

УДК 330.47, 519.81

DOI: 10.25559/SITITO.019.202303.771-779

Оригинальная статья

Игровое моделирование взаимодействия производителей беззеркальных фотоаппаратов с использованием продуктов корпорации Palisade

Д. А. Власов^{1,2*}, А. В. Синчуков^{2,3}¹ ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., д. 36

² ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 125167, Российская Федерация, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 49/2

³ ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 125993, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

* DAV495@gmail.com

Аннотация

В центре внимания статьи — игровое моделирование взаимодействия производителей беззеркальных фотоаппаратов, рынок которых в настоящее время терпит значительные изменения. Указывается на необходимость проведения исследования феномена взаимодействия производителей беззеркальных фотоаппаратов, не сводящегося исключительно к антагонизму. В статье предложен механизм построения и исследования теоретико-игровой модели продвинутого уровня, позволяющей получить новую информацию о развитии экономической ситуации, связанной с выбором момента вывода новой фотопродукции на рынок сбыта. Проведена идентификация стратегий производителей беззеркальных фотоаппаратов, выявлены предпочтения потребителей фототехники, производимой двумя ведущими корпорациями — Fujifilm и Sony, обладающими значительными долями рынка беззеркальной фототехники. Цифровые инструментальные средства Decision Tools и TopRank, разработанные корпорацией Palisade, использованы для построения динамики ожидаемой полезности, получаемой игроками в случае выбора периодов вывода продукции на рынок (моделирование ситуации с неопределенными параметрами). Реализованный подход позволил оценить все элементы матрицы полезностей первого игрока (корпорации Fujifilm) и построить итоговую матрицу игры, учитывающую кроме полезности первого игрока полезность второго игрока (корпорации Sony), изолированных по рассматриваемым беззеркальным фотоаппаратам премиум-сегмента. Несмотря на продвинутый уровень построенной модели, она относится к классу матричных игровых моделей, что позволило использовать хорошо разработанный и зарекомендовавший себя в практике принятия решений математический аппарат — критерии Лапласа, Байеса и критерий Ходжа-Лемана (относительно матрицы полезностей). Данная статья представляет интерес для совершенствования игрового моделирования различных экономических проблем и ситуаций, а также развития содержания профессиональной подготовки будущего экономиста в экономических университетах.

Ключевые слова: игровое моделирование, взаимодействие, вывод товара на рынок, рынок фотоаппаратов, полезность, стратегия, оптимальная стратегия, моделирование, Palisade, критерии

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Власов Д. А., Синчуков А. В. Игровое моделирование взаимодействия производителей беззеркальных фотоаппаратов с использованием продуктов корпорации Palisade // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2023. Т. 19, № 3. С. 771-779. <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202303.771-779>

© Власов Д. А., Синчуков А. В., 2023



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Game Simulation of Interaction between Mirrorless Camera Manufacturers Using Palisade Corporation Products

D. A. Vlasov^{a,b*}, A. V. Sinchukov^{b,c}

^a Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

Address: 36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russian Federation

^b Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Address: 49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow 125167, Russian Federation

^c Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation

Address: 4 Volokolamskoe shosse, Moscow 125993, Russian Federation

* DAV495@gmail.com

Abstract

The article focuses on game modeling of interaction between manufacturers of mirrorless cameras, the market of which is currently undergoing significant changes. It is pointed out that it is necessary to conduct a study of the phenomenon of interaction between manufacturers of mirrorless cameras, which are not limited exclusively to antagonism. The article proposes a mechanism for constructing and researching an advanced-level game-theoretic model that allows obtaining new information about the development of the economic situation associated with the choice of the moment of launching a new photographic product on the market. The strategies of mirrorless camera manufacturers were identified, the preferences of consumers of photographic equipment produced by two leading corporations – Fujifilm and Sony, which have significant market shares of mirrorless photographic equipment, were revealed. Digital Decision Tools and TopRank tools developed by Palisade Corporation are used to build the dynamics of the expected utility received by players in case of choosing the periods of product launch to the market (modeling the situation with uncertain parameters). The implemented approach made it possible to evaluate all the elements of the utility matrix of the first player (Fujifilm Corporation) and build the final matrix of the game, taking into account, in addition to the utility of the first player, the utility of the second player (Sony Corporation), isolated by the considered mirrorless cameras of the premium segment. Despite the advanced level of the constructed model, it belongs to the class of matrix game models, which made it possible to use a well-developed and proven mathematical apparatus in the practice of decision-making - the Laplace, Bayes criteria and the Hodge-Lehman criterion (relative to the utility matrix). This article is of interest for improving the game modeling of various economic problems and situations, as well as the development of the content of the professional training of a future economist at economic universities.

