

Машкин Аркадий Львович

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)»

г. Москва

Астахова Инна Ивановна

преподаватель

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет геодезии и картографии»

г. Москва

Чужина Олеся Михайловна

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет геодезии и картографии»

г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ИГР В УПРАВЛЕНИИ СТОИМОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Аннотация: в статье рассматривается применение теории игр как инструмента обоснования решений в области землеустройства и реновации городских агломераций. Актуальность обусловлена необходимостью согласования разнонаправленных интересов участников (администрация, бизнес, общественные организации), чьи цели варьируются от рациональных до эмоциональных. Теория игр позволяет моделировать поведение множества заинтересованных сторон, прогнозировать параметры будущих процессов, а также определять пропорции участия и учёта целей проекта. Обосновано, что игровое моделирование особенно полезно в условиях, когда итоговые результаты и сам процесс участия трудно предсказуемы. Адаптация теории игр к сфере землеустройства способствует выработке сбалансированных решений.

Ключевые слова: управление недвижимостью, теория игр, принятие решений, инвестиции.

Как теория принятия решений, так и теория игр связаны с решениями отдельных лиц. Теория управления занимается процессами принятия решений, где результат зависит как от самих принятых решений, так и от неопределенности внешних условий, при этом условия внешней среды окружающей среды должны быть иметь возможность моделироваться и обеспечивать вероятности реализации тех или иных событий. Одновременно, теория игр анализирует процессы принятия стратегических решений. Здесь результат зависит не только собственного решения участника, но и решения других заинтересованных сторон, а примечательным фактом является то, что любая заинтересованная сторона будет учитывать эти характеристики принятия стратегических решений [4]. Такие процессы принятия решений известны из многих стратегических игр, например, шахмат и собственно, положено в основу названия данной теории управления. В целом, теория игр является особой частью теории принятия управленческих решений, особенно в условиях неопределенности. Для использования теории игр в качестве инструмента анализа важно иметь фундаментальную основу определения и понятия в теоретическом моделировании игр. Отправная точка стратегического процесса принятия решений – это игроки (P_n) с их несколькими стратегиями (S_{ni}) для решения проблемы. У каждого игрока есть как минимум две стратегии. Даже не делая ничего в принятии решений процесс представляет собой стратегию. Различные формы представления иллюстрируют теоретическую ситуацию игры [5]. На рис.1 показана простая игра только с двумя игроками P_n (где $n = 1, 2$) в так называемой матричной игре. Игрок P_1 также называется столбцовым игроком, а игрок P_2 – рядным игроком. Оба имеют две стратегии s_{ni} . В отношении выбора каждого игрока существует (2×2) -комбинация стратегии. Набор всех комбинаций стратегий описывает стратегическое пространство. Каждая комбинация стратегий вызывает выигрыш игрока E_{im} . Эта форма представления является стратегической (или нормальной) формой.

Игрок P ₁ Игрок P ₂	Стратегия s ₁₁	Стратегия s ₁₂
	Стратегия s ₂₁	Стратегия s ₂₂
	S ₁ E ₂₁ E ₁₁	S ₂ E ₂₂ E ₁₂
	S ₃ E ₂₃ E ₁₃	S ₄ E ₂₄ E ₁₄

Рис. 1. Матрица игры (форма стратегий)

Другой формой представления игры является дерево игры (рис. 2). Есть два игрока P_n (при n = 1, 2), приведенных в примере. Дерево игры состоит из двух элементов, узлов и вариантов. Узлы A, B и C являются узлами принятия решений. Здесь игрок P₁ (узел A принятия решения) и игрок P₂ (решающие узлы B и C) должны сделать выбор. Узел A – корень игры. Узлы на конце дерева называются конечными узлами S₁, S₂, S₃ и S₄ (комбинация стратегий). Набор всех возможных комбинаций стратегий называется стратегическим пространством S. Ветви дерева представляют возможные стратегии для каждого игрока. Эта форма представления является расширенной (или последовательной) формой. В дополнение к подробному описанию каждой игры, можно представить временные структуры индивидуальных особенностей игроков.

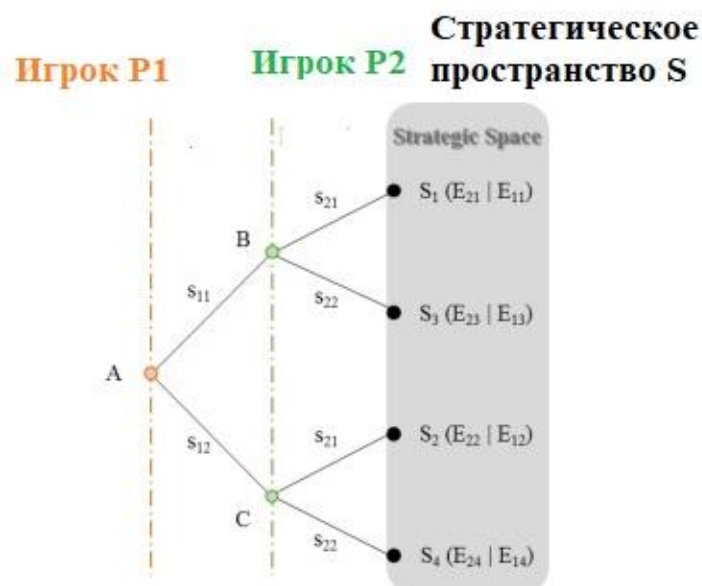


Рис. 2. Дерево игры

Для анализа процессов принятия стратегических решений с помощью теории игр, правила игры и результирующие типы игр должны быть заранее установлены. Рассмотрим несколько различных моделей игры.

