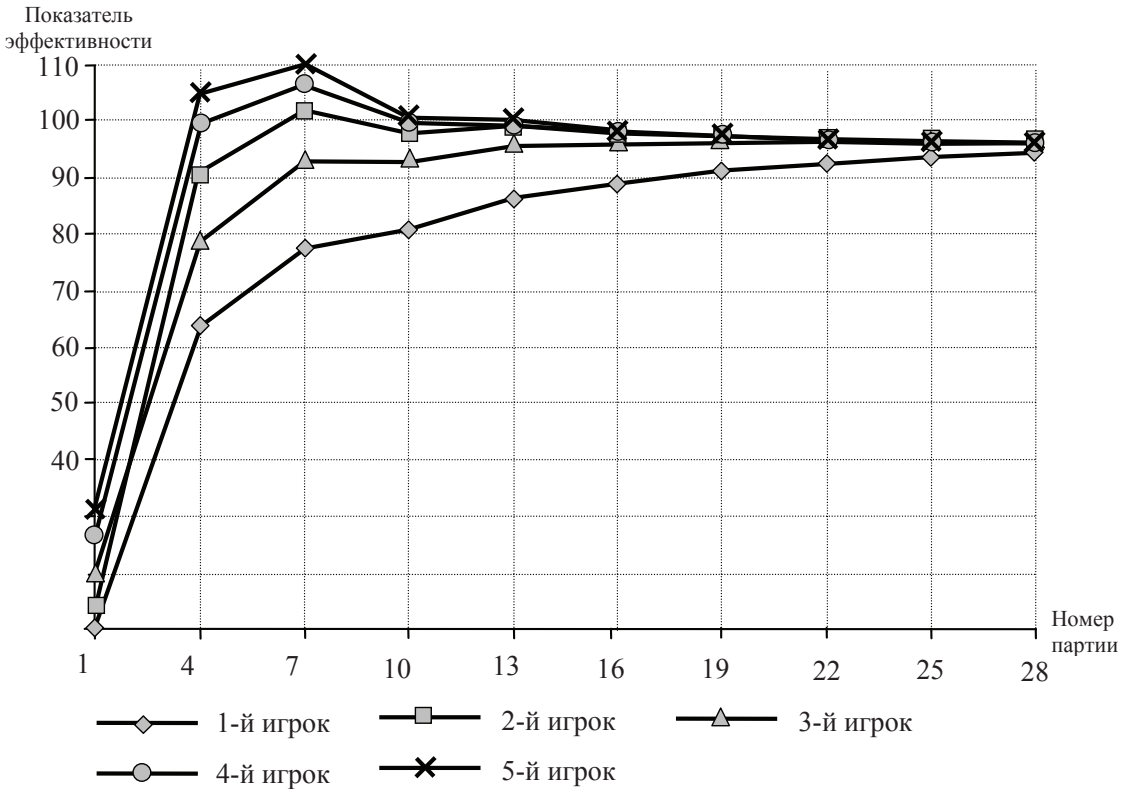

Рис. 3. Графики изменения стратегии автоматов

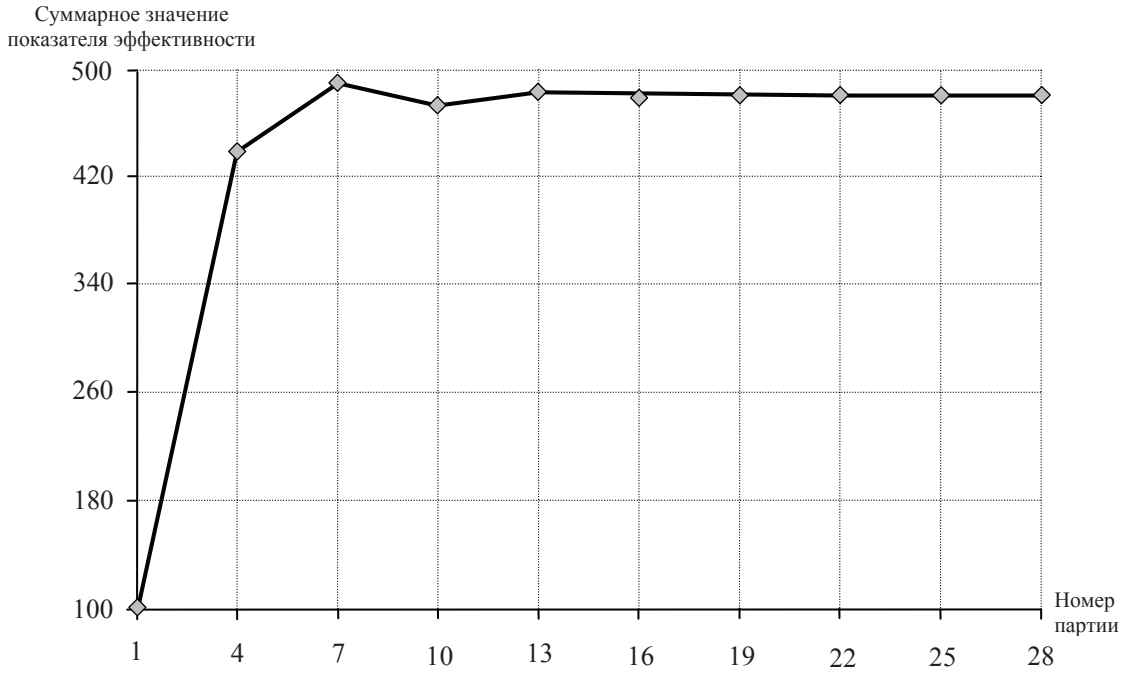

Рис. 4. График изменения суммарного значения показателей эффективности автоматов

Формальный анализ модели показал, что в ситуации равновесия показатели эффективности автоматов равны: $x_1' = x_2' = x_3' = x_4' = x_5' = 96$.

Анализ данных рис. 3 свидетельствует, что автоматы сошлись в ситуацию $x_1' = 94{,}4$; $x_2' = 96{,}45$; $x_3' = 96{,}28$; $x_4' = 96{,}38$; $x_5' = 96{,}31$.

Следует отметить, что значения показателей эффективности в имитационном эксперименте, полученные за двадцать восемь итераций, отличаются от показателей эффективности, рассчитанных теоретически, всего на 1,5%.

Далее проведем эксперимент для агропредприятий с вертикальной диверсификацией производства.

Для агропредприятий с вертикальной диверсификацией [10] целевая функция i-й составляющей записывается в виде $\varphi_i = \delta_i \Phi - k_i x_i$.

Пусть δ_i i-й составляющей формируется в соответствии с выражением (2). При этом целевая функция i-й составляющей имеет вид

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j} \Phi - k_i x_i. \qquad (15)$$

В каждом периоде функционирования составляющие стремятся достичь таких показателей эффективности деятельности, чтобы повысить значение своей целевой функции. Несложно увидеть, что для функции вида (15) существует ситуация равновесия по Нэшу [7].

Решая это уравнение

