

Д. А. Власов, А. В. Синчуков

Теория игр в системе прикладной математической подготовки бакалавра экономики

В центре внимания статьи *теория игр* – раздел математических методов моделирования и прогнозирования экономики, связанный с реализацией формального исследования социальных, политических, экономических ситуаций в условиях конфликта и сотрудничества. Применение теоретико-игровых моделей способно описать взаимодействие нескольких агентов – участников игрового взаимодействия. В качестве этих агентов традиционно выступают люди, группы людей, фирмы, министерства или любая их комбинация. Внедрение методов и моделей теории игр в математическую подготовку бакалавра экономики призвано вооружить будущих экономистов-исследователей специальным языком, позволяющим эффективно формулировать, структурировать, анализировать и имитировать стратегические сценарии, принимать оптимальные научно обоснованные решения в условиях неполноты информации и риска.

Ключевые слова: бакалавр экономики, визуализация, игра, конкуренция, математическая подготовка, моделирование, модель, педагогические технологии, равновесие, теория игр.

D. A. Vlasov, A. V. Sinchukov

The Game Theory in the System of Applied Mathematical Training of the Bachelor of Economy

In the center of attention of the article there is the game theory, it is a section of mathematical methods of modeling and forecasting of economy connected with realization of a formal research of social, political, economic situations in conditions of the conflict and cooperation. Application of game-theoretic models is capable to describe interaction of several agents – participants of game interaction. People, groups of people, firms, the ministries or any their combination traditionally act as these agents. Introduction of methods and models of the game theory in mathematical training of the bachelor of economy is intended to arm future economist-researchers with the special language allowing to formulate, structure, analyze and imitate strategic scenarios effectively, to make optimal scientifically based solutions in conditions of incompleteness of information and risk.

Keywords: Bachelor of Economy, visualization, game, competition, mathematical training, modeling, model, pedagogical technologies, balance, game theory.

Теория игр в системе прикладной математической подготовки будущего экономиста занимает особое место, связанное с целенаправленным формированием строгого стратегического мышления, необходимого для анализа социально-экономических ситуаций. Теория игр является компонентом *нового содержания прикладной математической подготовки будущего экономиста* [5], направленного на формирование инновационных компонентов его профессиональной компетентности в соответствии с образовательным и профессиональным стандартом последнего поколения. В первой части статьи рассмотрим культурные и философско-исторические аспекты теории игр, во второй – прикладные и исследовательские аспекты, имеющие принципиальное значение для *развития методической системы* прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики [6].

В качестве первого построения теоретико-игровой модели приведем исследование дуополии, выполненное французским экономистом, фи-

лософом и математиком Антуаном Огюстеном Круно в 1838 г. Отметим, что не менее известный французский математик и политический деятель Эмиль Борель выдвинул формальную теорию игрового взаимодействия в 1921 г. Впоследствии формальная теория была развита математиком Джоном фон Нейманом в 1928 г. в рамках классического раздела «Теория матричных игр». С появлением его совместной [12] с коллегой, американским экономистом Оскаром Моргенштерном, монографии «Теория игр и экономическое поведение» (1944) теория игр стала восприниматься как альтернативный подход к исследованию социально-экономических проблем и ситуаций. Важно, что эта монография обеспечила научное сообщество *базовой терминологией по теории игр*, а также постановками практических, сюжетных задач, которые используются по сегодняшний день.

В 1950 г. американский математик Джон Форбс Нэш убедительно продемонстрировал, что конечные игры всегда имеют точку равновесия. Други-

ми словами, были показаны существование и сущность оптимальных (равновесных) стратегий, являющихся лучшими для обоих игроков. *Равновесие Нэша* – центральное понятие классической теории игр – остается в центре внимания экономистов-исследователей, не теряя своей актуальности. В 1950-х и 1960-х гг. теория игр была существенно расширена за счет новых моделей и методов и в основном нашла применение к изучению проблем в области войны и политики [13]. Однако с 1970-х теоретико-игровые модели стали активно использоваться в рамках экономической теории. Кроме того, методы и модели теории игр нашли применение в социологических и психологических исследованиях, установлены связи теоретико-игровых моделей с эволюцией и биологией. Можно отметить, что теория игр удостоилась особого внимания в 1994 г. в связи с присуждением Нобелевской премии по экономике Джону Нэшу, Джону Харшаньи и Рейнхарду Зельтену.