1. Кооперация (сотрудничество) и автономность(эгоизм). В играх с кооперацией разрешены договорённости между игроками. Они встречаются друг с другом и могут договариваться о реализации особого результата игры. Этот тип игры позволяет разрабатывать договоренности между игроками. Они соглашаются действовать в соответствии с этими договоренностями. В отличие от этого, в играх с правилами эгоизма, договоренности между игроками не допускаются.

2. Статические и динамические игры. В статичной игре все игроки принимают решения одновременно и без знания стратегического выбора других игроков. Эти игры также называются одновременными играми и представлены на рис. 1. В динамичной (или последовательной) игре игроки выбирают свою стратегию поодиночке. В этом случае, второй игрок знает выбор первого игрока. Здесь существует обширная форма реализаций, т. к. это лучший способ представления таких игр, потому что он показывает временной порядок игроков.

3. Одноразовые и повторные игры. Одноразовые игры играют только один раз, повторные игры играют несколько раз или даже бессрочно (так называемые суперигры).

4. Симметричные и асимметричные игры. Эти два типа игр различаются по уровню информации каждого игрока на момент решение. В симметричных играх у всех игроков одинаковая информация. В асимметричных играх, один игрок имеет любую информацию (кроме частной), и которая неизвестна другим игрокам.

5. Игры с идеальной (полной) информацией против игр с несовершенной (неполной) информацией. В игре с совершенной информацией, каждый игрок знает выигрыши других. Если какие-либо игроки не знают выигрыши других,

игра называется игрой с несовершенной (или неполной) информацией. Статичная игра – это игра с несовершенной информацией, ведь все игроки принимают решения одновременно.

Имея базовое понимание теории игр, вернемся к управлению земельными ресурсами. Рациональное зонирование территории является важным аспектом развития недвижимости, где решения влияют на выделение земли для различных целей, таких как жилое, коммерческое и промышленное использование [6]. Теория игр, математическая основа для анализа стратегических взаимодействий, предлагает ценную информацию об этих решениях о зонировании, учитывая конкурирующие интересы различных заинтересованных сторон. Региональные и местные органы власти играют ключевую роль в зонировании, поскольку они устанавливают законодательные нормы и правила, которые определяют развитие в соответствии с заявленными целями планирования [7]. Застройщики, с другой стороны, стремятся максимизировать свою прибыль от привлеченных инвестиций, часто настаивая на изменениях зонирования, которые позволяют более интенсивно использовать землю и связанные с ней объекты недвижимости в целях повышения ее стоимости. Общественные группы граждан обычно выступают за поддержание или повышение качества жизни, выступая против реализации сценариев, которые могут привести к уплотнению застройки, перенаселению или деградации окружающей среды. Это взаимодействие интересов создает сложную стратегическую среду, в которой теория игр может применяться для прогнозирования и анализа реализации разных вариантов проекта [8].

Одной из фундаментальных концепций в теории игр является равновесие Нэша, которое возникает, когда ни один игрок не может извлечь выгоду, изменяя в одностороннем порядке свою стратегию, учитывая стратегии других [9]. В контексте споров о зонировании равновесие Нэша может быть определено, когда местное правительство, разработчики и общественные группы достигают состояния, когда ни одна из сторон не может улучшить свою ситуацию, не усугубляя других. Это равновесие помогает прогнозировать вероятные результаты решений и споров о зонировании.

Например, рассмотрим сценарий, когда девелопер предлагает жилой проект высокой плотности в пригородной зоне. Местное правительство может поддерживать проект из-за его потенциала увеличить налоговые поступления, в то время как общественные группы могут выступить против него из-за опасений по поводу трафика и шума. Теория игр может помочь смоделировать стратегические взаимодействия, показывая, что компромисс, такой как улучшение инфраструктуры финансирования разработчиков или ограничение масштаба проекта, может стать равновесием Нэша [10].

На подобных примерах теория игр демонстрирует свою полезность в прогнозировании результатов зонирования конфликтов и обеспечении структурированного подхода к разрешению споров. Понимая стратегические соображения всех участвующих сторон, заинтересованные стороны могут более эффективно вести переговоры и находить решения, которые уравнивают экономическое развитие с благосостоянием сообщества [11].