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j - x_i}{\left(\sum_{j=1}^{n} x_j\right)^2} \Phi - k_i = 0, i = 1, \ldots n,$$

получаем $\sum_{j=1}^{n} x_j = \frac{\Phi(n-1)}{\sum_{j=1}^{n} k_j}$.

Отсюда показатель эффективности i-й составляющей определяется выражением

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} k_j - k_i(n-1)}{\left(\sum_{j=1}^{n} k_j\right)^2} \Phi(n-1), i = 1, \ldots n. \qquad (16)$$

При проведении игрового эксперимента также рассматривалась деятельность подразделений агропредприятия Челябинской области, состоящая из пяти видов диверсификации, т. е. $n = 5$. Фонд также не изменился $\Phi = 2\,000$ ден. ед. Роль участников игрового эксперимента выполняли автоматы с теми же параметрами, что и в ранее рассмотренном эксперименте. А вот значения коэффициентов затрат изменились следующим образом: $k_1 = 3$; $k_2 = k_3 = k_4 = 4$; $k_5 = 5$. Положение цели i-го автомата в k-й партии определялось выражением

$$\tilde{x}_i^k \sqrt{\frac{\Phi}{k_i} \sum_{j \neq i}^{n} x_j^k - \sum_{j \neq i}^{n} x_j^k}. \qquad (17)$$

Теоретико-игровой анализ модели показал, что в ситуации равновесия показатели эффективности игроков равны $x_1 = 160$; $x_2 = x_3 = x_4 = 80$; $x_5 = 0$.

Графики изменения стратегий участников игрового эксперимента представлены на рис. 5, а график изменения суммарного значения показателя эффективности – на рис. 6.

Аналитические результаты практически полностью соответствуют результатам игрового эксперимента.

