

Вопросы игрового моделирования в профессиональной подготовке будущего бакалавра экономиста

Власов Дмитрий Анатольевич

Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математических методов в экономике

Аннотация

в центре внимания данной статьи содержательные и дидактические вопросы игрового моделирования, используемые с целью повышения качества профессиональной подготовки будущего бакалавра экономики. Установлена связь вопросов игрового моделирования с требованиями к профессиональной подготовке будущего бакалавра экономики. Особое внимание уделено обновлению содержания учебной дисциплины «Теория игр: базовый уровень».

Ключевые слова: игровое моделирование, модель, качество, профессиональная подготовка, игровое моделирование, бакалавр экономики.

Questions of game modeling in vocational training of future bachelor of the economist

Vlasov Dmitry Anatolyevich

Plekhanov Russian University of Economics

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics

Abstract

In the center of attention of this article the substantial and didactic questions of game modeling used for the purpose of improvement of quality of vocational training of future bachelor of economy. Connection of questions of game modeling with requirements to vocational training of future bachelor of economy is established. Special attention is given to updating of maintenance of a subject matter «The game theory: basic level».

Keywords: game modeling, model, quality, vocational training, game modeling, bachelor of economy.

Игровое моделирование в современной системе экономико-математических методов занимает особое место, в связи с тем, что является математическим методом исследования множества оптимальных стратегий в игровых взаимодействиях различных экономических агентов. Под игровым взаимодействием принято понимать процесс, участниками которого являются два и более агента, которые ведут борьбу с учетом собственных

интересов, как правило, противоположенных. Каждый из агентов ставит свою цель, поддающуюся количественному представлению и содержательной интерпретации в терминах игрового взаимодействия (выигрыш, риск, средний выигрыш, средний риск, функция выигрыша, функция риска, качество, эффективность и т.д.). В процессе игрового взаимодействия экономические агенты однократно или многократно используют одну или несколько стратегий. Результаты их выбора приводят к выигрышу или проигрышу. Это определяется не только действиями игрока, с позиции которого рассматривается игровая ситуация, но и поведением других экономических агентов-участников игры, а также социально-экономической среды («Природы» в терминах игрового взаимодействия). Таким образом, игровое моделирование способствует лучшему выбору стратегии с учётом имеющихся у игрока представлений о возможных действиях других участников игры, их информированности и имеющихся ресурсах. Отметим, что игровое моделирование в современных условиях перехода к цифровой экономике имеет существенное значение в контексте развития искусственного интеллекта и экономической кибернетики.

Ранее на основе новых технологий моделирования и визуализации *Wolfram Demonstration Project* в работах автора [1, 2] было исследовано равновесие Нэша в биматричных играх, а также раскрыт потенциал некоторых игровых моделей для развития системы прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики в экономическом университете. Равновесие Нэша является центральным понятием матричных антагонистических игр. Оно позволяет исследователю социально-экономических ситуаций выбирать оптимальные устойчивые множества стратегий. В исследовании [3] отмечается, что множество игровых моделей (матричные антагонистические игры, игры с нулевой суммой, коалиционные игры, игры с постоянной суммой, позиционные игры, биматричные игры, игры с природой и др.) является компонентом нового содержания математической подготовки бакалавра политологии. Однако множество игровых моделей также имеет существенное значение для подготовки будущего бакалавра экономики и менеджмента по причине разнообразия социально-экономических приложений в условиях актуализации рисков различной природы [4], возрастания противоречий и неопределенности в хозяйственно-экономической деятельности [5] в условиях перехода к цифровой экономике.