В конце 1990-х гг. развитие приложения теории игр нашло применение в оптимизации использовании ресурсов в США, убедительно показав эффективность, по сравнению с традиционными методами. Остановимся на *связи теории игр с информационно-экономическими системами*. Внутренняя логическая непротиворечивость и серьезные математические основы теории игр позволяют воспринимать теоретико-игровые модели в качестве инструмента для моделирования и разработки автоматизированных процессов принятия решений в интерактивных средах. Исследование приложений теории игр к моделированию информационных систем находится в настоящее время на начальном этапе развития. Отметим, что автоматизация стратегического выбора направлена на реализацию потребности в устойчивом оптимальном выборе в условиях неопределенности [2].

В качестве современного математического инструмента для принятия решений методология, методы и модели теории игр позволяют проводить структурирование и анализ проблем стратегического выбора из альтернативных вариантов. Важно подчеркнуть, что, наряду с традиционными вопросами, теория игр позволяет исследовать «тонкие», специфические вопросы, такие как предпочтения и реакции участников игрового взаимодействия. Построенная теоретико-игровая модель обладает большим прогностическим потен-

циалом, четким и более качественным представлением о социально-экономической ситуации.

Игра рассматривается в качестве объекта исследования в рамках теории игр. При этом она является формальной моделью исследуемой социально-экономической ситуаций, чаще всего конфликта. Как правило, игровое взаимодействие включает несколько игроков – участников игры. Игру единственного игрока следует классифицировать как задачу выбора оптимального решения. *Формальное определение игровой ситуации* [10] требует задания множества игроков, их предпочтений, информации, доступной каждому игроку, множество стратегий как описание возможных доступных стратегических действий, а также описание их влияния на исход игрового взаимодействия – количественные характеристики исходов.

По причине многообразия социально-экономических ситуаций игры могут быть формально описаны с различной степенью детализации. Особое место в описании занимают коалиционные (кооперативные игры), предполагающие высокую степень детализации при описании феномена сотрудничества игроков: процесс формирования коалиции, вклад каждого игрока в успех коалиции, разделение выигрыша между участниками коалиции. Отметим, что описанные выше теоретико-игровые модели возникают при анализе ситуации в области политологии и международного права.

Джоном Нэшем был предложен подход к решению проблемы распределения выигрышей между игроками в зависимости от специфики соглашений между ними в коалиционной игре. Естественно, что соглашение оказывает влияние на процесс и результат игрового взаимодействия. Другими словами, игроки в коалиции получают определенные преимущества в игре (в практическом контексте, например, преимущества в продвижении товара на рынке сбыта). В случае, когда переговоры завершаются безрезультатно, затраты этого неэффективного взаимодействия должны быть распределены между игроками, которые не смогли договориться. Теоретико-игровая модель, предложенная Нэшем, соответствует приведенным выше рассуждениям, однако не содержит ограничений по времени на предложения игроков и ответы игроков о создании коалиций, график времени предложений и встречных предложений. Внимание исследователя акцентируется на результате игрового взаимодействия.

В отличие от коалиционных игр, бескоалиционные (некорпоративные) игры позволяют анали-

зировать стратегический выбор игроков. Разработанный парадигмальный подход в области бескоалиционной теории игр базируется на идее о том, что информация при выборе стратегии и ограничения по времени выбора стратегий игроками крайне важна для определения результатов игрового взаимодействия. В отличие от кооперативной модели Нэша, некооперативная модель игры требует описания игрового процесса, в котором предварительно определено, кому принадлежит выбор стратегии в определенный момент времени. Термин «антагонистические игры» означает, что этот раздел теории игр направлен на модельное исследование процесса взаимодействия игроков, делающих выбор с учетом собственных интересов в условиях актуализации рисков различной природы [15]. Интересно, что феномен сотрудничества может возникнуть и в рамках некооперативных игр. В этом случае сотрудничество возникает по причине собственной заинтересованности игроков.

Разделы теории игр также отличаются по предположениям, определяющим поведение игроков [7]. Центральным предположением классической теории игр является предположение о рациональности поведения игроков. Рациональный игрок всегда выбирает стратегию, которая соответствует предпочтительному выигрышу, учитывая стратегию, которую, как он ожидает, выберут его противники. Эта крайняя рациональность поведения игроков может быть смягчена в рамках неоклассической теории игр с учетом более сложного поведения игроков. Однако такие теоретико-игровые модели имеют более описательную направленность, чем классические. Их назначение – предоставление рекомендаций лицу, принимающему решения, в случаях, когда противники характеризуются сложным поведением, не подлежащим интерпретации в рамках классической теории игр.

С точки зрения А. К. Диксита, Б. Дж. Нейлбаффа, высказанной в книге «Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни», теория игр учит исследователя «предугадывать следующий ход соперника вкупе со знанием того, что он занимается тем же самым». Мы согласны с мнением о том, что «основная часть теории противоречит обычной житейской мудрости и здравому смыслу, поэтому ее изучение может сформировать новый взгляд на устройство мира и взаимодействие людей» [8]. Отметим, что этот новый взгляд крайне необходим будущему бакалавру экономики и повысит качество прини-

маемых решений в финансовой и экономических сферах.