Keywords: game modeling, interaction, product launch, camera market, utility, strategy, optimal strategy, modeling, palisade, criteria

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Vlasov D.A., Sinchukov A.V. Game Simulation of Interaction between Mirrorless Camera Manufacturers Using Palisade Corporation Products. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2023;19(3):771-779. <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202303.771-779>



Введение

Усложнение стратегического взаимодействия всех участников рынка фотокамер, претерпевающего в настоящее время существенные изменения по причине стремительного развития мобильной фотографии и внедрения новых беззеркальных технологий большинством участников рынка, требует привлечения новых математических методов его анализа, а также использования цифровых инструментальных средств, позволяющих выявить новые закономерности его развития. Рынок фотоиндустрии неоднократно был в центре внимания исследователей, в том числе специалистов по количественным методам и математическому моделированию [1-5]. Так, в исследовании¹ указывается на необходимость количественной оценки факторов, формирующих ассортимент фотоаппаратов и спрос на них. Работа [6] содержит рекомендации по использованию математических методов для выявления современных тенденций развития рынка фотоаппаратов. В публикации² приводится исследование мирового рынка беззеркальных цифровых фотоаппаратов. Однако возможностям теоретико-игрового моделирования рынка фотопродукции уделяется недостаточное внимание [7]. Ранее в работах автора были представлены механизмы количественного анализа рынка фотоаппаратов и была построена игровая модель базового уровня, не учитывающая динамику ряда факторов (полезность, предпочтения покупателей и др.), даны рекомендации по формализации различных экономических ситуаций в виде игровых моделей [8]. В рамках данной статьи построена и исследована игровая модель взаимодействия двух фирм-производителей беззеркальных фотоаппаратов на основе выбора момента выпуска нового товара на рынок.

Материалы и методы исследования

В процессе исследования использованы математические методы изучения оптимальных стратегий в игровых взаимодействиях, разрабатываемые в рамках теории игр — одного из направлений экономической кибернетики³ [9-12], приемы построения матричных антагонистических игр, включающие в себя построение множества игроков⁴, приемы построения множества стратегий каждого игрока⁵, приемы построения

платежной матрицы (функции), связывающей все возможные исходы игровой ситуации с последствиями для игроков⁶, методы уточнения информационной ситуации, характерной для исследуемой экономической проблемы⁷.

Построение теоретико-игровой модели продвинутого уровня стало возможным благодаря предварительному изучению рынка беззеркальных фотокамер, в частности выделения наиболее значимых тенденций эконометрическими методами⁸ и идентификации стратегий методами теории полезностей и теории рисков⁹ [13, 14]. Инструментальную поддержку исследования составили цифровые решения, разработанные корпорацией *Palisade* и позволяющие моделировать ситуации с неопределенными параметрами для оценки полезностей игроков.

Результаты исследования

В Таблицах 1 и 2 представлены данные, отражающие предпочтения потребителей фототехники, производимой корпорациями *Fujifilm* (*Fujifilm Holdings Corporation*) и *Sony* (*Sony Group Corporation*) с градацией на две принципиальные ситуации, возникающие в рамках одновременного вывода на рынок фототоваров новой продукции. Под негативной ситуацией для фирмы-производителя, являющейся игроком в игровой модели, мы понимаем наличие на рынке товара-конкурента, превосходящего по качеству имеющийся аналог в той же ценовой категории. Позитивная ситуация проявляется в виде отсутствия на рынке товара-конкурента, превосходящего по качеству имеющийся аналог в той же ценовой категории.

Заметим, что игровая модель базового уровня должна учитывать полную потерю покупателей одним производителем, если в рамках некоторого периода на рынок сбыта продукции поступает продукция конкурента с лучшими характеристиками. Однако анализ практики потребления на рынке беззеркальных фотоаппаратов свидетельствует о наличии устойчивых предпочтений покупателей к продукции конкретных производителей фототехники, предпочитающих продукцию, например, по причине предварительной покупки сменных объективов и др. [15, 16].