Внедрение элементов игрового моделирования в учебную практику профессиональной подготовки будущего экономиста в экономическом университете требует применения инновационных технологий [6, 7], в частности, если речь идет о специальных неоклассических игровых моделях с элементами нечетких множеств и нечетких отношений. Большой интерес в контексте развития представлений о современных математических методах принятия решений представляет работа [8], в рамках которой были уточнены принципиальные возможности теории графов для оптимизации оперативной деятельности в условиях риска и конфликта интересов – традиционного

рабочего поля теории игр. Публикации [9, 10] содержат рекомендации по адаптации методов обучения элементам прикладной математике (математическим методам в экономике) в условиях информатизации и математизации экономической науки и экономических исследований. Методы обучения предлагается рассматривать как компонент специально проектируемой методической системы прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики, направленной на развитие модельных представлений об экономических проблемах и ситуациях, требующих принятия оптимального решения, понимания критерия оптимальности, выбора оптимальной стратегии, учитывающей отношение игрока (экономического субъекта) к риску.

Вопросы компьютерного моделирования и математического обеспечения экономико-социальных задач, в том числе задач согласования интересов игроков, представлены в публикации [11]. Потенциал современного математического и имитационного моделирования, а также количественных методов раскрыт в процессе разработки элементов математической модели, целью которой является анализ и выбор оптимальных маршрутов передвижения объектов [12] в условиях риска и неполноты информации. Перспективным направлением совершенствования игровой подготовки будущего бакалавра экономики является привлечение достижений вычислительной математики [13] по причине отсутствия аналитического решения некоторых игровых моделей, а также использование новых психолого-педагогических технологий [14, 15], в том числе технология проектирования учебного процесса по учебным дисциплинам «Теория игр: базовый уровень» и «Теория игр: продвинутый уровень».

В рамках модернизации содержания учебной дисциплины «Теория игр: базовый уровень» (для студентов бакалавриата) была рассмотрена профессионально значимая проблема формализации оптимального выбора производственных стратегий нескольких малых предприятий, которые выпускают продукцию эконом и премиум сегментов. Отметим, что к полученным результатам по обновлению содержания прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики можно отнести специальные матрицы выигрышей и методику их построения. Анализ игровых матриц позволяет студентам бакалавриата в рамках учебного процесса количественно исследовать процесс выбора оптимальных производственных стратегий с учетом различных состояний экономической среды, а также с учетом вероятностного распределения спроса на производимую предприятиями продукцию. Это позволяет приблизить учебную деятельность студента бакалавриата к будущей профессиональной деятельности, связанной с принятием оптимальных решений, математическим моделированием и количественным анализом.

Остановимся далее на содержательных аспектах учебной дисциплины «Теория игр: базовый уровень». Под антагонистической игрой принято называть некооперативную игру с нулевой суммой двух игроков, при этом выигрыш игрока обусловлен проигрышем другого. Для формального

представления антагонистической игры необходимо задать множество стратегий первого игрока, множество стратегий второго игрока и матрицу игры (платежную матрицу, матрицу выигрышей, платежную функцию). Матрица игры определяет правило соответствия каждой возможной ситуации развития игры действительное число, характеризующее полезность первого игрока в условиях реализации данной ситуации. По той причине, что интересы игроков в антагонистических играх является прямо противоположными, матрица игры (платежная матрица первого игрока) задает не только возможный выигрыш первого игрока, но и возможный проигрыш второго игрока. Антагонистические игры принято называть матричными, если игроки имеют конечное число чистых стратегий.

Рассматривая вопросы игрового моделирования в профессиональной подготовке будущего бакалавра экономиста, важно понимать, что антагонистические игры позволяют сравнительно просто и довольно приближенно моделировать реальные социально-экономические ситуации, главными особенностями которых является взаимосвязанность действий игроков и противоположность их интересов. Однако применение антагонистических игр связано с существенными ограничениями. Так, в рамках антагонистических игр нельзя исследовать конфликтные ситуации с числом игроков более двух. Именно такие многосторонние конфликтные ситуации более часто встречаются в социально-экономической действительности, однако их модельное исследование является более сложным, чем исследование конфликтных ситуаций двух участников. Также «чистый» антагонизм интересов нечасто характеризуем игровые отношения экономических субъектов. Даже в игре с двумя участниками интересы игроков часто необязательно противоположны, часто имеет место ситуация, удовлетворяющая интересы обоих участников. Отметим, что в рамках антагонистических игр не рассматривается возможность заключения соглашений, компромиссов и кооперативного взаимодействия игроков.