Из выражения (17) следует, что суммарное значение показателя эффективности предприятия АПК определяется инвестиционным фондом Φ и суммой коэффициентов затрат $\sum_{j=1}^{n} k_j$. В двух последних экспериментах и фонд, и сумма коэффициентов оставались неизменными, но сами значения k_j изменились. Следовательно, общее значение показателей эффективности составляющих в ситуации равновесия по Нэшу не изменилось, но изменились равновесные значения показателей эффективности составляющих [7]. Это хорошо видно на графике изменения стратегии (см. рис. 5).

Анализ рис. 6 свидетельствует, что уже к десятой партии суммарное значение показателя эффективности соответствует его значению в ситуации равновесия по Нэшу [7]. Сравнивая графики (см. рис. 4 и рис. 6), можно говорить, что общее значение показателей эффективности изменилось в обоих экспериментах практически одинаково.

Допустим, что предприятие АПК состоит из p-лидеров и $(n-p)$ рядовых составляющих (лидеры в диверсификации) [1].

Пусть k^q – коэффициент затрат лидера, k^p – коэффициент затрат рядового элемента, соответственно $k^q < k^p$.

Считаем, что $k_1 = k_2 = \ldots = k_p = k^q$ и $k_{p+1} = k_{p+2} = \ldots = k_n = k^p$. Тогда

$$\sum_{j=1}^{n} k_j = \sum_{i=1}^{p} k_i + \sum_{j=p+1}^{n} k_j = pk^{л} + (n-p)k^p.$$