В процессе исследования нами проанализированы предпочтения потребителей при покупке двух новых фотокамер премиум-сегмента, относящихся к категории беззеркальных фотоаппаратов:

¹ Ляшко А. А., Антропова И. А., Хиль Ю. А. Оценка степени значимости факторов, формирующих ассортимент фотоаппаратов и спрос на них / А. А. Ляшко, // Образование, наука и современное общество: актуальные вопросы экономики и кооперации : Тезисы докладов межд. НПК проф.-препод. с-ва и асп. Белгород: БУКЭП, 2013. С. 245-247. EDN: TLXBWX

² Полупанова А. А. Исследование мирового рынка беззеркальных цифровых фотоаппаратов // Наука. Технологии. Инновации : Сб. науч. тр. в 9 ч. / Под ред. Е.Г. Гуровой. Ч. 5. Новосибирск: НГТУ, 2015. С. 197-199. EDN: VNOXXP

³ Власов Д. А. Введение в теорию игр. М.: Инфра-М, 2023. 222 с. <https://doi.org/10.12737/1513124>; Dixit A. K., Nalebuff B. J. The Art of Strategy: A Game Theorist's Guide to Success in Business and Life. W. W. Norton & Company, 2010. 512 p.; Захаров А. В. Теория игр в общественных науках : учебник для вузов. М.: Изд. дом ВШЭ, 2015. 304 с. URL: <https://id.hse.ru/data/2015/04/05/1104107157/Zaharov-text2.pdf> (дата обращения: 24.08.2023).

⁴ Шагин В. Л. Теория игр для экономистов : учебник и практикум. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2023. 223 с. URL: <https://urait.ru/bcode/511246> (дата обращения: 24.08.2023).

⁵ Кремлёв А. Г. Теория игр: основные понятия : учебное пособие для вузов / под науч. ред. А. М. Тарасьева. М.: Изд-во Юрайт, 2022. 141 с. URL: <https://urait.ru/bcode/492642> (дата обращения: 24.08.2023).

⁶ Коноховский П. В., Малова А. С. Теория игр : учебник для вузов. М.: Изд-во Юрайт, 2023. 252 с. URL: <https://urait.ru/bcode/534058> (дата обращения: 24.08.2023).

⁷ Горемыкина Г. И., Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений. М.: Купс, 2018. 384 с. URL: <https://ibooks.ru/products/361405> (дата обращения: 24.08.2023).

⁸ Tikhomirova T. M., Sukiasyan A. G. Econometrics Advanced: Discrete choice models. М.: PRUE, 2018. 100 p. EDN: YKUIFN

⁹ Tikhomirov N. P., Tikhomirova T. M., Sukiasyan A. G. Risks theory advanced. М.: PRUE, 2019. 112 p. EDN: XHXIWK



- беззеркальная камера *Fujifilm X-H2*, анонсированная 8 сентября 2022 года с рекомендованной ценой 2000 дол. США;
 - беззеркальная камера *Sony FX 30*, анонсированная 28 сентября 2022 года с рекомендованной ценой 1800 дол. США.
- В качестве периодов для вывода новой фотопродукции на рынок сбыта нами выбраны полугодия. Множество стратегий игроков ограничим восемью стратегиями, описывающими временной диапазон в четыре года. Игровая модель взаимодействия фирм-производителей будет учитывать динамику предпочтений потребителей фототехники премиум-сегмента [17].

Таблица 1. Данные о предпочтениях потребителей фототехники, производимой корпорацией Fujifilm (доли)

Table 1. Data on consumer preferences of photographic equipment manufactured by Fujifilm Corporation (shares)

Период	Негативная ситуация	Позитивная ситуация
1	0,35	0,9
2	0,3	0,9
3	0,3	0,8
4	0,25	0,7
5	0,25	0,7
6	0,2	0,7
7	0,2	0,65
8	0,2	0,65

Источник: результаты опроса пользователей фототехники Fujifilm.

Source: results of a survey of Fujifilm photographic equipment users.

Таблица 2. Данные о предпочтениях потребителей фототехники, производимой корпорацией Sony (доли)

Table 2. Data on consumer preferences of photographic equipment manufactured by Sony Corporation (shares)

Период	Негативная ситуация	Позитивная ситуация
1	0,1	0,65
2	0,1	0,7
3	0,2	0,7
4	0,3	0,75
5	0,3	0,75
6	0,3	0,8
7	0,35	0,8
8	0,35	0,8

Источник: результаты опроса пользователей фототехники Sony.