По мнению известных экономистов Дж. Харшаньи и Р. Зельтена [9], теория игр развивается в рамках «единого подхода к выбору равновесия в конфликтных ситуациях». Следует отметить, что «основные проблемы теории игр, начиная с самого понятия игры, оптимального поведения в ней, свойств оптимального поведения, определения условий, при которых такое поведение осмысленно (проблемы существования единственности, а для динамических игр и временной состоятельности), и конструктивные методы нахождения оптимального поведения» имеют принципиальное значение для развития математических методов моделирования и прогнозирования экономики.

Наши исследования дидактических закономерностей прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики свидетельствуют о том, что перспективным в дидактическом контексте является использование новой базы знаний и набора вычислительных алгоритмов WolframAlpha при проектировании интерактивных ресурсов образовательного назначения [1], в том числе по теории игр. Так, WolframAlpha позволяет в учебном процессе визуализировать и исследовать различные аспекты теоретико-игровых моделей, например, множества равновесных состояний.

Отметим, что в результате внедрения инструментального средства WolframAlpha в учебный процесс на факультете математической экономики, статистики и информатики Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова в рамках учебной дисциплины «Теория игр» получен банк результатов визуализации и модельного исследования социально-экономических ситуаций, что способствует практической реализации идеи интеграции информационных и педагогических технологий в системе математической подготовки бакалавра экономики [3]. С технологической точки зрения особый интерес представляет разработка спиралей фондирования [14] и пополнение созданного банка технологических карт [11] по двенадцати темам учебной дисциплины «Теория игр».

В заключении статьи перечислим методические особенности преподавания учебной дисциплины «Теория игр» [4], выявление и учет которых позволили решить ряд дидактических и методических проблем:

- изолированность теоретико-игровых моделей;
- разноразмерность математического аппарата теории игр;
- сложность и многоаспектность проблемы оптимального выбора и проблемы равновесия;
- использование математической символики и понятий в теоретико-игровом моделировании;
- неполнота существующей системы задач и упражнений по теории игр;
- дефицит программного обеспечения, специально созданного для моделирования и визуализации игрового взаимодействия.

Библиографический список

1. Асланов, Р. М., Муханова, А. А., Муханов С. А. Проектирование интерактивных образовательных ресурсов на основе технологий Wolfram CDF [Текст] / Р. М. Асланов, А. А. Муханова, С. А. Муханов // Преподаватель XXI век. – 2016. – Т. 1. – № 1. – С. 96–103.
2. Вахрушева, А., Горемыкина, Г., Щукина, Н. Методология оценки макросреды на функционирование ВУЗа в условиях неопределенности [Текст] / А. Вахрушева, Г. Горемыкина, Н. Щукина // RISK: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2017. – № 1. – С. 140–145.
3. Власов, Д. А., Синчуков, А. В. Интеграция информационных и педагогических технологий в системе математической подготовки бакалавра экономики [Текст] / Д. А. Власов, А. В. Синчуков // Современная математика и концепции инновационного математического образования. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 208–212.
4. Власов, Д. А., Синчуков, А. В. Методические особенности преподавания учебной дисциплины «Теория игр» [Текст] / Д. А. Власов, А. В. Синчуков // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 3. – № 10. – С. 95–97.
5. Власов, Д. А., Синчуков, А. В. Новое содержание прикладной математической подготовки бакалавра [Текст] / Д. А. Власов, А. В. Синчуков // Преподаватель XXI век. – 2013. – Т. 1 – № 1. – С. 71–79.
6. Власов, Д. А., Синчуков, А. В. Стратегия развития методической системы математической подготовки бакалавров [Текст] / Д. А. Власов, А. В. Синчуков // Наука и школа. – 2012. – № 5. – С. 61–65.
7. Воробьев Н. Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков [Текст] / Н. Н. Воробьев. – М. : Наука, 1985. – 272 с.
8. Диксит, А. К., Нейлбафф, Б. Дж. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни [Текст] / А. К. Диксит, Б. Дж. Нейлбафф. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 464 с.
9. Зельтен, Рейнхард, Харшаньи, Джон Общая теория выбора равновесия в играх [Текст] / Рейнхард

Зельтен, Джон Харшаньи. – М. : Экономическая школа, 2001. – 424 с.