Несмотря на представленные ограничения, матричные игры используются для моделирования конфликтных ситуаций. Эта игровая модель является базовой в теории игр, её рассмотрение наглядно иллюстрирует принципиальные возможности применения математического аппарата теории игр к исследованию социально-экономических ситуаций. Теория антагонистических игр к настоящему времени получила хорошее развитие, разработаны различные методы их исследования. Более сложные игровые модели могут быть сведены к антагонистическим играм в классической постановке, которые достаточно просты. Отметим, что принципиальные основы поведения игроков в антагонистических играх предельно ясны. Следовательно, последующий анализ более общих игровых моделей становится простым и понятным в ситуации, когда освоены базовые принципы теории антагонистических игр.

Отметим, что антагонистические игры являются первым классом игровых моделей, и исторически именно они имели существенное значение для развития математической теории игр. К настоящему времени модели в

виде антагонистических игр следует рассматривать как элемент широкой группы некооперативных игр. Модели в виде антагонистических игр до сих пор пользуются интересом со стороны исследователей и находят применение при исследовании различных социально-экономических ситуаций, лежат в основе новых приемов изучения и понимания конфликтов.

Центральным понятием матричных игр является максиминная и минимаксная стратегии. Максиминная стратегия (стратегия максимизации минимального выигрыша) гарантирует первому игроку наибольший (неуменьшаемый) выигрыш независимо от стратегии второго игрока. Нижняя цена игры (или *максимин*) показывает величину выигрыша, которую гарантирует себе первый игрок при возможных действиях противника. Минимаксная стратегия (стратегия минимизации максимального проигрыша) гарантирует второму игроку наименьший (неувеличиваемый) проигрыш. Верхняя цена игры (или минимаксом) показывает величину максимального выигрыша, который второй игрок может позволить получить первому игроку. Реализуя собственные чистые стратегии, первый игрок стремится обеспечить себе выигрыш не меньше нижней цены игры, а второй игрок посредством применения собственных чистых стратегий может не позволить первому игроку выиграть больше, чем верхняя цена игры.

Решение матричной игры не всегда единственно. Существуют случаи присутствия в игре нескольких седловых точек, однако все они соответствуют одной цене игры. Оптимальными смешанными стратегиями игроков являются стратегии, при многократном повторении которых игроки получают максимально возможный средний выигрыш (математическое ожидание выигрыша) или минимально возможный средний проигрыш (математическое ожидание проигрыша). Игровой процесс в этом случае имеет вид многократного случайного разыгрывания. Смешанное решение матричных игр следует применять, если игровая ситуация является повторяющейся (имеет большое число партий, реализуемых в одних и тех же условиях). В случае, если же игровая ситуация представляет собой только нескольких партий, «вероятностный» подход к решению игры затрудняется, особенно если игровая ситуация является уникальной и разыгрывается однократно.

Кроме точных методов решения в содержание учебной дисциплины «Теория игр: базовый уровень» входят приближенные методы исследования игровых моделей, один из которых – метод Брауна– Робинсон. В основе итеративного метода Брауна – Робинсон лежит принцип применения максиминных и минимаксных стратегий и накопления выигрышей. Реализуется этот метод приближенного решения матричных игр посредством фиктивного разыгрывания, в процессе которого игроки, используя собственные чистые стратегии, стремятся максимизировать свой выигрыш. Каждое разыгрывание игры принято называть итерацией (партией). Отметим, что количество итераций может быть сколь угодно велико. Проводя последовательное фиктивное разыгрывание матричной игры, игроки в рамках каждой итерации выбирают собственные наилучшие

чистые стратегии. Метод имитирует многократное повторение игровой ситуации в одних и тех же условиях, способствующее набору статистики, иллюстрирующей, выбор каких стратегии максимизирует накопленный выигрыш игроков. Эта идея позволяет определить оптимальные смешанные стратегии игроков. Процесс, состоящий из итераций (партий) и позволяющий приближенно определить оптимальные смешанные стратегии игроков, является итеративным.

