



ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА

Ю. А. Кравченко

*ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»,
31, ул. Щорса, г. Донецк, ДНР, 83050.
E-mail: jlika2016@yandex.ru*

Получена 13 сентября 2021; принята 24 сентября 2021.

Аннотация. Прогнозирование будущего развития предпринимательских структур происходит в условиях неопределенности, неполной или недостоверной информации, полное устранение которых является невозможным. Поэтому с целью определения альтернативных вариантов уровня развития предпринимательских структур и нахождения оптимального его значения целесообразным становится использование методов игрового моделирования, в частности теории игр и задач линейного программирования. Формулировку задачи моделирования в игровой постановке в статье предлагается проводить с помощью определенных этапов: определение параметров платежной матрицы и формирование исходных данных; определение чистых и смешанных стратегий для каждого параметра матрицы; определение оптимальной альтернативы игры на основе построения неравенств, расчета значений целевых функций, диапазона переменных и системы ограничений. В качестве участников игры (исходных параметров платежной матрицы) предлагается принять виды стратегических изменений, которые отражают сущностное содержание развития предпринимательской структуры, а также уровни рискованных ситуаций, в условиях которых будут происходить стратегические изменения. Предложенный в статье научно-методический подход к моделированию уровня развития предпринимательских структур в условиях неопределенности и риска позволил определить его оптимальные значения (стратегии), т. е. виды стратегических изменений с учетом достигнутого уровня эффективности и при определенном уровне риска.

Ключевые слова: моделирование, уровень развития, предпринимательские структуры, риск, оптимальная стратегия, альтернатива, линейное программирование.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ СТРУКТУР В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ

Ю. О. Кравченко

*ДО ВПО «Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського»,
31, вул. Щорса, м. Донецьк, ДНР, 83050.
E-mail: jlika2016@yandex.ru*

Отримана 13 вересня 2021; прийнята 24 вересня 2021.

Анотація. Прогнозування майбутнього розвитку підприємницьких структур відбувається в умовах невизначеності, неповної чи недостовірної інформації, повне усунення яких є неможливим. Тому з метою визначення альтернативних варіантів рівня розвитку підприємницьких структур і знаходження оптимального його значення доцільним стає використання методів ігрового моделювання, зокрема теорії

ігор і завдань лінійного програмування. Формулювання задачі моделювання в ігровій постановці у статті пропонується проводити за допомогою певних етапів: визначення параметрів платіжної матриці і формування вихідних даних; визначення чистих і змішаних стратегій для кожного параметра матриці; визначення оптимальної альтернативи гри на основі побудови нерівностей, розрахунку значень цільових функцій, діапазону змінних і системи обмежень. Як учасників гри (вихідних параметрів платіжної матриці) пропонується прийняти види стратегічних змін, які відображають сутнісний зміст розвитку підприємницької структури, а також рівні ризикових ситуацій, в умовах яких відбуватимуться стратегічні зміни. Запропонований в статті науково-методичний підхід до моделювання рівня розвитку підприємницьких структур в умовах невизначеності і ризику дозволив визначити його оптимальні значення (стратегії), тобто види стратегічних змін з урахуванням досягнутого рівня ефективності і при певному рівні ризику.

Ключові слова: моделювання, рівень розвитку, підприємницькі структури, ризик, оптимальна стратегія, альтернатива, лінійне програмування.

THE FEATURES OF MODELING THE LEVEL OF DEVELOPMENT BUSINESS STRUCTURES IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY AND RISK

Kravchenko Yuliia

*SO HPE «Donetsk National University of Economics and Trade
named after Mykhayilo Tugan-Baranovsky»,
31, Shchorsa st., Donetsk, DPR, 83050.
E-mail: jlika2016@yandex.ru*

Received 13 September 2021; accepted 24 September 2021.