Source: results of a survey of Sony photographic equipment users.

Нелинейная динамика ожидаемого дохода по периодам продаж фотокамеры представлена в Таблице 3. Наблюдаемые изменения ожидаемых значений полезности связаны с различными значениями спроса на производимую продукцию на основе технологии, являющейся передовой в первом периоде. Заметим, что со временем интерес к данной технологии может

снижаться, кроме того, снижается себестоимость ее реализации в процессе производства новых фотокамер. Представленные в Таблице 3 точечные оценки значений ожидаемой полезности учитывают также динамику цены на производимую продукцию (на старте продаж — 2000 и 1800 дол. США, волатильность цены на последующих периодах). Их получение стало возможным благодаря исследовательскому потенциалу инструментальных средств *Decision Tools* и *TopRank*, поддерживающих моделирование ситуаций с неопределенными параметрами.

Таблица 3. Динамика ожидаемой полезности, получаемой игроками в случае выбора периода вывода продукции на рынок

Table 3. Dynamics of the expected utility received by players in the case of choosing the period for introducing products to the market

Период	Ожидаемая полезность (у. е.)
1	1200
2	1200
3	1400
4	1500
5	1500
6	1650
7	1500
8	1400

Источник: оценка авторов на основе данных сайта <https://prophotos.ru/> с использованием инструментального средства TopRank.

Source: authors' assessment based on data from the website <https://prophotos.ru/> using the TopRank tool.

Отметим, что построенная теоретико-игровая модель не учитывает всю полноту взаимодействия двух корпораций *Fujifilm* и *Sony*, являющихся технологическими лидерами в производстве фототехники. Интересно, что их взаимодействие нельзя описать в терминах антагонизма по причине технологического сотрудничества, например, в производстве матриц — специальных светочувствительных микросхем, ответственных за формирование электрического сигнала, преобразуемого в цифровой.

В Таблицах 4 и 5 представлены матрица полезностей первого игрока и итоговая матрица игры, содержащая выигрыши первого игрока, элементы которой представляют разность соответствующих полезностей первого и второго игроков при всех возможных вариантах реализации игровой ситуации, рассматриваемых в рамках данного исследования. Нулевые элементы матрицы игры соответствуют одинаковым значениям ожидаемой полезности первого и второго игроков. В случае, если элемент матрицы игры положительный, имеет место выигрыш первого игрока. Отрицательность элемента итоговой матрицы игры соответствует случаю, когда выигрывает второй игрок.

Так как построенная игровая модель относится к классу матричных игр, к полученной матрице игры можно применить различные критерии. Заметим, что выбор конкретного критерия зависит от предпосылок его использования (выражен-



ность антагонизма участников игрового взаимодействия, отношение игроков к риску, степень уточнения информационной ситуации и др.). В Таблице 6 представим результаты расчета эффективности стратегий по максиминному критерию (применение которого возможно в условиях выраженного антагонизма и пессимистического настроения игрока), критерию Лапласа, используемого для анализа ситуации полной неопределенности [18], и критерия Байеса, используемого для анализа ситуации риска [19-24]. В рассматриваемом случае критерий Байеса реализован с учетом априорного распределения

вероятностей применения стратегий вывода фотопродукции на рынок сбыта вторым игроком

Перечень использованных критериев дополнен критерием Ходжа-Лемана [25], позволяющим учесть уровень доверия игрока к имеющейся информации. Данный интегрированный критерий для анализа построенной игровой модели взаимодействия производителей беззеркальных фотоаппаратов рассмотрен для трех значений параметра, отражающего уровень доверия. Показатели эффективности стратегий приведены в Таблице 7.

Таблица 4. Матрица полезностей первого игрока
Table 4. The utility matrix of the first player

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
A_1	4800	4140	5340	6225	6900	7732,5	8250	8890
A_2	7560	4200	3720	4650	5400	6285	6900	7620
A_3	6720	6720	4200	3650	4600	5685	6500	7420
A_4	5250	5250	5250	3750	3000	4237,5	5250	6350
A_5	4200	4200	4200	4200	3000	2737,5	3750	4850
A_6	3465	3465	3465	3465	3465	2475	2250	3580
A_7	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1500	1780
A_8	910	910	910	910	910	910	910	700

Источник: здесь и далее в статье все таблицы составлены авторами.

Source: Hereinafter in this article all tables were drawn up by the authors.