10. Лабскер, Л. Г. Теория критериев оптимальности и экономические решения [Текст] : монография / Л. Г. Лабскер. – М. : КНОРУС, 2014. – 744 с.
11. Монахов, В. М. Введение в теорию педагогических технологий [Текст] / В. М. Монахов. – Вологодград, Перемена, 2006. – 365 с.
12. Нейман, Дж. фон, Моргенштерн, О. Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. – М. : Наука, 1970. – 708 с.
13. Оуэн, Г. Теория игр [Текст] / Г. Оуэн. – М. : Вузовская книга, 2016. – 216 с.
14. Смирнов, Е. И. Технология наглядно-модельного обучения математике [Текст] / Е. И. Смирнов. – Ярославль, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, 1998. – 335 с.
15. Тихомиров, Н. П., Тихомирова, Т. М. Риск-анализ в экономике [Текст] / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова. – М. : ЗАО «Издательство «Экономика», 2010. – 318 с.

Bibliograficheskiy spisok

1. Aslanov, R. M., Muhanova, A. A., Muhanov S. A. Proektirovanie interaktivnyh obrazovatel'nyh resursov na osnove tehnologij Wolfram CDF [Tekst] / R. M. Aslanov, A. A. Muhanova, S. A. Muhanov // Prepodavatel' XXI vek. – 2016. – Т. 1. – № 1. – С. 96–103.
2. Vahrusheva, A., Goremykina, G., Shhukina, N. Metodologija ocenki makrosredy na funkcionirovanie VUza v uslovijah neopredelennosti [Tekst] / A. Vahrusheva, G. Goremykina, N. Shhukina // RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija. – 2017. – № 1. – С. 140–145.
3. Vlasov, D. A., Sinchukov, A. V. Integracija informacionnyh i pedagogicheskikh tehnologij v sisteme matematicheskoy podgotovki bakalavra jekonomiki [Tekst] / D. A. Vlasov, A. V. Sinchukov // Sovremennaja matematika i koncepcii innovacionnogo matematicheskogo obrazovanija. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 208–212.
4. Vlasov, D. A., Sinchukov, A. V. Metodicheskie osobennosti prepodavanija uchebnoj discipliny «Teorija igr» [Tekst] / D. A. Vlasov, A. V. Sinchukov // Uspehi sovremennoj nauki i obrazovanija. – 2016. – Т. 3. – № 10. – С. 95–97.
5. Vlasov, D. A., Sinchukov, A. V. Novoe sodержanie prikladnoj matematicheskoy podgotovki bakalavra [Tekst] / D. A. Vlasov, A. V. Sinchukov // Prepodavatel' XXI vek. – 2013. – Т. 1 – № 1. – С. 71–79.
6. Vlasov, D. A., Sinchukov, A. V. Strategija razvitija metodicheskoy sistemy matematicheskoy podgotovki bakalavrov [Tekst] / D. A. Vlasov, A. V. Sinchukov // Nauka i shkola. – 2012. – № 5. – С. 61–65.
7. Vorob'ev N. N. Teorija igr dlja jekonomistov-kibernetikov [Tekst] / N. N. Vorob'ev. – М. : Nauka, 1985. – 272 s.

8. Diksit, A. K., Nejlbaff, B. Dzh. Teorija igr. Iskustvo strategicheskogo myshlenija v biznese i zhizni [Tekst] / A. K. Diksit, B. Dzh. Nejlbaff. – M. : Mann, Ivanov i Ferber, 2015. – 464 s.
9. Zel'ten, Rejnhard, Harshan'i, Dzhon Obshhaja teorija vybora ravnovesija v igrakh [Tekst] / Rejnhard Zel'ten, Dzhon Harshan'i. – M. : Jekonomicheskaja shkola, 2001. – 424 s.
10. Labsker, L. G. Teorija kriteriev optimal'nosti i jekonomicheskie reshenija [Tekst]: monografija / L. G. Labsker. – M. : KNORUS, 2014. – 744 s.
11. Monahov, V. M. Vvedenie v teoriju pedagogicheskikh tehnologij [Tekst] / V. M. Monahov. – Vologograd, Peremena, 2006. – 365 s.
12. Nejman, Dzh. fon, Morgenshtern, O. Teorija igr i jekonomicheskoe povedenie / Dzh. fon Nejman, O. Morgenshtern. – M. : Nauka, 1970. – 708 s.
13. Oujen, G. Teorija igr [Tekst] / G. Oujen. – M. : Vuzovskaja kniga, 2016. – 216 s.
14. Smirnov, E. I. Tehnologija nagljadno-model'nogo obuchenija matematike [Tekst] / E. I. Smirnov. – Jaroslavl', Jaroslavskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. K. D. Ushinskogo, 1998. – 335 s.
15. Tihomirov, N. P., Tihomirova, T. M. Risk-analiz v jekonomike [Tekst] / N. P. Tihomirov, T. M. Tihomirova. – M. : ZAO «Izdatel'stvo «Jekonomika», 2010. – 318 s.