Abstract. Forecasting the future development of business structures occurs in conditions of uncertainty, incomplete or inaccurate information, the complete elimination of which is impossible. Therefore, in order to determine alternative options for the level of development business structures and find its optimal value, it becomes expedient to use game modeling methods, in particular, game theory and tasks of linear programming. The article proposes to formulate the problem of modeling in a game setting using certain stages: determination of the parameters of the payment matrix and the formation of initial data; determination of pure and mixed strategies for each parameter of the matrix; determination of the optimal alternative to the game based on the construction of inequalities, the calculation of the values of the objective functions, the range of variables and the system of constraints. As participants in the game (initial parameters of the payment matrix), it is proposed to take the types of strategic changes that reflect the essential content of the development business structure, as well as the levels of risk situations in which strategic changes will occur. The scientific and methodical approach proposed in the article to modeling the level of development business structures in conditions of uncertainty and risk made it possible to determine its optimal values (strategies), i.e. types of strategic changes, taking into account the achieved level of efficiency and at a certain level of risk.

Keywords: modeling, level of development, business structures, risk, optimal strategy, alternative, linear programming.

Введение

Функционируя в быстроменяющихся условиях внешней среды, спрогнозировать конечные результаты внедрения стратегических изменений как основы развития предпринимательских структур очень сложно, поскольку эти процессы происходят в условиях неоднозначности и неопределенности, неполной или недостоверной

информации. Как элемент объективной действительности полностью устранить неопределенность в будущих изменениях и развитии предпринимательской деятельности невозможно. В связи с этим становится целесообразным определение альтернативных вариантов уровня развития предпринимательских структур с целью нахождения оптимального его значения

на основе использования игрового моделирования.

Анализ последних исследований и публикаций

Теоретические и прикладные аспекты применения математических и статистических методов исследования деятельности предпринимательских структур в условиях неопределенности и риска, в т. ч. математического анализа и программирования, экономической статистики, теории нечетких множеств, теории игр и др., являются объектом изучения таких ученых, как О. С. Сухарева [1], А. Д. Кульневича [2], А. А. Емельянова [3], О. В. Булыгиной [3], В. Г. Халина [3], А. В. Королева [4], Л. И. Донец [5], А. В. Сергеевой [5], Д. А. Забаринной [5], А. Диксит [6], О. Н. Ярковой [7], А. Г. Реннера [7], А. И. Буреша [7], Е. Б. Грибановой [8], М. Осборн [9], Дж. Дугган [10] и др. Однако отдельные вопросы, касающиеся определения оптимального уровня развития предпринимательских структур в прогнозном периоде в условиях стратегических изменений и рисков, остаются недостаточно раскрытыми и поэтому требуют совершенствования.

Цель статьи

Обоснование теоретико-методических, прикладных аспектов и особенностей моделирования уровня развития предпринимательских структур в условиях неопределенности и риска на основе теории игр.

Основной материал

Функционирование и развитие любой предпринимательской деятельности обязательно несет в себе элементы игры, в которой заложена связь между двумя видами неопределенности: случайностью и выбором. Для обоснования оптимальных решений по развитию предпринимательских структур в условиях неопределенности и риска, когда вероятности возможных вариантов обстановки неизвестны, используются специальные математические методы, рассматриваемые в теории игр.

Формулировка задачи в игровой постановке процесса осуществления моделирования

уровня развития предпринимательских структур предлагается проводить с помощью определенных этапов, представленных на рисунке [1, 2, 3, 4, 5].

Для начала необходимо ввести ряд обозначений. Так, в качестве участников игры (исходных параметров платежной матрицы) предлагается принять виды стратегических изменений (игрок А), которые отражают сущностное содержание развития предпринимательской структуры, а также уровни рискованных ситуаций (игрок В), в условиях которых будут происходить стратегические изменения с учетом достигнутого уровня эффективности [1, 2, 3, 5, 6]. Стратегии игроков (элементы платежной матрицы) будут определяться различным сочетанием видов стратегических изменений и рискованных ситуаций. Выигрыши игры будут отображаться значениями показателей социально-экономической эффективности функционирования предпринимательских структур по разным уровням.

