

Исследование стратегий взаимодействия субъектов патентного права с использованием эволюционного теоретико-игрового подхода

Analysis of interaction strategies of patent law subjects using an evolutionary game-theoretic approach



К. А. Лундаева,
аналитик
✉ karina.lundaeva@spbpu.com

K. A. Lundaeva,
analyst



А. М. Гинцяк,
к. т. н., зав. лабораторией
✉ gintcyak_am@spbstu.ru

A. M. Gintciak,
candidate of engineering sciences,
head of laboratory

Лаборатория «Цифровое моделирование промышленных систем», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Laboratory «Digital modeling of industrial systems», Peter the Great St. Petersburg polytechnic university

В статье представлена эволюционная теоретико-игровая модель исследования стратегий взаимодействий субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности. Современная инновационная экономика основана на эффективном управлении интеллектуальной собственностью, что делает патентное регулирование ключевым элементом стимулирования научно-технического прогресса. Актуальность разработки модели обосновывается наличием правовой неопределенности, длительностью судебных разбирательств и наличием рисков неправомерного использования результатов интеллектуальной деятельности, что влияет на снижение инновационной активности предприятий. Практической проблемой исследуемой области является выбор неоптимальных стратегий инновационной деятельности предприятий в части защиты и использования прав интеллектуальной собственности. Причиной существования практической проблемы является неразрешенность научной проблемы, а именно то, что существующие подходы к выбору стратегий предприятий не учитывают вероятностный характер влияния внешних факторов, в том числе вариативность степени влияния регулирующих органов. Целью исследования является разработка эволюционной теоретико-игровой модели взаимодействия субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности, учитывающей особенности действующего законодательства и возможности в части защиты и распоряжения правами интеллектуальной собственности. В результате приведено описание разработанной модели, логики ее работы, описаны модельные допущения и ограничения, а также проведена разработка сценариев моделирования с учетом возможных модификаций модели и реализована программная апробация нулевого сценария базовой модификации разработанной эволюционной теоретико-игровой модели.

The article presents an evolutionary game-theoretic model for studying the strategies of interactions between patent law subjects in implementing innovative activities. The modern innovative economy is based on effective management of intellectual property, which makes patent regulation a key element in stimulating scientific and technological progress. The relevance of the model development is justified by the presence of legal uncertainty, the duration of litigation and the presence of risks of illegal use of the results of intellectual activity, which affects the decrease in innovative activity of enterprises. The practical problem of the studied area is the choice of suboptimal strategies for innovative activity of enterprises in terms of protecting and using intellectual property rights. The reason for the existence of the practical problem is the unresolved scientific problem, namely, the fact that existing approaches to the choice of enterprise strategies do not take into account the probabilistic nature of the influence of external factors, including the variability of the degree of influence of regulatory authorities. The purpose of the study is to develop an evolutionary game-theoretic model of interaction between patent law subjects in implementing innovative activities, taking into account the features of the current legislation and the possibilities in terms of protecting and disposing of intellectual property rights. As a result, a description of the developed model, the logic of its operation, a description of the model assumptions and limitations are given, as well as the development of modeling scenarios taking into account possible modifications of the model and the implementation of software testing of the zero scenario of the basic modification of the developed evolutionary game-theoretic model.

Ключевые слова: патентное право, стратегические взаимодействия, эволюционная теория игр, имитационное моделирование, интеллектуальная собственность.

Keywords: patent law, strategic interactions, evolutionary game theory, simulation modeling, intellectual property.