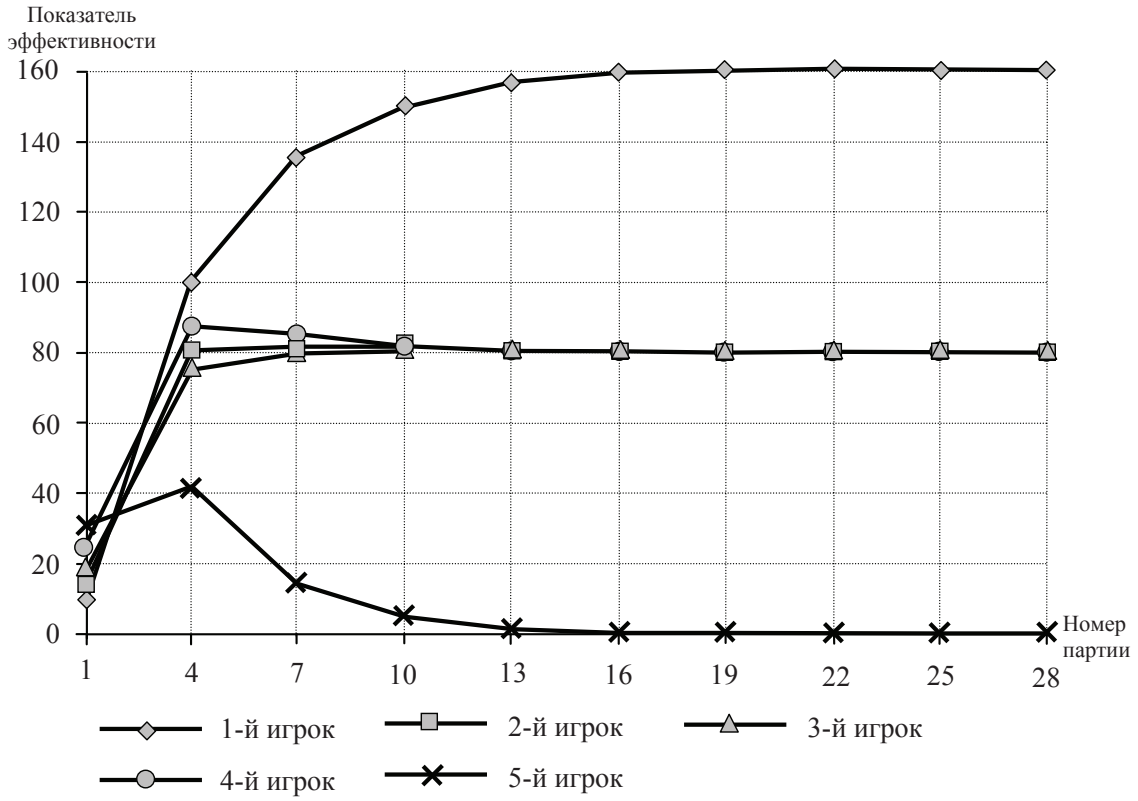

Рис. 5. График изменения стратегий участников игрового эксперимента

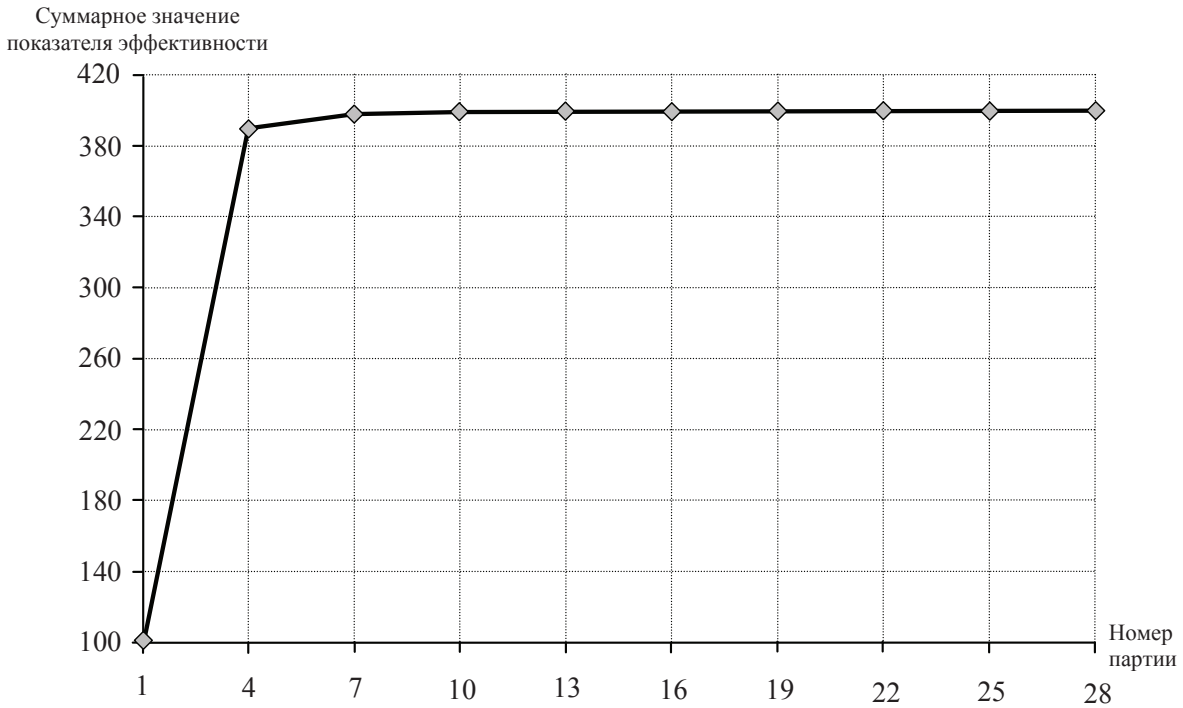

Рис. 6. График суммарных значений показателя эффективности

Используя выражение (16), найдем показатель эффективности рядового элемента x^p в равновесной ситуации:

$$x^p = \frac{\Phi(n-1)}{pk^p + (n-p)k^л}\left[1 - k^л \frac{n-1}{pk^p + (n-p)k^л}\right]. \quad (18)$$

Соответственно, показатель эффективности лидера $x^л$ определяется выражением

$$x^p = \frac{\Phi(n-1)}{pk^p + (n-p)k^л}\left[1 - k\ \frac{n-1}{pk^p + (n-p)k^л}\right].$$

Используя выражение (36), найдем суммарный показатель эффективности диверсифицированной организации АПК:

$$px^л + (n-p)x^p = \frac{\Phi(n-1)}{pk^л + (n-p)k^p}. \qquad (19)$$

Если в выражении (2) предположить, что $k = k^p$, то, сравнив выражения (18) и (6), можно сделать вывод, что $x^p < x_i$. То есть появление на диверсифицированном предприятии АПК наиболее прибыльных направлений деятельности вынуждает снижать эффективность рядовых составляющих предприятия. Это значит, что снижение эффективности влечет за собой и уменьшение значения их целевой функции.

А из выражения (18) получаем, что если на предприятии АПК Челябинской области количество прибыльных направлений деятельности таково, что

$$p < \frac{k^p}{k^p - k^л} \text{ или } p \geq 1 + \frac{k^л}{k^p - k^л}, \qquad (20)$$

то рядовым составляющим вообще невыгодно увеличивать показатель эффективности.