Формирование исходных данных предлагается проводить путем формирования платежных матриц для каждой предпринимательской структуры, имеющей тот или иной уровень эффективности функционирования (табл. 1).

Основной задачей решения матричной игры является определение вида стратегических изменений, проведение которых обеспечит предпринимательской структуре оптимальный уровень развития с учетом определенных рискованных ситуаций.

Следующим этапом процесса моделирования уровня развития предпринимательских структур является проверка параметров матрицы на отсутствие седловой точки с целью возможности применения в моделировании смешанных стратегий. Для этого целесообразно рассчитывать верхнюю и нижнюю цены игры (выигрыши) по принципу максимина (минимакса) по формулам [1, 3, 5, 7, 9, 10]:

$$v_{ни} = \max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij}, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

$$v_{ви} = \min_j \beta_j = \min_j \max_i a_{ij}, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

где $v_{ни}$, $v_{ви}$ — соответственно нижняя и верхняя цены игры (выигрыши);

a_{ij} — элементы платежной матрицы.

В нашем случае верхняя и нижняя цены игры по всем платежным матрицам не совпадают $v_{ни}$,

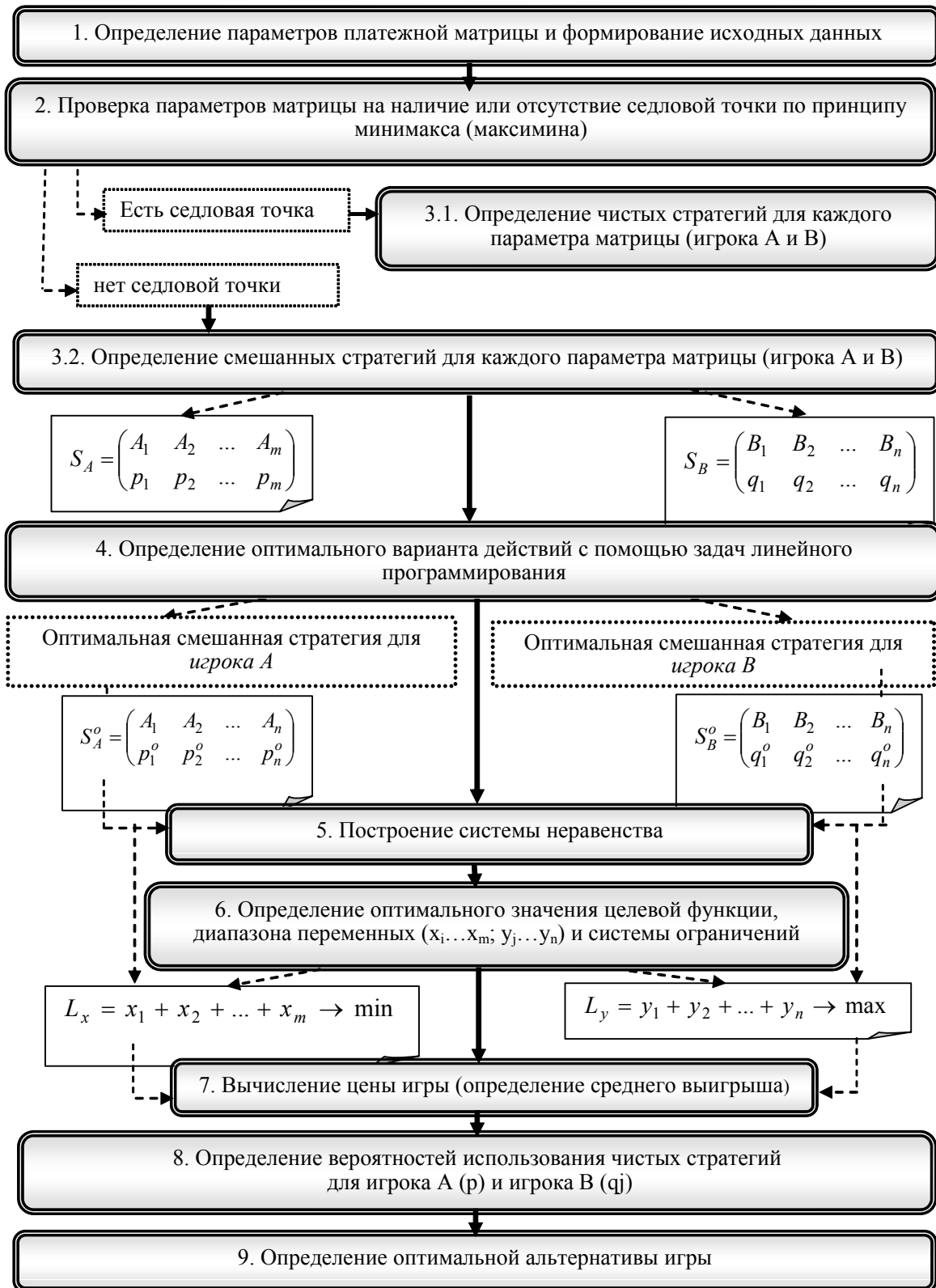


Рисунок – 1 Этапы моделирования уровня развития предпринимательских структур в условиях неопределенности и риска на основе теории игр.

Составлено автором по источникам [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10].

Таблица – 1 Исходная платежная матрица для определения оптимального уровня развития предпринимательской структуры

Виды стратегических изменений		Уровни рискованных ситуаций				