Введение

Современное развитие экономики знаний и технологическая трансформация обуславливают рост значимости интеллектуальной собственности (ИС) как стратегического ресурса инновационной деятельности [1]. Патентное право, выступающее ключевым инструментом правовой охраны, одновременно формирует институциональные рамки и влияет на поведенческие стратегии субъектов инновационного процесса. Исследование эволюционно устойчивого профиля стратегий представляет собой ключевое направление в анализе поведения субъектов в условиях ограниченно рационального выбора и многократных взаимодействий. В рамках инновационной деятельности, связанной с патентным правом, поведение агентов часто не подчиняется принципам абсолютной рациональности,

что ограничивает применимость исключительно классической теории игр [2]. Интеграция методов эволюционной теории игр позволяет моделировать процесс адаптации стратегий во времени, выявляя устойчивые поведенческие паттерны, способные сохраняться даже при наличии стратегических мутаций и внешних возмущений [3]. В свою очередь, использование имитационного моделирования позволяет отразить сложные причинно-следственные связи, институциональные особенности и стохастическую природу инновационной среды. Таким образом, сочетание этих подходов позволяет не только формализовать и проанализировать стратегические взаимодействия субъектов патентного права, но и выявить условия формирования эволюционно устойчивых стратегий, оптимальных в долгосрочной перспективе с точки зрения адаптации [4].

Целью исследования является разработка эволюционной теоретико-игровой модели взаимодействия субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности, учитывая особенности действующего законодательства и возможности в части защиты и распоряжения правами ИС. В ходе работы была проведена разработка эволюционной теоретико-игровой модели на основе принципиального подхода, определенного на прошлых этапах исследования и основанного на интеграции классической теории игр, агентного моделирования, эволюционной теории игр и дискретно-событийного моделирования. Было приведено описание модельных ограничений и допущений, а также проведена разработка модельных сценариев для программной апробации модели и анализа влияния институциональных и технологических изменений, а также времени жизненного цикла объектов ИС на эволюционно стабильных профилей стратегий субъектов патентного права.

Также в результатах исследования приведены результаты апробации модели на нулевом сценарии по нахождению эволюционно устойчивого профиля стратегий правообладателей и последователей при среднем уровне надзора по времени моделирования, равному 10 лет. Модельные результаты представляют результаты «нулевого эксперимента» без учета моделирования сценариев изменения степени государственного надзора, уровня использования технологий и прочих событий и внешних воздействий на систему. В качестве перспектив исследования были выделены необходимые сценарии моделирования в рамках исследования стратегий инновационной деятельности предприятий в зависимости от особенностей патентного регулирования.

Материалы и методы

Одним из центральных предположений модели является фокус на защите и использовании прав на один объект ИС в рамках каждой итерации. По завершении итерации происходит обновление вероятностей успешной правовой защиты в зависимости от формы охраны, с учетом накопленного опыта, основанного на результатах судебной практики. Этот механизм отражает процесс адаптации и обучения агентов на основе предыдущих взаимодействий и позволяет проследить динамику формирования эволюционно устойчивых стратегий. Тем самым обосновывается эволюционный характер разрабатываемой теоретико-игровой модели, в которой стратегическое поведение субъектов изменяется под воздействием опыта и институциональной среды во временном горизонте.

Для разработки эволюционной модели применяется имитационное моделирование, позволяющее воспроизводить процессы стратегического поведения в динамике [5]. Процессы патентного права представляют собой последовательность дискретных событий (подача заявки, регистрация патента, судебные споры, лицензирование и т. д.), которые изменяют состояние системы и соответствуют логике дискретно-событийного моделирования. Дискретно-событийное

моделирование обеспечивает реалистичное представление взаимодействия субъектов в многоагентной системе и формирует методологическую основу для последующей интеграции с эволюционной теорией игр [6]. Для определения подхода к разработке эволюционной теоретико-игровой модели были рассмотрены возможности интеграции ключевых преимуществ эволюционной теории игр, агентного и дискретно-событийного моделирования. В результате анализа были сделаны выводы о методологических принципах объединения этих подходов в единую модель.