При этом уравнение (16) принимает вид

$$x^л = \frac{\Phi(p-1)}{p2k}. \qquad (21)$$

Однако при $p = 1$, т.е. если на диверсифицированном предприятии АПК есть только одно эффективное направление деятельности, всем остальным работам всегда выгодно увеличивать показатели деятельности.

В то же время легко показать, что появление на предприятии АПК наиболее прибыльных работ приводит к повышению суммарного показателя эффективности деятельности всего предприятия, несмотря на снижение показателя эффективности всех остальных видов работ, т.е. справедливо неравенство

$$\frac{\Phi(n-1)}{pk^л + (n-p)k^p} > \frac{\Phi(n-1)}{k^p n}. \qquad (22)$$

Действительно, из этого неравенства следует, что $k^p n > pk^л + (n-p)k^p$. Так как $k^p > k^л$, то отсюда и следует справедливость неравенства (22).

Определим минимальный размер инвестиционного фонда $\Phi_{\min}$, который будет финансировать все направления деятельности диверсифицированного предприятия АПК и повышать показатели эффективности деятельности [13].

Если предприятие АПК имеет вертикальную диверсификацию деятельности, то все составляющие имеют коэффициент затрат k и, соответственно, справедливо выражение (4).

Определим $\Phi_{\min}$, при котором $x^p = x^{\max}$, т.е. $x^{\max} = \frac{\Phi_{\min}(n-1)}{kn^2}$, отсюда $\Phi_{\min} = \frac{kn^2 x^{\max}}{n-1}$.

Допустим, что рубеж получения максимального результата всех видов деятельности диверсифицированного предприятия АПК одинаков, т.е. максимальный показатель эффективности деятельности равен $x^{\max}$.

Из сравнения выражений (19) и (20) следует, что $x^л > x^p$. Поэтому для того, чтобы лидеры вышли на предел своих возможностей, требуется меньше инвестиционных средств.

Пусть Φ таково, что $x^л = x^{\max}$, а $x^p < x^{\max}$. В этом случае из выражения (3) целевая функция рядовой составляющей может быть представлена следующим образом:

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n-p} x_j + px^{\max}}\Phi - k^p x_i.$$

Тогда в равновесной ситуации по Нэшу [7] показатель эффективности рядового элемента равен

$$x^p = \frac{(n-p-1)\Phi + \sqrt{(n-p-1)^2\Phi^2 + 4px^{\max}\Phi(n-p)k^p}}{2(n-p)^2 k^2} - \frac{p}{n-p}x^{\max}.$$

Теперь можно определить значение $\Phi_{\min}$, при котором рядовая составляющая предприятия АПК с горизонтальной диверсификацией выходит на предел своих возможностей. В данном случае

$$x^{\max} = \frac{(n-p-1)\Phi_{\min} + \sqrt{(n-p-1)^2\Phi_{\min}^2 + 4px^{\max}\Phi_{\min}(n-p)k^p}}{2(n-p)^2 k^2} - \frac{p}{n-p}x^{\max}.$$

Из этого выражения несложно получить минимальный размер инвестиционного фонда:

$$\Phi_{\min} = \frac{k^p n^2 x^{\max}}{n-1}. \qquad (23)$$

Дальнейшее увеличение размера инвестиционного фонда не дает никакого эффекта, поскольку элементы не могут быть выше своих возможностей.

Из сравнения выражений (8) и (23) видно, что на предприятии АПК с горизонтальной диверсификацией минимальный размер инвестиционного фонда, который финансирует все виды деятельности данного предприятия и максимально увеличивает показатели эффективности работ, остается таким же, как и для предприятий АПК с вертикальной диверсификацией.

Представим, возможно ли дальнейшее увеличение показателей эффективности деятельности на предприятии АПК в рамках того же инвестиционного фонда Φ.

Выделим на предприятии АПК с горизонтальной диверсификацией те виды деятельности, которые приносят наибольшую прибыль (лидеры) и все остальные (рядовые). Соответственно так же разобьем инвестиционный фонд Φ всего предприятия, а именно, $\Phi = \Phi^{л} + \Phi^{р}$. Тогда в положении равновесия по Нэшу [7] суммарный показатель эффективности деятельности лидеров равен

$$px_1^{л} = \frac{\Phi^{л}(p-1)}{k^{л}p}.$$

Суммарный показатель эффективности деятельности рядовых работ равен

$$(n-p)x_2^{р} = \frac{\Phi^{р}(n-p-1)}{k^{р}(n-p)}.$$

Таким образом, общий показатель эффективности всего предприятия из n элементов равен

$$px_2^{л} + (n-p)x_2^{р} = \frac{\Phi^{л}(p-1)}{k^{л}p} + \frac{\Phi^{р}(n-p-1)}{k^{р}(n-p)}.$$

Ранее было выявлено, что разбиение предприятия АПК с горизонтальной диверсификацией на лидеров и рядовых составляющих не приводит к увеличению суммарного показателя эффективности. Для предприятия с вертикальной диверсификацией это не так.