Таблица 5. Итоговая матрица игры
Table 5. Final matrix game

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
A_1	0	-3420	-1380	975	2700	4267,5	6300	7980
A_2	3420	0	-3000	-600	1200	2820	4950	6710
A_3	1380	3000	0	-1600	400	2220	4550	6510
A_4	-975	600	1600	0	-1200	772,5	3300	5440
A_5	-2700	-1200	-400	1200	0	-727,5	1800	3940
A_6	-4267,5	-2820	-2220	-772,5	727,5	0	300	2670
A_7	-6300	-4950	-4550	-3300	-1800	-300	0	870
A_8	-7980	-6710	-6510	-5440	-3940	-2670	-870	0

Таблица 6. Эффективности стратегий по базовому набору критериев
Table 6. Effectiveness of strategies based on a basic set of criteria

Стратегии	Критерии оптимальности стратегий		
	Максиминный критерий	Критерий Лапласа	Критерий Байеса
A_1	-3420	2177,81	3414
A_2	-3000	1937,5	2713
A_3	-1600	2057,5	2611
A_4	-1200	1192,19	1552,75
A_5	-2700	239,06	526,5
A_6	-4267,5	-797,81	-372,38
A_7	-6300	-2541,25	-1564
A_8	-7980	-4265	-3172
Максимум	-1200	2177,81	3414



Таблица 7. Эффективности стратегий по критерию Ходжа-Лемана
Table 7. Efficiency of strategies according to the Hodge-Lehman criterion

Стратегии	Уровень доверия игрока к информации		
	0,5	0,1	0,9
A_1	-1713	-3078,6	-347,4
A_2	-1643,5	-2728,7	-558,3
A_3	-294,5	-1338,9	749,9
A_4	-423,625	-1044,73	197,475
A_5	-2436,75	-2647,35	-2226,15
A_6	-4453,69	-4304,74	-4602,6375
A_7	-7082	-6456,4	-7707,6
A_8	-9566	-8297,2	-10834,8
Максимум	-294,5	-1044,73	749,9

Выводы

Нахождение оптимальной стратегии вывода нового фотоаппарата на рынок является сложной проблемой, не имеющей однозначного решения. Для совершенствования процесса принятия решений в этой области можно рекомендовать использовать теоретико-игровую модель продвинутого уровня, пример которой приведен в данной статье. Можно утверждать, что игровые модели базового уровня, не учитывающие динамику экономических факторов, несмотря на акцент на взаимодействии фирм-производителей, не в полной мере адекватны экономической действительности. Их использование в практике принятия решений позволяет оценить проблему только в первом приближении. Среди направлений совершенствования применения достижений теории игр можно указать построение модели кооперативного взаимодействия и исследование ее в рамках различных игровых концепций.

По максимальному критерию оптимальной является стратегия содержательный смысл которой заключается в выводе новой фотокамеры на рынок сбыта продукции в начале четвертого периода.

По критерию Лапласа и критерию Байеса оптимальной следует признать стратегию предполагающую вывод новой фотокамеры на рынок сбыта продукции в начале первого периода. Совпадение результатов применения двух критериев, используемых в различных информационных ситуациях, мы связываем с недостатком построенной игровой модели — выделением ограниченного числа временных интервалов и использованием принципа накопления спроса. Другими словами, фотоаппарат, представленный в начале первого периода, будет пользоваться спросом на протяжении всех восьми периодов —

данное обстоятельство приводит к необходимости использования накопления полезности игроков, получаемой в рамках каждого из периодов. С другой стороны, спрос на фотоаппарат, представленный в начале последнего из рассматриваемых в построенной игровой модели периодов, не будет в действительности ограничен одним периодом, как это учитывается в модели. Отметим, что в некоторой мере данная негативная особенность была сглажена включением динамики экономических факторов.

Обратим внимание, что построенная игровая модель подразумевает развитие игровой ситуации в рамках восьми периодов (каждый период представляет собой полугодие), однако универсальность механизма игрового моделирования позволяет по аналогии рассмотреть любое конечное число периодов (недель, месяцев, кварталов и др.) В таком случае множество стратегий игроков не будет ограничено восемью стратегиями, описывающими временной диапазон в четыре года, а будет расширено или сужено.

По критерию Ходжа-Лемана оптимальными стратегиями являются стратегии и соответствующие умеренному стремлению игроков к раннему выводу новой фотокамеры на рынок (в начале третьего и четвертого периодов соответственно).