В области развития недвижимости проектное финансирование является ключевым элементом, который определяет успех и осуществимость проектов. Теория игр обеспечивает надежную основу для понимания и оптимизации сложных взаимодействий между разработчиками, инвесторами и финансовыми учреждениями. Применяя такие принципы, как ведение переговоров, сигнализация и приверженность, заинтересованные стороны могут более эффективно ориентироваться в финансовом ландшафте. Ведение переговоров играет решающую роль в финансировании проектов, поскольку оно предполагает обсуждение условий, обеспечивающих взаимную выгоду для всех участвующих сторон. Девелоперы ищут выгодные условия кредитования, в то время как инвесторы и финансовые учреждения стремятся к доходности с поправкой на риск. Теория игр моделирует эти переговоры, помогая заинтересованным сторонам в достижении оптимальных договоренностей, а управление рисками методами страхования, укладывается в общий тренд теории игр [12].

Теория игр обеспечивает надежную основу для понимания конкурентной и кооперативной динамики, которая формирует эти решения, предлагая ценную

информацию о стратегическом поведении различных участников рынка недвижимости. Поскольку мы смотрим в будущее, интеграция теории игр в развитие систем управления недвижимостью может значительно расшириться. Новые тенденции и технологии, такие как аналитика больших данных и искусственный интеллект, должны революционизировать подход к стратегическому анализу проектов в сфере недвижимости [13]. Эти достижения позволяют более точно моделировать рыночные условия и поведение заинтересованных сторон, тем самым повышая прогнозирующую силу и применимость моделей теории игр [14].

Список литературы

1. Ананичева Е.П. Анализ ключевых особенностей землеустроительного процесса в агропромышленном комплексе России / Е.П. Ананичева // Московский экономический журнал. – 2024. – Т. 9. №6. – С. 592–606. DOI 10.55186/2413046X_2024_9_6_309. EDN BUBWEE
2. Стратегии устойчивого развития: экономические, юридические и социальные аспекты: монография / А.В. Минаков, М.М. Милославская, А.Л. Машкин [и др.]. – Чебоксары, 2025. DOI 10.31483/a-10761. EDN VBLFHS
3. Машкина М.А. Экономические методы повышения инвестиционной стоимости территорий / М.А. Машкина, А.Л. Машкин // Национальные и международные финансово-экономические проблемы автомобильного транспорта: сб. науч. тр. – М., 2024. – С. 57–66. EDN HGQCJT
4. Кремлев А.Г. Основные понятия теории игр: учеб. пособие / А.Г. Кремлев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. EDN XGMRIX
5. Holler M.J. Einführung in die Spieltheorie / M.J. Holler, G. Illing. – 6th ed. – Berlin: Springer Verlag, 2006.
6. Использование экономико-математических методов и моделей для землеустроительных целей / В.Б. Непоклонов, И.А. Хабарова, Д.А. Хабаров [и др.] // МСХ. – 2017. – №6. EDN ZTUOKL

7. Машкин А.Л. Современные тенденции развития цифровых технологий в системе управления земельными ресурсами в Европе / А.Л. Машкин, Е.С. Гоголина, С.В. Глаголева // Экономика и право: монография / гл. ред. Э.В. Фомин. – Чебоксары, 2020. – С. 45–57. DOI 10.31483/r-96915. EDN FHMMRF

8. Сеницына А.Л. Прогнозирование и планирование землепользования на базе информационных систем / А.Л. Сеницына, О.А. Кувекина, А.Л. Степанченко // Современные проблемы прогнозирования и планирования землепользования: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2024. – С. 21–27. EDN MFVWXR

9. Исаков М.Б. Теоремы существования равновесия в безопасных стратегиях / М.Б. Исаков // Теория активных систем – 50 лет: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (18–19 ноября). – М.: ИПУ РАН. – С. 115–121.

10. Сеницына А.Л. Существующие проблемы в области сбора, интеграции и анализа многоуровневых и разнородных пространственных данных для решения задач управления и развития территорий / А.Л. Сеницына, А.Л. Степанченко, О.А. Кувекина // Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2024. – С. 175–182. EDN RWKBZW

11. Лазарева И.С. Проблематика тенденций развития системы управления земельными ресурсами / И.С. Лазарева, Р.Р. Хамзина // Электронная наука. – 2024. – Т. 5. №1. EDN HVGCBG

12. Машкин А.Л. Страхование недвижимости как метод повышения ее инвестиционного потенциала / А.Л. Машкин, И.И. Астахова // Актуальные вопросы экономики, права и социологии: сб. материалов II Всерос. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2025. – С. 126–131. EDN AJYUZQ

13. Индекс цифровизации территории: актуальные параметры и динамика роста (на примере Республики Татарстан) / М.Н. Забаева, И.И. Астахова, П.Д. Мартынюк [и др.] // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика: сб. науч. тр. XIII Регион. науч.-

практ. конф. с междунар. участием. – Н. Новгород, 2025. – С. 118–123. EDN
ТНЈРЈ

14. Kelleher J.D. Data Science / J.D. Kelleher, B. Tierney. – Cambridge, MA:
The MIT Press, 2018.