		минимальный	малый	средний	высокий	критический
		Высокий уровень эффективности				
		В1	В2	В3	В4	В5
процессные	A1	4,61	3,11	3,75	4,26	2,56
технологические	A2	2,78	4,56	3,56	2,37	4,83
структурные	A3	3,86	3,72	5,12	2,66	2,87
культурные	A4	3,47	4,89	2,96	3,48	3,45
кадровые	A5	4,23	3,59	3,08	2,72	3,92
		Средний уровень эффективности				
		В1	В2	В3	В4	В5
процессные	A1	2,21	2,16	2,43	2,16	2,37
технологические	A2	2,36	2,50	2,50	2,37	2,15
структурные	A3	2,19	2,42	2,34	2,45	2,24
культурные	A4	2,17	2,28	2,46	2,50	2,18
кадровые	A5	2,50	2,14	2,50	2,22	2,47
		Низкий уровень эффективности				
		В1	В2	В3	В4	В5
процессные	A1	1,53	2,00	1,62	1,56	1,96
технологические	A2	2,00	1,86	1,58	1,94	2,00
структурные	A3	1,67	1,55	2,00	1,65	1,57
культурные	A4	1,54	2,00	1,73	1,87	1,61
кадровые	A5	1,92	1,66	1,54	1,71	2,00

$v_{nc} \neq v_{vc}$, поэтому игра седловых точек не имеет. Поэтому для целей моделирования уровня развития предпринимательских структур можно использовать смешанные стратегии. При этом выигрыш, соответствующий оптимальному решению игры, является средней ценой игры (v), которая при смешанных стратегиях находится в диапазоне [3, 5, 7, 9, 10]:

$$v_{nc} \leq v \leq v_{vc}. \quad (3)$$

Для повышения объективности принятия оптимального решения в поставленной матричной игре предлагается воспользоваться методами линейного программирования.

Решение матричной игры в смешанных стратегиях является трудоемким процессом, но принципиальных трудностей нет, поскольку может быть сведено к решению пары двойственных задач линейного программирования. Введем некоторые обозначения [5, 6, 7, 10].

Пусть задана матричная игра платежной матрицей (4).