Дискретно-событийный подход был выбран в качестве методологической основы программной реализации эволюционной теоретико-игровой модели процессов патентного права в силу его высокой адекватности природе моделируемых правовых и стратегических взаимодействий. Процессы в сфере патентного права развиваются как последовательность дискретных событий, таких как подача заявки, регистрация патента, передача прав, заключение лицензионных соглашений, возникновение судебных споров. Также в модель включены возможные действия, не всегда соответствующие добросовестной практике, такие как имитация инноваций, что позволяет исследовать поведение участников в условиях несовершенства правоприменения и риска нарушения норм добросовестной конкуренции. Дискретно-событийное моделирование обеспечивает возможность строгой формализации временной логики событий, задавая как условия их возникновения, так и последствия, выражающиеся в трансформации параметров системы или переходе к новым сценариям поведения агентов. Кроме того, данный подход позволяет учитывать стохастическую природу некоторых аспектов патентной практики — длительность регистрационных и судебных процессов, вероятность заключения лицензии в зависимости от рыночной конъюнктуры или стратегических предпочтений участников, вероятность успешных судебных разбирательств в случае нарушения прав ИС.

Разработанный принципиальный подход к программной реализации эволюционной теоретико-игровой модели на основе гибридного моделирования послужил методологической основой разработки логики имитационной модели исследования стратегий субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности

Результаты

1. Программная реализация эволюционной теоретико-игровой модели взаимодействия субъектов патентного регулирования

В модели в качестве стратегий правообладателей по защите объектов ИС рассматриваются: патентование инновационной разработки как полезной модели, патентование в качестве изобретения [7] и защита результатов интеллектуальной деятельности с использованием смарт-контракта [8].

Под смарт-контрактом в данном исследовании понимается контракт, регистрируемый в блокчейн-сети и



Рис.1. Модель эволюционной игры в AnyLogic

обладающий функцией автоматического исполнения заданных условий сделки между сторонами (субъектами патентного права) без участия посредников.

В модели данная стратегия защиты объектов ИС рассматривается как инструмент технической фиксации условий использования результатов интеллектуальной деятельности и их автоматического исполнения. Следует отметить, что в контексте авторского права технологии блокчейн и смарт-контракты уже находят прикладное применение, особенно в вопросах верификации авторства и контроля распространения цифрового контента.

В сфере патентного права использование смарт-контрактов носит ограниченный и в значительной степени экспериментальный характер, однако с точки зрения моделирования стратегий в условиях цифровизации институциональной среды представляется перспективным и позволяет учесть возможные направления эволюции правоприменительной практики.

У последователей, в свою очередь, предлагаются следующие стратегии: имитация инноваций и заключение лицензионного договора с правообладателем с последующими выплатами лицензионных отчислений [9, 10].

Модель была разработана в среде AnyLogic, что обеспечило возможность интеграции дискретно-событийного моделирования с элементами агентного моделирования и эволюционной теории игр [11]. На рис. 1 и 2 последовательно представлен интерфейс дискретно-событийной модели эволюционной игры в AnyLogic в двух частях.

Далее приводится описание логики работы модели. При описании игры вводится параметр i – состояние институционального надзора, отражающее уровень контроля за соблюдением патентных прав. Каждому состоянию сопоставляется вероятность обнаружения нарушения патентных прав (w_i), например, использования запатентованного решения без получения лицензии. Разные значения w_i соответствуют различным режимам регулирования – от низкого до высокого

уровня институционального контроля – и отражают не прямую активность государственных органов, а совокупное воздействие институциональной среды, включая доступность судебной защиты, наличие экспертизы, эффективность процедур оспаривания и т. п. Важно подчеркнуть, что выявление нарушений патентных прав в большинстве случаев осуществляется не государством, а самими правообладателями, иницирующими разбирательства. Тем не менее, институциональная среда оказывает существенное влияние на вероятность фиксации нарушений и принятия решений по ним. Для учета этой вариативности в модели используются априорные вероятности $P(w_i)$, позволяющие смоделировать адаптацию стратегий субъектов в зависимости от текущего состояния системы патентного регулирования.