Следует отметить, что проблема выбора оптимальных производственных стратегий стимулирует использование различных математических методов, моделей и инструментальных средств. Особое место среди современных математических методов и моделей занимают методы и модели теории игр. Они позволяют формализовать ситуации выбора оптимальных производственных стратегий в виде теоретико-игровых моделей, а также провести их дальнейшее исследование. Изучаемые студентами экономического бакалавриата теоретико-игровые модели содержат следующие особенности: во-первых, множество стратегий игрока; во-вторых, множество состояний экономической среды, в-третьих, функция (матрица) выигрышей. На основе формализации экономической ситуации возможен ее всесторонний анализ, результатами которого будут *практические рекомендации по научно-обоснованному выбору производственных стратегий*, в том числе с учетом вероятностно-статистических распределений значений спроса, а также склонности к риску [16]. Перечислим наиболее значимые для повышения качества профессиональной подготовки экономиста критерии анализа игровой ситуации с природой.

Критерий Байеса:

$$B_{A, p^0} = \max_i B_{p^0}(i) = \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j^0.$$

Критерий Лапласа:

$$L(i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad i = 1, \dots, m, \quad L = \max_i L(i) = \max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}.$$

Критерий Вальда:

$$W(i) = \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}, \quad i = 1, \dots, m, \quad W = \max_{1 \leq i \leq m} W(i) = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}.$$

Критерий Сэвиджа:

$$S = \min_{1 \leq i \leq m} S(i) = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}.$$

Критерий Гурвица:

$$G_{A, \alpha} = \max_{1 \leq j \leq n} G_{A, \alpha}(i) = \max_{1 \leq j \leq n} \left\{ \alpha \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1 - \alpha) \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right\}.$$

Критерий Ходжа-Лемана:

$$HL_A(i) = \alpha \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j^0 + (1 - \alpha) \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}, \quad i = 1, \dots, m.$$

Критерий Гермейера:

$$GH_A(i) = (1 - \alpha)G(i) + \alpha M(i), \quad i = 1, \dots, m.$$

Представленные в данной статье критерии анализа игровой ситуации с природой требуют особого методического внимания со стороны преподавателя высшей экономической школы. Так, необходимо не просто информировать студентов экономического бакалавриата о множестве критериев, но и формировать иерархию этих критериев, формировать дидактические условия для осознанного выбора того или иного критерия. Особое внимание при этом следует уделять интегрированным критериям (критерий Гурвица, критерий Ходжа-Лемана, критерий Гермейера).

Внедряемые в практику профессиональной подготовки будущего бакалавра экономики новые игровые модели, некоторые современные интерпретации которых представлены в публикации [17], а также методы оценки эффективности производственных стратегий способствуют количественному уточнению доходностей малых предприятий, обоснованию выбора оптимальных производственных стратегий. Теоретико-игровые модели являются важными системообразующими компонентами содержания математической подготовки будущего бакалавра экономики, позволяют реализовывать на практике прикладную направленность обучения математике будущего бакалавра экономики, расширить представления студентов о методах моделирования и прогнозирования экономики.

Таким образом, совершенствование прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики является актуальной педагогической задачей, стимулирующей поиск новых педагогических и информационно-коммуникационных технологий, исследования их дидактических возможностей в учебном процессе. Отметим, что в настоящее время в рамках работы на факультете дистанционного обучения Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова ведется целенаправленная работа по методической адаптации игровых моделей к организационно-дидактическим условиям учебного процесса, осуществляемого с применением новых информационных и педагогических технологий. Так, игровые модели были включены в учебный процесс в рамках учебных дисциплин «Теория игр», «Методы оптимальных решений», «Моделирование финансовой деятельности». В рамках каждой из перечисленных дисциплин удалось отказаться от фрагментарного включения вопросов теоретико-игрового моделирования в практику подготовки будущего экономиста благодаря выстраиванию специальной логической структуры содержания учебных дисциплин.