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Пусть $S_A^o = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ p_1^o & p_2^o & \dots & p_n^o \end{pmatrix}$ – оптимальная смешанная стратегия игрока А, $p_i \geq 0, i = \overline{1, m}$, p_i – вероятность использования чистой стратегии A_i , $\sum_{i=1}^m p_i = 1$; $S_B^o = \begin{pmatrix} B_1 & B_2 & \dots & B_n \\ q_1^o & q_2^o & \dots & q_n^o \end{pmatrix}$ – оптимальная смешанная стратегия игрока В, $q_j \geq 0, j = \overline{1, n}$, $\sum_{j=1}^n q_j = 1$, q_j – вероятность использования чистой стратегии B_j , v – неизвестная средняя цена игры. Без ограничения общности будем считать, что $v > 0$. Этого можно достичь, если все будут $a_{ij} \geq 0$ [1, 2, 5].

$$\begin{cases} 4,61y_1 + 3,11y_2 + 3,75y_3 + 4,26y_4 + 2,56y_5 \leq 1, \\ 2,78y_1 + 4,56y_2 + 3,56y_3 + 2,37y_4 + 4,83y_5 \leq 1, \\ 3,86y_1 + 3,72y_2 + 5,12y_3 + 2,66y_4 + 2,87y_5 \leq 1, \\ 3,47y_1 + 4,89y_2 + 2,96y_3 + 3,48y_4 + 3,45y_5 \leq 1, \\ 4,23y_1 + 3,59y_2 + 3,08y_3 + 2,72y_4 + 3,92y_5 \leq 1, \\ y_j \geq 0, j = \overline{1,5}, \end{cases} \quad (15)$$

$$L_y = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 \rightarrow \max \quad (16)$$

Для решения задач линейного программирования была использована среда Microsoft Excel. Для расчета цены игры использовались следующие формулы [5, с. 364]:

$$v = \frac{1}{L_x} \text{ или } v = \frac{1}{L_y}, \quad (17; 18)$$

где L_x, L_y – значение целевых функций соответственно для игрока A и игрока B .

Определение вероятности использования чистых стратегий игроков имеет следующий вид [5, с. 364]:

$$p_i = x_i * v \text{ или } q_j = y_j * v. \quad (19; 20)$$

Результаты решения задачи линейного программирования для игрока A приведены в табл. 2.

Таким образом, для предпринимательских структур с высоким уровнем эффективности функционирования целесообразно проводить на 59,1 % процессные или на 40,9 % технологические стратегические изменения для обеспечения развития. Все другие виды изменений будут неэффективными. Это позволит получить гарантированный средний уровень эффективности, равный цене игры 3,488, при любом уровне риска.

Результаты решения задачи линейного программирования для игрока B представлены в табл. 3.

Из табл. 3 можно сделать вывод, что оптимальной стратегией для предпринимательских структур с высоким уровнем эффективности функционирования на 54,6 % соответствуют высокому уровню риска, а на 45,4 % – критическому. При этом указанные оптимальные альтернативы обеспечивают гарантированный средний уровень эффективности, равный цене игры 3,488.

В каждом конкретном случае оптимальное решение представляет собой сочетание оптимальных стратегий игрока A и игрока B , т. е. вида стратегических изменений, которые целесообразно проводить при определенном уровне рисков ситуации. При этом будет обеспечиваться гарантированный средний уровень эффективности функционирования торгового предприятия – цена игры.

Выводы

Таким образом, использование теории матричных игр при обосновании уровня развития предпринимательских структур позволяет определять оптимальные решения в условиях неопределенности и риска с учетом интересов двух игроков, оптимизировать затраты времени, выбирать из множества альтернатив одно или несколько оптимальных решений для получения возможности моделирования условий, ситуаций, уровня эффективности функционирования и рисков предпринимательских структур, которые обеспечат ему оптимальный уровень развития в будущем.