Горизонт моделирования составляет 10 лет (3650 дней). В рамках одной итерации правообладатель один раз выбирает стратегию защиты, а последователь – стратегию использования объекта ИС. Выбор стратегии осуществляется на основе максимизации функции полезности с учетом ограниченной рациональности агентов. Последняя моделируется с помощью нормального распределения в среде AnyLogic: в произведение к вычисленной функции полезности добавляется случайная компонента, характеризуемая стандартным отклонением 0,1, что позволяет учесть поведенческую неопределенность агентов при принятии решений. Далее показано, как выглядит функция выбора стратегии в блоке «Выбор_способа_защиты_ИС» на примере регистрации изобретения:

$$\text{normal}(0,1 * Vh_inv, Vh_inv),$$

где Vh_inv – функция полезности правообладателя при выборе стратегии регистрации изобретения.

Далее значения функций для трех стратегий сравниваются для выявления максимального значения и выбора формы регистрации объекта ИС правообладателем. Для последователя реализован аналогичный

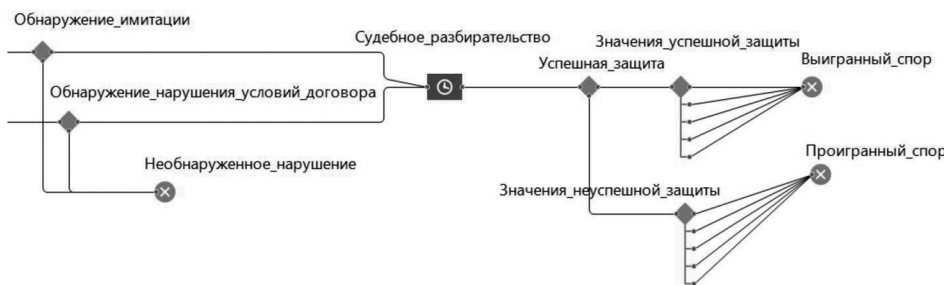


Рис. 2. Модель эволюционной игры в AnyLogic. Часть 2

алгоритм учета ограниченной рациональности агентов в блоке «Выбор_способа_использования».

Модель опирается на вероятностные механизмы, где такие параметры, как w_i (вероятность успешной защиты ИС) и SDP (вероятность успешного судебного разбирательства по каждой форме защиты объекта ИС), играют важную роль. Также, этап коммерциализации объекта ИС на рынке инноваций имеют фиксированную вероятность успеха в 75%, что отражает типичные риски и неопределенности, связанные с рыночным внедрением инноваций, такие как конкуренция, изменение спроса или технологические барьеры. В имитационной модели данный шаг реализуется посредством блока SelectOutput «Потребность_использования», где в случае выхода сущности по ветке «false» объект ИС считается зарегистрированным объектом, но невостребованным на рынке инноваций. Такая логика реализована для отражения ключевых аспектов жизненного цикла объектов ИС и их коммерческой судьбы, учитывая как юридические, так и рыночные факторы. Таким образом, логика ветвления в блоке «Потребность_использования» отражает ситуацию, когда юридическая защита и рыночная ценность не всегда совпадают. Это приближает модель к реальным условиям, где успех зависит как от правовой среды, так и от экономических факторов, а эволюция стратегий агентов происходит под воздействием обоих аспектов.

По завершении моделирования формируется профиль эволюционно устойчивых стратегий, показывающий, какие стратегии к защите и использованию ИС оказались наиболее стабильными с точки зрения максимизации функций полезности агентов в долгосрочной перспективе (за 10 лет моделирования). Модель поддерживает гибкую настройку через входные параметры. Варьирование вероятностных параметров (w_i , Pw_i , SDP) позволяет анализировать различные институциональные условия моделируемой системы с точки зрения зрелости патентного законодательства и опыта судебной практики по спорам, связанным с защитой объектов ИС. Варьирование параметров, включенных в функции полезностей и описывающих различные стратегии агентов, также позволяет разрабатывать сценарии для анализа влияния событий, связанных с технологическими и прочими изменениями, способствующими смещению профиля устойчивых эволюционных стратегий по времени.