Пусть

$$\frac{\Phi^{л}(p-1)}{k^{л}p} + \frac{\Phi^{р}(n-p-1)}{k^{р}(n-p)} \geq \frac{(\Phi^{р}+\Phi^{л})(n-1)}{pk^{л}+(n-p)k^{р}}.$$

В результате ряда преобразований получаем, что

$$\frac{\Phi^{л}}{\Phi^{р}} > \frac{\frac{k^{л}}{k^{р}}p^2\left[(n-p)(1-\frac{k^{л}}{k^{р}})+\frac{k^{л}}{k^{р}}\right]}{(n-p)^2\left[p(1-\frac{k^{л}}{k^{р}})+\frac{k^{л}}{k^{р}}\right]}. \qquad (24)$$

Следовательно, разбиение предприятия АПК с горизонтальной диверсификацией на две части приводит к увеличению их суммарного показателя эффективности работы, если справедливо неравенство (24).

Неравенство (24) приобретает более простой вид, если $p = \frac{n}{2}$, т.е. на предприятии АПК находятся половина лидеров и половина рядовых. Тогда неравенство может быть записано в следующем виде:

$$\frac{\Phi^{л}}{\Phi^{р}} > \frac{k^{л}}{k^{р}}.$$

А так как $\frac{k^{л}}{k^{р}} < 1$, то разбиение инвестиционного фонда Φ пополам приводит к увеличению суммарного показателя эффективности деятельности.

Ранее было показано, что сокращение предприятия АПК с вертикальной диверсификацией приводит к уменьшению суммарного показателя эффективности деятельности предприятия. Рассмотрим это для предприятия АПК с горизонтальной диверсификацией.

Пусть количество составляющих на таком предприятии изменилось и стало равным (n – 1), т.е. из предприятия ушла составляющая под номером n, а размер инвестиционного фонда остался прежним. Определим, как сокращение одной сферы деятельности на диверсифицированном предприятии повлияет на суммарный показатель эффективности деятельности всего предприятия АПК.

Используя выражение (21), определим суммарный показатель эффективности, который выполняет предприятие с количеством составляющих (n – 1) в ситуации равновесия:

$$\sum_{j=1}^{n-1} x_j = \frac{\Phi(n-2)}{pk^{л}+(n-p-1)k^{р}}. \qquad (25)$$

Сравнив выражения (25) и (21), в результате ряда преобразований имеем

$$\frac{k^{л}}{k^{р}} \leq \frac{p-1}{p} \text{ или } \frac{k^{л}}{k^{р}} \leq 1-\frac{1}{p}. \qquad (26)$$

Следовательно, сокращение одной сферы деятельности диверсифицированного предприятия АПК приводит к увеличению суммарного показателя, если выполняется условие (26).

С помощью разработанных перспективных моделей распределения инвестиционного фонда на предприятиях АПК Челябинской области с учетом специфики диверсификации производства возможно более эффективное управление инвестиционной деятельностью, так как практически на каждом крупном диверсифицированном предприятии имеется фонд формирования инвестиций,

который время от времени пополняется, и средства, находящиеся в нем необходимо рационально и эффективно использовать с максимальной отдачей. Диверсифицированные предприятия АПК Челябинской области, имеют свою специфику и свой тип диверсификации производства, с учетом этих нюансов и распределение инвестиционного фонда должно иметь свои специфические отличия в этой сфере.

Предложенные модели могут быть использованы на агропредприятиях, что позволит им эффективнее распределять инвестиционные средства, направленные на улучшение деятельности и в целом на оптимизацию инвестиционного процесса всего агропромышленного комплекса Челябинской области.

Список литературы

1. *Баканов М.И., Шеремет А.Д.* Теория экономического анализа. М.: Финансы и статистика, 1994. 288 с.

2. *Балдин А.И.* Инструменты повышения стратегической эффективности диверсифицирующейся компании // Экономика региона. 2007. № 3. С. 195–202.