Литература:

1. Сухарев, О. С. Экономико-математические модели и методы обоснования хозяйственных решений: монография / О. С. Сухарев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Российская таможенная академия. – Москва : РТА, 2013. – 182 с. – Текст : непосредственный.
2. Кульневич, А. Д. Линейное программирование / А. Д. Кульневич. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 10(144). – С. 29–32.

Reference:

1. Sukharev, O. S. Economic and mathematical models and methods of substantiation of economic decisions: monograph. – Moscow : RTA, 2013. – 182 p. – Text : direct. (in Russian)
2. Kulnevich, A. D. Linear programming. – Text : direct. – In: *Young scientist*. – 2017. – № 10(144). – PP. 29–32. (in Russian)
3. Emelyanov, A. A.; Bulygin, O. V.; Halin, V. G. Economic and simulation modeling with elements of artificial intelligence : monograph. – Moscow :

Таблица – 2 Результаты решения задачи линейного программирования для игрока А

Смешанная стратегия (виды стратегических изменений)	Целевая функция ($Lx = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5$ min)	Переменные (x_i)	Ограничения ($> = 1$)	Цена игры			Вероятность использования чистой стратегии (p_i)	Оптимальная стратегия
				средний выигрыш (v)	нижняя цена ($v_{ни}$)	верхняя цена ($v_{ви}$)		
	Высокий уровень эффективности							
процессные	0,287	0,170	1,107	3,488	2,960	4,260	0,591	A1
технологические		0,117	1,062				0,409	A2
структурные		0,000	1,053				0,000	
культурные		0,000	1,000				0,000	
кадровые		0,000	1,000				0,000	
	Средний уровень эффективности							
процессные	0,431	0,000	1,000	2,320	2,190	2,500	0,000	
технологические		0,033	1,000				0,076	A2
структурные		0,235	1,040				0,546	A3
культурные		0,000	1,016				0,000	
кадровые		0,163	1,000				0,378	A5
	Низкий уровень эффективности							
процессные	0,565	0,037	1,000	1,770	1,580	2,000	0,066	A1
технологические		0,221	1,000				0,390	A2
структурные		0,221	1,000				0,390	A3
культурные		0,087	1,012				0,153	A4
кадровые		0,000	1,000				0,000	

- Емельянов, А. А. Экономико-имитационное моделирование с элементами искусственного интеллекта: монография / А. А. Емельянов, О. В. Булыгина, В. Г. Халин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный университет. – Москва: Издательский дом «Неолит», 2018. – 160 с. – Текст: непосредственный.
- Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Королев. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 280 с. – Текст: непосредственный.
- Донец, Л. И. Обоснование хозяйственных решений и оценка рисков: учебное пособие / Л. И. Донец, А. В. Сергеева, Д. А. Забарина; Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики, ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». – Донецк: ФЛП Ки- Publishing House «Neolith», 2018. – 160 p. – Text: direct. (in Russian)
- Korolev, A. V. Economic and mathematical methods and modeling: textbook and workshop, textbook and workshop for undergraduate and graduate programs. – Moscow: Yurayt Publishing House, 2019. – 280 p. – Text: direct. (in Russian)
- Donets, L. I.; Sergeeva, A. V.; Zabarina, D. A. Justification of business decisions and risk assessment: textbook. – Donetsk: FLP Kirienko S. G., 2019. – 260 p. – Text: direct. (in Russian)
- Dixit, A.; Neilbuff, B. Game theory. The art of strategic thinking in business and life. – Mjscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2019. – 464 p. – Text: direct. (in Russian)
- Yarkova, O. N.; Renner, A. G.; Buresh A. I. Modeling the investment portfolio of an insurance company in statics and dynamics: monograph; under. ed. A. G. Renner. – Samara: SamSC RAS. – 2014. – 207 p. – URL: http://artlib.osu.ru/site_new/no-access. –