Перспективными направлениями дальнейшего исследования теоретико-игровых моделей как условия повышения качества профессиональной подготовки экономиста является совершенствование содержания и применение новых инструментальных средств, позволяющих рассматривать не только игры в классической постановке, но и игровые модели в неоклассической постановке. Включение игровых моделей в неоклассической постановке в практику прикладной математической подготовки будущего бакалавра экономики требует учета особенностей использования информационно-коммуникационных технологий в процессах

группового принятия управленческих решений, представленных в работе [18]. Заслуживает внимания также изучение различных содержательно-экономические и управленческие интерпретаций получаемых результатов игрового моделирования в контексте формализации и анализа конкурентной борьбы предприятий за рынки сбыта продукции, оценки ситуации с позиции полной неопределённости, а также различных критериев оптимальности, учитывающих характер отношения руководителей предприятий к риску.

Библиографический список

1. Власов Д. А., Синчуков А. В. Равновесие Нэша в биматричных играх: технология моделирования и визуализации Wolfram Demonstration Project // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 4. С. 209-216.
2. Власов Д. А., Синчуков А. В. Теория игр в системе прикладной математической подготовки бакалавра экономики // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 3. С. 112-116.
3. Власов Д. А., Синчуков А. В. Проектирование содержания математической подготовки бакалавра политологии на основе концепции фундирования // Ярославский педагогический вестник. 2014. Т. 2. № 3. С. 86-89.
4. Потравный И. М., Тихомирова Т. М., Тихомиров Н. П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. 351 с.
5. Тихомиров Н. П. Методы оценки эффективности инвестиционных проектов в реальном секторе экономики в условиях неопределенности исходной информации // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2011. № 6. С. 86-94.
6. Бабенко Е. Р., Седова Н. А. Инновационные технологии в преподавании дисциплин, связанных с теорией нечётких множеств // Педагогические чтения в ННГУ: сборник научных статей / Отв. ред. И.В. Фролов; Мин.обр.науки РФ, Мин.обр. НО, Арзамасский филиал ННГУ. Нижний Новгород – Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2015. С. 183-186.
7. Стримжа М. М., Мазур М. В. Реализация в Mathcad элементов теории нечётких множеств // В сборнике: Международна научна школа «Парадигма». Лято-2015 сборник научни статии в 8 тома. ВАРНА, 2015. С. 288-296.
8. Барина Ю. С., Каменецкая Н. В. О возможности применения теории графов для решения ряда задач оптимизации оперативной деятельности подразделений МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 1 (13). С. 39-44.
9. Власов Д. А. Методы обучения как компонент методической системы прикладной математической подготовки // Ярославский педагогический вестник. 2009. № 4. С. 125-129.
10. Власов Д. А., Леньшин А. И. Методы обучения как компонент

методической системы прикладной математической подготовки в системе среднего и высшего образования // Сибирский педагогический журнал. 2009. № 11. С. 71-78.

11. Сухорукова И. В., Лихачев Г. Г. Компьютерное моделирование и математическое обеспечение экономико-социальных задач // Экономический анализ: теория и практика. 2003. № 5. С. 60-62.
12. Сугак В. П., Калинина Е. С. Разработка математической модели выбора маршрутов передвижения при ликвидации чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 1 (13). С. 59-67.
13. Пантина И. В., Синчуков А. В. Вычислительная математика – Московский финансово-промышленный университет «Синергия». 2012. 176 с.
14. Монахов В. М. Дидактическая аксиоматика когнитивной теории педагогических технологий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 3-1. С. 32-39.
15. Смирнов Е. И. Технология наглядно-модельного обучения математике / Е. И. Смирнов. – Ярославль, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, 1998. 335 с.
16. Тихомиров Н. П., Тихомирова Т. М. Риск-анализ в экономике. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2010. 318 с.
17. Полежаев В. Д., Полежаева Л. Н. Методы и модели в экономике: конспект лекций. Омск: ОмГТУ, 2008. 65 с.
18. Мангушева Л.С., Хайрулин И.Г. Роль информационно-коммуникационных технологий в процессах группового принятия управленческих решений // Транспортное дело России. 2017. № 1. С. 42-44.