Далее выделены ключевые аспекты работы эволюционной-теоретико игровой модели взаимодействия субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности:

- Значение параметра T (времени охраны объекта ИС) оказывает критическое влияние на расчет полезности (Vh_{inv} , Vh_{um} , Vh_{sc}) и, соответственно, на поведение агентов при выборе стратегии взаимодействия. При $T \leq T_{um}$ учитываются одни параметры входных функций, при $T > T_{um}$ — другие, что отражает изменение условий регистрации и коммерциализации прав.

- На всех этапах модели расчеты полезности построены на основе общей формулы R_T — издержки — цена — стоимость лицензий + вероятность лицензирования и имитации, взвешенные по предпочтениям (w_i) и стоимостным показателям (LF , SDP , h). Это позволило обеспечить сопоставимость стратегий и корректную динамику в зависимости от параметров среды.
- Расчет полезности (Vh_{inv} , Vh_{um} , Vh_{sc}) показывает, что выбор стратегии зависит как от дохода R_T , который определяется логистической функцией с параметром $t0$, так и от затрат и вероятностей успеха. Например, стратегия использования смарт-контракта (sc) становится более привлекательной при высоком SDP_{sc} и высоком уровне лицензирования, несмотря на более высокие начальные затраты.
- Расчет значений Vf_{im} и $Vf_{license}$ в блоке «Потребность_использования» также зависит от типа объекта ИС. Это позволяет гибко отражать разные сценарии: в случае полезной модели — сниженные затраты и средняя ценность лицензии; в случае изобретения — высокие затраты и потенциально высокая ценность правовой защиты.
- Параметры Prob_{im} и Prob_{license} динамически изменяются в процессе моделирования, завися от отношения количества случаев имитации и лицензирования к общему числу объектов. Это позволяет модели адаптироваться к поведению агентов и отражать изменяющийся контекст правоприменительной практики.
- Расчеты SDP_{inv}, SDP_{um} и SDP_{sc} позволяют оценить уровень успеха правовой защиты по каждому виду объекта. Это ключевой показатель, влияющий на предпочтения агентов при выборе стратегии защиты.
- Внедрение смарт-контрактов как объекта ИС моделируется наравне с изобретениями и полезными моделями, с учетом затрат на регистрацию, рисков и выгод. При этом их особенность — потенциально высокая скорость передачи прав и автоматизация — отражается в повышении полезности при определенных параметрах (высокий SDP_{sc} и Prob_{license}).
- В модели четко разделены этапы регистрации, использования, лицензирования и судебных разбирательств. Это позволяет отслеживать траекторию каждого объекта и анализировать эффективность стратегий как индивидуальных, так и совокупных.

2. Список модельных допущений и ограничений

Модель ориентирована на анализ решений, принимаемых правообладателями и последователями инновационных разработок в условиях ограниченной рациональности, институциональной неопределенности и рыночных рисков.

Структуризация допущений выполнена по ключевым аспектам, оказывающим влияние на выбор стратегий в инновационной сфере: временным и мето-