В качестве перспектив исследования отметим привлечение понятия «риск» для анализа построенной игровой модели продвинутого уровня, в частности использование критерия Вальда, критериев Гурвица и Ходжа-Лемана относительно матрицы рисков. Кроме того, определенный интерес представляет проблема выбора момента вывода на рынок фотокамер эконом-сегмента и выявления сходств и различий с аналогичной ситуацией на уровне премиум-сегмента, рассмотренного в данной статье.

Список использованных источников

- [1] Carranza J. E. Product innovation and adoption in market equilibrium: The case of digital cameras // International Journal of Industrial Organization. 2010. Vol. 28, issue 6. P. 604-618. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2010.02.003>
- [2] Xiao J. Markov Perfect Equilibrium in the US digital camera market // International Journal of Industrial Organization. 2008. Vol. 26, issue 5. P. 1233-1249. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2007.12.005>
- [3] Bernacki J. Digital camera identification by fingerprint's compact representation // Multimedia Tools and Applications. 2022. Vol. 81, issue 15. P. 21641-21674. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12468-0>



- [4] Hanji P., Zhong F., Mantiuk R. K. Noise-Aware Merging of High Dynamic Range Image Stacks Without Camera Calibration // Computer Vision – ECCV 2020 Workshops. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science ; ed. by A. Bartoli, A. Fusiello. Vol. 12537. Cham: Springer, 2020. P. 376-391. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67070-2_23
- [5] Wolf M. Image Capture Systems and Algorithms // Smart Camera Design. Cham: Springer, 2018. P. 67-133. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69523-5_3
- [6] Михайлова В. М., Самарская В. С. Современные тенденции развития рынка фотоаппаратов // Научные труды КубГТУ. 2019. № 2. С. 665-675. EDN: IEPOTC
- [7] Agieva M. T., Korolev A. V., Ougolnitsky G. A. Static and Dynamic Game Theoretic Models of Opinion Control in Marketing Networks // Contributions to Game Theory and Management. 2021. Vol. 14. P. 8-19. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu31.2021.01>
- [8] Власов Д. А., Карасев П. А., Синчуков А. В. Количественный анализ рынка фотоаппаратов на основе комплексного применения теоретико-игрового и эконометрического подходов // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. 2021. Т. 10, № 2. С. 15-22. <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2021-10-2-15-22>
- [9] Bhuiyan B. A. An Overview of Game Theory and Some Applications // Philosophy and Progress. 2018. Vol. 59, no. 1-2. P. 111-128. <https://doi.org/10.3329/pp.v59i1-2.36683>
- [10] Characterization, verification and generation of strategies in games with resource constraints / C. Liu [et al.] // Automatica. 2022. Vol. 140. Article number: 110254. <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2022.110254>
- [11] Bekius F., Gomes S. L. A framework to design game theory-based interventions for strategic analysis of real-world problems with stakeholders // European Journal of Operational Research. 2023. Vol. 309, issue 2. P. 925-938. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.01.046>
- [12] Manuel C. Game Theory // Encyclopedia of Sciences and Religions ; ed. by A.L.C. Runehov, L. Oviedo. Dordrecht: Springer, 2013. P. 919-924. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8265-8_1258
- [13] Yevsyeyeva E., Skafa O. Game Theory in Economics Education // Didactics of Mathematics. 2016. Vol. 13(17). P. 39-52. URL: https://www.dbc.wroc.pl/Content/39678/Yevsyeyeva_Game_Theory_In_Economics_Education_2016.pdf (дата обращения: 24.08.2023).
- [14] Radmacher F. G., Thomas W. A Game Theoretic Approach to the Analysis of Dynamic Networks // Electronic Notes in Theoretical Computer Science. 2008. Vol. 200, issue 2. P. 21-37. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2008.02.010>
- [15] Земскова Е. С. Анализ поведения потребителей в цифровой экономике с позиции теории поколений // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11, № 5. С. 28. EDN: YTCZBJ
- [16] Сахбиева А. И. Особенности поведения потребителей в условиях цифровой экономики // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. № 3. С. 238-240. <https://doi.org/10.23672/u5712-4804-4106-e>
- [17] Reinartz W., Wiegand N., Imschloss M. The impact of digital transformation on the retailing value chain // International Journal of Research in Marketing. 2019. Vol. 36, issue 3. P. 350-366. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2018.12.002>
- [18] Колентеев Н. Я., Кобелева А. С. Принятие решений в условиях природной неопределенности // Специальная техника и технологии транспорта. 2020. № 8(46). С. 286-293. EDN: WEUIUI
- [19] Михаэлис В. В. Применение некоторых критериев при выборе оптимальной стратегии в теории игр // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2016. № 15. С. 89-95. EDN: WNDFND
- [20] Ibrahim M. A. R., Jaini N. I., Khalif K. M. N. K. A comprehensive review of hybrid game theory techniques and multi-criteria decision-making methods // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1988. Article number: 012056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1988/1/012056>
- [21] Heiets I., Oleshko T., Leshchinsky O. Application of Game Theory to Business Strategy // Business and Management Annual ; ed. by V. Bobek, T. Horvat. Vol. 2023. IntechOpen, 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.111790>
- [22] A game theory approach to selecting marketing-mix strategies / M. Abedian [er al.] // Journal of Advances in Management Research. 2022. Vol. 19, issue 1. P. 139-158. <https://doi.org/10.1108/JAMR-10-2020-0264>
- [23] Economic Games: An Introduction and Guide for Research / I. Thielmann [et al.] // Collabra: Psychology. 2021. Vol. 7, issue 1. P. 1-29. <https://doi.org/10.1525/collabra.19004>
- [24] Bayesian statistics and modelling / R. van de Schoot [et al.] // Nature Reviews Methods Primers. 2021. Vol. 1. Article number: 1. 26 p. <https://doi.org/10.1038/s43586-020-00001-2>
- [25] Михалева М. Ю. Многокритериальный анализ задачи оптимального распределения инвестиций с учетом вариативности развития событий // Фундаментальные исследования. 2020. № 7. С. 64-77. <https://doi.org/10.17513/fr.42807>