3. *Баумунг Э.В.* Этапы развития диверсификации производства // Молодой ученый. 2012. № 3. С. 144–150.

4. *Бочаров В.В.* Методы финансирования инвестиционной деятельности предприятий. М.: Финансы и статистика, 2008. 160 с.

5. *Брайен Дж., Шривастава С.* Финансовый анализ и торговля ценными бумагами. М.: Дело ЛТД, 1995. 208 с.

6. *Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К., Кондратьев В.В., Нанева Т.Б., Щепкин А.В.* Большие системы: моделирование организационных механизмов. М.: Наука, 2012. 108 с.

7. *Вахрин П.И., Нешитой А.С.* Инвестиции: учебник. М.: Дашков и К, 2005. 380 с.

8. *Горемыкин В.А., Богомолов А.Ю.* Планирование предпринимательской деятельности предприятия: метод. пособие. М.: Инфра-М, 2007. 334 с.

9. *Коробов П.Н.* Математическое программирование и моделирование экономических процессов. М.: ДНК, 2010. 376 с.

10. *Кучин Б.Л., Якушева Е.В.* Управление развитием экономических систем: технический прогресс, устойчивость. М.: Экономика, 1990. 157 с.

11. *Негойце К.* Применение теории систем к проблемам управления. М.: Мир, 1980. 180 с.

12. *Немченко Г., Донецкая С., Дьяконов К.* Диверсификация производства: цели и направления деятельности // Проблемы теории и практики управления. 2008. № 1. С. 107–111.

13. *Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И.* Имитационное моделирование. М.: Академия, 2008. 240 с.

14. *Панюков А.В.* Математическое моделирование экономических процессов. М.: Либроком, 2010. 192 с.

15. *Первозванский А.А., Первозванская Т.И.* Финансовый рынок: расчет и риск. М.: Инфра-М, 1994. 191 с.

16. *Петрова И.А.* Инвестиции в условиях диверсифицированного предприятия АПК Челябинской области. URL: http://agro.snauka.ru/2013/12/1251.

17. *Петрова И.А.* Диверсификация в агропромышленном комплексе Челябинской области. URL: http://ekonomika.snauka.ru/2014/01/3604.

18. *Родионова В.М., Федотова М.А.* Финансовая устойчивость предприятия в условиях инфляции. М.: Перспектива, 1994. 98 с.

19. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем: учеб. для вузов. М.: Высшая школа, 2001. 342 с.

20. *Шеремет В.В., Павлюченко М., Шапиро В.Д.* Управление инвестициями. В 2-х т. М.: Высшая школа, 2008. 347 с.

Economic Analysis: Theory and Practice
ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)
Mathematical Methods and Models in Economic Analysis

SIMULATION OF THE DISTRIBUTION OF INVESTMENT FUNDS FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES OF THE CHELYABINSK REGION WITH HORIZONTAL AND VERTICAL DIVERSIFICATION

Irina A. PETROVA

Abstract

Subject A diversified investment fund of the enterprises of agrarian and industrial complex of the Chelyabinsk region is the subject of the study.

Objectives The purpose of the article is the development of advanced models of allocation of the investment fund for agricultural enterprises with horizontal and vertical diversification, which will make the process more efficient for optimization of investment in the agro-industrial complex of the Chelyabinsk region.

Methods The study involves the principle of mathematical modeling, using the target functions and solution of systems of equations, and it includes an assessment of the effectiveness of the developed models for agricultural enterprises of the Chelyabinsk region with horizontal and vertical diversification of production.

Results The results of the research are the developed promising models of allocation of investment funds for agricultural enterprises of the Chelyabinsk region with specific diversification of production. These models can be used for diversified enterprises, enabling them to more efficiently allocate investment funds to improve the performance and optimization of the investment process of agro-industrial complex of the Chelyabinsk region.

Conclusions and Relevance The article concludes that investments in agricultural development are hardly the basis for the development of industries in this area. The amount of these funds is so minimal and fixed, that effective distribution is a significant challenge for agro-based industries. The diversified agricultural enterprises of the Chelyabinsk region have their own specifics and their type of production diversification. Taking into account these nuances, the distribution of the investment fund must have its own specific differences.

Keywords: horizontal and vertical diversification, agriculture, qualification, indicators, Individual Performance Factor, balance, efficiency

References

1. Bakanov M.I., Sheremet A.D. *Teoriya ekonomicheskogo analiza* [A theory of economic analysis]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1994, 288 p.