Модельные допущения и ограничения

Категория	Тип	Формулировка
Временные рамки	Допущение	Горизонт моделирования составляет 10 лет (3650 дней)
Методология	Допущение	Используется гибридное моделирование (дискретно-событийное + агентное)
Поведение агентов	Допущение	Агенты обладают ограниченной рациональностью, моделируемой через нормальное распределение
Поведение агентов	Допущение	Стратегии агентов формируются на основе максимизации функции полезности с учётом поведенческой неопределённости
Правовая среда	Допущение	Вероятность успешной правовой защиты зависит от формы охраны и обновляется по результатам каждой итерации
Правовая среда	Ограничение	Модель не учитывает международные аспекты охраны ИС и различия в патентном законодательстве других стран
Институциональные параметры	Допущение	Уровень контроля со стороны регулирующих органов моделируется через вероятности обнаружения нарушений и априорные вероятности наблюдения состояния природы i , соответствующее вероятности обнаружения нарушений
Институциональные параметры	Ограничение	В модели фиксируется априорное распределение вероятностей контроля и не учитывается их динамика
Стратегия защиты	Допущение	В каждой итерации рассматривается защита и использование прав на один объект ИС
Рыночные условия	Допущение	Вероятность коммерческого успеха объекта ИС фиксирована на уровне 75%
Рыночные условия	Ограничение	В модели не учитываются рыночные колебания спроса и технологические тренды в реальном времени

дологическим рамкам моделирования, поведенческим характеристикам агентов, особенностям правовой среды, институциональным условиям функционирования патентной системы, а также параметрам, отражающим рыночные перспективы коммерциализации ИС. Это позволяет глубже раскрыть механизмы стратегического взаимодействия участников инновационного процесса в контексте патентного регулирования.

Одним из важнейших предположений модели является фокус на защите и использовании прав на один объект ИС в рамках каждой итерации. По завершении итерации происходит обновление вероятностей успешной правовой защиты в зависимости от формы охраны по результатам накопления опыта судебной практики по защите прав на объекты ИС, что отражает динамику накопленного опыта агентов и позволяет проследить эволюцию устойчивых стратегий в долгосрочном горизонте моделирования. На основе выделенных аспектов разработана обобщающая табл. 1, в которой представлены основные допущения и ограничения модели.

Результаты по обобщению модельных допущений и ограничений служат методологическим основанием для корректной интерпретации результатов моделирования и их применения в целях обоснования рекомендаций по совершенствованию стратегий субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности.

3. Разработка сценариев моделирования и программная апробация

В рамках апробации эволюционно теоретико-игровой модели разработана иерархия модельных сценариев и гипотез, структурированная по трехуровневой системе контуров. В качестве базового уровня выделен контур эволюционной теоретико-игровой модели, внутри которого структурно организованы вложенные контуры сценариев и гипотез. Такой

подход обеспечивает иерархическую организацию исследовательского процесса: на уровне модели формулируется исходная методологическая основа — нулевой сценарий, отражающий базовые механизмы взаимодействия агентов в условиях неопределённости. Второй уровень образует контур сценариев, включающий модифицированные версии базовой модели, направленные на изучение отдельных аспектов, таких как влияние внешних технологических изменений (сценарий 1) и влияние длительности жизненного цикла объектов ИС (сценарий 2). Третий уровень представляет контур гипотез, в рамках которого осуществляется детализация исследуемых сценариев и их эмпирическая проверка. Такая иерархия обеспечивает логическую связанность модели, последовательность ее усложнения и возможность поэтапной апробации предполагаемых закономерностей стратегического поведения агентов. Иерархия модельных сценариев и гипотез представлена на рис. 3.

Иерархия модельных сценариев и гипотез, реализованная в рамках апробации эволюционно теоретико-игровой модели взаимодействия участников патентного регулирования, включает три взаимосвязанных уровня. В центре находится нулевой сценарий, представляющий базовую версию модели, в которой исследуется стохастический характер влияния внешней среды на формирование профиля эволюционно стабильных стратегий агентов.

На основе нулевого сценария посредством модификации базовой модели и дополнительной настройки параметров, развиваются модифицированные сценарии, каждый из которых задает собственное направление анализа. Сценарий 1 направлен на исследование влияния внешних технологических изменений на устойчивость стратегий агентов, тогда как сценарий 2 фокусируется на оценке влияния длительности жизненного цикла объектов ИС на выбор форм правовой охраны со стороны правообладателей. Внутри каждого сценария формулируются и апробируются конкретные



Рис. 3. Иерархия модельных сценариев и гипотез

гипотезы, обозначенные индексами (например, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2), позволяющие последовательно уточнять и проверять поведение агентов в изменяющихся условиях моделирования.