Таблица – 3 Результаты решения задачи линейного программирования для игрока В

Смешанная стратегия (уровни рисков ситуаций)	Целевая функция ($Ly=y_1+y_2+y_3+y_4+y_5$ max)	Переменные (y_j)	Ограничения(≤ 1)	Цена игры			Вероятность использования чистой стратегии (q_i)	Оптимальная стратегия
				средний выигрыш (v)	нижняя цена ($v_{ни}$)	верхняя цена ($v_{ви}$)		
	Высокий уровень эффективности							
минимальный	0,287	0,000	1,000	3,488	2,960	4,260	0,000	
малый		0,000	1,000				0,000	
средний		0,000	0,790				0,000	
высокий		0,156	0,994				0,546	B4
критический		0,130	0,936				0,454	B5
	Средний уровень эффективности							
минимальный	0,431	0,020	0,977	2,320	2,190	2,500	0,047	B1
малый		0,198	1,000				0,458	B2
средний		0,000	1,000				0,000	
высокий		0,000	0,959				0,000	
критический		0,213	1,000				0,495	B5
	Низкий уровень эффективности							
минимальный	0,565	0,064	1,000	1,770	1,580	2,000	0,113	B1
малый		0,164	1,000				0,291	B2
средний		0,255	1,000				0,452	B3
высокий		0,000	1,000				0,000	
критический		0,082	0,952				0,145	B5

риенко С. Г., 2019. – 260 с. – Текст : непосредственный.

- Диксит, А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни / А. Диксит, Б. Нейлбафф. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 464 с. – Текст : непосредственный.
- Яркова, О. Н. Моделирование инвестиционного портфеля страховой компании в статике и динамике : монография / О. Н. Яркова, А. Г. Реннер, А. И. Буреш ; под ред. А. Г. Реннера ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский государственный университет. – Самара : СамНИЦ РАН. – 2014. – 207 с. – URL: http://artlib.osu.ru/site_new/no-access (дата обращения 10.10.2021). – Текст : электронный.
- Грибанова, Е. Б. Решение обратных задач экономики с помощью модифицированного метода обратных вычислений / Е. Б. Грибанова. – Текст : непосредственный // Проблемы управления. – 2016. – № 5. – С. 35–40.
- Osborne, M. J. An introduction to game theory / M. J. Osborne. – New York, Oxford : Oxford University Press, 2004. – 552 p. – Текст : непосредственный.
- Duggan, J. A Systematic approach to the construction of non-empty choice sets / J. Duggan. – Текст : непосредственный // Social Choice and Welfare. – 2007. – Vol. 28. – PP. 491–506.
- (Date of access: 10.10.2021). – Text : electronic. (in Russian)
- Gribanova, E. B. Solution of inverse problems of economics using a modified inverse computation method. – Text : direct. – In: *Problems of management*. – 2016. – № 5. – PP. 35–40. (in Russian)
- Osborne, M. J. An introduction to game theory. – New York, Oxford : Oxford University Press, 2004. – 552 p. – Text : direct.
- Duggan, J. A Systematic approach to the construction of non-empty choice sets / J. Duggan. – Text : direct. – In: *Social Choice and Welfare*. – 2007. – Vol. 28. – PP. 491–506.

Кравченко Юлия Александровна – старший преподаватель кафедры экономики предприятия и управления персоналом ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Научные интересы: предпринимательская деятельность в условиях риска, экономическое развитие предпринимательских структур, стратегическое управление рисками.

Кравченко Юлія Олександрівна – старший викладач кафедри економіки підприємства та управління персоналом ДО ВПО «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського». Наукові інтереси: підприємницька діяльність в умовах ризику, економічний розвиток підприємницьких структур, стратегічне управління ризиками.

Kravchenko Yuliia – Senior Lecturer; Department of enterprise economics and personnel management; Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhayilo Tugan-Baranovsky. Scientific interests: business activity in conditions of risk, economic development of business structures, strategic risk management.