Поступила 24.08.2023; одобрена после рецензирования 30.09.2023; принята к публикации 04.10.2023.

Об авторах:

Власов Дмитрий Анатольевич, доцент кафедры математических методов в экономике, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., д. 36); доцент департамента математики, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (125167, Российская Федерация, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 49/2), кандидат педагогических наук, доцент, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9763-9078>, DAV495@gmail.com



Синчуков Александр Валерьевич, доцент департамента математики, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (125167, Российская Федерация, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 49/2); доцент кафедры 916, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (125993, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4), кандидат педагогических наук, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6516-196X>**, avsinchukov@gmail.com

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Carranza J.E. Product innovation and adoption in market equilibrium: The case of digital cameras. *International Journal of Industrial Organization*. 2010;28(6):604-618. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2010.02.003>
- [2] Xiao J. Markov Perfect Equilibrium in the US digital camera market. *International Journal of Industrial Organization*. 2008;26(5):1233-1249. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2007.12.005>
- [3] Bernacki J. Digital camera identification by fingerprint's compact representation. *Multimedia Tools and Applications*. 2022;81(15):21641-21674. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12468-0>
- [4] Hanji P, Zhong F, Mantiuk R.K. Noise-Aware Merging of High Dynamic Range Image Stacks Without Camera Calibration. In: Bartoli A., Fusiello A. (eds.) *Computer Vision – ECCV 2020 Workshops. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 12537. Cham: Springer; 2020. p. 376-391. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67070-2_23
- [5] Wolf M. Image Capture Systems and Algorithms. In: *Smart Camera Design*. Cham: Springer; 2018. p. 67-133. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69523-5_3
- [6] Mikhailova V.M., Samarskaya V.S. Modern Market Trends Cameras. *Scientific Works of KubSTU*. 2019;(2):665-675. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: IEPOTC
- [7] Agieva M.T., Korolev A.V., Ougolnitsky G.A. Static and Dynamic Game Theoretic Models of Opinion Control in Marketing Networks. *Contributions to Game Theory and Management*. 2021;14:8-19. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu31.2021.01>
- [8] Vlasov D.A., Karasev P.A., Sinchukov A.V. Quantitative Analysis of the Camera Market Based on the Integrated Application Of game-Theoretic and Econometric Approaches. *Scientific Research and Development. Economics of the Firm*. 2021;10(2):15-22. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2021-10-2-15-22>
- [9] Bhuiyan B.A. An Overview of Game Theory and Some Applications. *Philosophy and Progress*. 2018;59(1-2):111-128. <https://doi.org/10.3329/pp.v59i1-2.36683>
- [10] Liu C., Zhu E., Zhang Y., Zhang Q., Wei X. Characterization, verification and generation of strategies in games with resource constraints. *Automatica*. 2022;140:110254. <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2022.110254>
- [11] Bekius F, Gomes S.L. A framework to design game theory-based interventions for strategic analysis of real-world problems with stakeholders. *European Journal of Operational Research*. 2023;309(2):925-938. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.01.046>
- [12] Manuel C. Game Theory. In: Runehov A.L.C., Oviedo L. (eds.) *Encyclopedia of Sciences and Religions*. Dordrecht: Springer; 2013. p. 919-924. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8265-8_1258
- [13] Yevsyeyeva E., Skafa O. Game Theory in Economics Education. *Didactics of Mathematics*. 2016;13:39-52. Available at: https://www.dbc.wroc.pl/Content/39678/Yevsyeyeva_Game_Theory_In_Economics_Education_2016.pdf (accessed 24.08.2023).