2. Baldin A.I. Instrumenty povysheniya strategicheskoi effektivnosti diversifitsiruyushcheisya kompanii [Instruments of increase of the strategic efficiency of the company under diversification]. *Ekonomika regiona = The Region's Economy*, 2007, no. 3, pp. 195–202.

3. Baumung E.V. Etapy razvitiya diversifikatsii proizvodstva [Stages of diversification development]. *Molodoi uchenyi = Young Scientist*, 2012, no. 3, pp. 144–150.

4. Bocharov V.V. *Metody finansirovaniya investitsionnoi deyatel'nosti predpriyatii [*Methods of financing of the investment activities of enterprises]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2008, 160 p.

5. O'Brien J., Srivastava S. *Finansovyi analiz i torgovlya tsennymi bumagami* [Financial Analysis and Securities Trading]. Moscow, Delo LTD Publ., 1995, 208 p.

6. Burkov V.N., Danev B., Enaleev A.K., Kondrat'ev V.V., Naneva T.B., Shchepkin A.V. *Bol'shie sistemy: modelirovanie organizatsionnykh mekhanizmov* [Big systems: modeling of organizational mechanisms]. Moscow, Nauka Publ., 2012, 108 p.

7. Vakhrin P.I., Neshitoi A.S. *Investitsii: uchebnik* [Investment: a textbook]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2005, 380 p.

8. Goremykin V.A., Bogomolov A.Yu. *Planirovanie predprinimatel'skoi deyatel'nosti predpriyatiya: metod. posobie* [Planning of business activity of the enterprise: a manual]. Moscow, Infra-M Publ., 2007, 334 p.

9. Korobov P.N. *Matematicheskoe programmirovanie i modelirovanie ekonomicheskikh protsessov* [Mathematical programming and modeling of economic processes]. Moscow, DNK Publ., 2010, 376 p.

10. Kuchin B.L., Yakusheva E.V. *Upravlenie razvitiem ekonomicheskikh sistem: tekhnicheskii progress, ustoichivost'* [Managing the evolution of economic systems: technological progress, sustainability]. Moscow, Ekonomika Publ., 1990, 157 p.

11. Negoitse K. *Primenenie teorii sistem k problemam upravleniya* [Application of the theory of systems in management problems]. Moscow, Mir Publ., 1980, 180 p.

12. Nemchenko G., Donetskaya S., D'yakonov K. Diversifikatsiya proizvodstva: tseli i napravleniya deyatel'nosti [Diversification of production: objectives and directions of activity]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya = Problems of Theory and Practice of Management*, 2008, no. 1, pp. 107–111.

13. Pavlovskii Yu.N., Belotelov N.V., Brodskii Yu.I. *Imitatsionnoe modelirovanie* [Simulation modeling]. Moscow, Akademiya Publ., 2008, 240 p.

14. Panyukov A.V. *Matematicheskoe modelirovanie ekonomicheskikh protsessov* [Mathematical modeling of economic processes]. Moscow, Librokom Publ., 2010, 192 p.

15. Pervozvanskii A.A., Pervozvanskaya T.I. Finansovyi rynok: raschet i risk [Financial market: calculation and risk]. Moscow, Infra-M Publ., 1994, 191 p.

16. Petrova I.A. *Investitsii v usloviyakh diversifitsirovannogo predpriyatiya APK Chelyabinskoi oblasti* [Investment in conditions of the agrarian and industrial complex diversified enterprise of the Chelyabinsk region]. Available at: http://agro.snauka.ru/2013/12/1251. (In Russ.)

17. Petrova I.A. *Diversifikatsiya v agropromyshlennom komplekse Chelyabinskoi oblasti* [Diversification in the agro-industrial complex of the Chelyabinsk region]. Available at: http://ekonomika.snauka.ru/2014/01/3604. (In Russ.)

18. Rodionova V.M., Fedotova M.A. *Finansovaya ustoichivost' predpriyatiya v usloviyakh inflyatsii* [The financial stability of the enterprise under the conditions of high inflation]. Moscow, Perspektiva Publ., 1994, 98 p.

19. Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A. *Modelirovanie sistem: ucheb. dlya vuzov* [Modeling of systems: a textbook]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2001, 342 p.

20. Sheremet V.V., Pavlyuchenko M., Shapiro V.D. *Upravlenie investitsiyami* [Investment management]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2008, 347 p.

Irina A. PETROVA
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation
Irishka21.19@mail.ru