- [14] Radmacher F.G., Thomas W. A Game Theoretic Approach to the Analysis of Dynamic Networks. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*. 2008;200(2):21-37. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2008.02.010>
- [15] Zemskova E.S. Analysis of consumer behavior in the digital economy from the perspective of generation theory. *The Eurasian Scientific Journal*. 2019;11(5):28. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: YTCZBJ
- [16] Sakhibieva A.I. Features of Consumer Behavior in the Digital Economy. *Humanities, Social-Economic and Social Sciences*. 2021;(3):238-240. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.23672/u5712-4804-4106-e>
- [17] Reinartz W., Wiegand N., Imschloss M. The impact of digital transformation on the retailing value chain. *International Journal of Research in Marketing*. 2019;36(3):350-366. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2018.12.002>
- [18] Kolenteev N.Ya., Kobeleva A.S. The choice of optional solutions in uncertain conditions. *Special'naja tehnika i tehnologii transporta*. 2020;(8):286-293. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: WEUIUI
- [19] Michaelis V.V. *Primenenie nekotoryh kriteriev pri vybore optimal'noj strategii v teorii igr* [Application of some criteria in choosing the optimal strategy in game theory]. *Information Technology and Mathematical Modeling in the Management of Complex Systems*. 2016;(15):89-95. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: WDNFND
- [20] Ibrahim M.A.R., Jaini N.I., Khalif K.M.N.K. A comprehensive review of hybrid game theory techniques and multi-criteria decision-making methods. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021;1988:012056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1988/1/012056>
- [21] Heiets I., Oleshko T., Leshchinsky O. Application of Game Theory to Business Strategy. In: Bobek V., Horvat T. *Business and Management Annual*. Vol. 2023. IntechOpen; 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.111790>
- [22] Abedian M., Amindoust A., Maddahi R., Jouzdani J. A game theory approach to selecting marketing-mix strategies. *Journal of Advances in Management Research*. 2022;19(1):139-158. <https://doi.org/10.1108/JAMR-10-2020-0264>



- [23] Thielmann I., Böhm R., Ott M., Hilbig B.E. Economic Games: An Introduction and Guide for Research. *Collabra: Psychology*. 2021;7(1):1-29. <https://doi.org/10.1525/collabra.19004>
- [24] van de Schoot R., Depaoli S., King R. et al. Bayesian statistics and modelling. *Nature Reviews Methods Primers*. 2021;1:1. 26 p. <https://doi.org/10.1038/s43586-020-00001-2>
- [25] Mikhaleva M.Yu. Multi-criteria analysis of the optimal investment distribution problem taking into account the variability of events. *Fundamental research*. 2020;(7):64-77. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.17513/fr.42807>

Submitted 24.08.2023; approved after reviewing 30.09.2023; accepted for publication 04.10.2023.

About the authors:

Dmitry A. Vlasov, Associate Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics (36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russian Federation); Associate Professor of the Department of Mathematics, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow 125167, Russian Federation), Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9763-9078>, DAV495@gmail.com

Alexander V. Sinchukov, Associate Professor of the Department of Mathematics, Financial University under the Government of the Russian Federation (49/2 Leningradsky Prospekt, Moscow 125167, Russian Federation); Associate Professor of the Chair No. 916, Moscow Aviation Institute (National Research University) (4 Volokolamskoe shosse, Moscow 125993, Russian Federation), Cand. Sci. (Ped.), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6516-196X>, avsinchukov@gmail.com

All authors have read and approved the final manuscript.