Также в структуре модели представлены гипотезы общего уровня, связанные с нулевым сценарием, предназначенные для базовой валидации модели и исследования влияния судебных прецедентов и уровня государственного надзора за правонарушениями на профиль эволюционно стабильных стратегий агентов, так как главным критерием, обосновывающим эволюцию стратегий агентов в модели, является обновление вероятностей успешной защиты объектов ИС на основе накопленной судебной практики по результатам каждой итерации. Таким образом, представленная структура обеспечивает системную апробацию модели через анализ сценариев и связанных с ними гипотез, позволяя комплексно исследовать стратегическую динамику субъектов патентного регулирования.

Далее приведено описание специфики программной реализации моделей каждого сценария с точки зрения модификации модели нулевого сценария.

Для реализации первого сценария исследования влияния внешних технологических изменений на эволюционную стабильность профиля стратегий агентов предлагается ввести сценарий укрепления опыта использования смарт-контрактов в патентной и инновационной деятельности предприятий. Использование смарт-контрактов выбрано в качестве фокусного технологического сдвига, поскольку данная технология существенно изменяет механизмы заключения, исполнения и контроля договорных обязательств, связанных с охраной и использованием объектов ИС. Смарт-контракты снижают транзакционные издерж-

ки, повышают прозрачность взаимодействий между правообладателями и пользователями, а также создают предпосылки для трансформации стратегий охраны ИС за счет автоматизации процессов лицензирования, управления сроками действия прав и урегулирования споров. В связи с этим они представляют собой релевантный пример технологического изменения, способного оказывать влияние на устойчивость и динамику стратегического поведения агентов в условиях повторяющихся взаимодействий.

Таким образом, реализация первого сценария предусмотрена через повышение/снижение показателей – элементов платежей в функциях полезности агентов, которые относятся к реализации стратегии регистрации смарт-контракта, в определенные моменты модельного времени. В качестве моментов модельного времени были выбраны точки, соответствующие 1/3 и 2/3 от общего времени моделирования 3650 дней.

В рамках разработки второго сценария исследования влияния длительности жизненного цикла объектов ИС на выбор стратегии охраны объектов ИС, в базовую модель был добавлен стохастический параметр, характеризующий время жизненного цикла объекта ИС, созданного правообладателем, измеряемый в годах. Такая модификация позволяет учесть логику выбора стратегий правообладателем исходя из ожидаемой продолжительности коммерческой ценности объекта ИС. В частности, при коротком жизненном цикле предпочтение может отдаваться менее затратным и более быстрым формам охраны, таким как регистрация полезной модели, в то время как при длительном жизненном цикле становится рациональным инвестировать в патентование изобретения. Таким образом, добавление

параметра жизненного цикла позволяет моделировать адаптивное поведение агентов и анализировать влияние этого фактора на устойчивость профиля стратегий в эволюционной динамике.

Главным отличием логики модели при этом становится вычисление функций полезности при выборе каждой стратегии охраны. Для этого реализован выбор условия по двум сценариям: если время жизненного цикла объекта ИС не превышает 10 лет (максимальный срок охраны полезной модели, то при расчете значения выручки от результатов интеллектуальной деятельности (R_T), коэффициент s , определяющий скорость роста R_T принимает значение 0,2. Также временной сдвиг, определяющий момент начала ускоренного роста t_0 принимает значение, равное времени жизненного цикла объекта ИС*(1/3).

Иначе если время жизненного цикла превышает 10 лет, то при расчете значения выручки от результатов интеллектуальной деятельности, коэффициент s принимает значение 0,1, а временной сдвиг, определяющий момент начала ускоренного роста t_0 принимает значение, равное времени жизненного цикла объекта ИС*(1/2). Такое логическое разветвление в расчетах выручки от результатов интеллектуальной деятельности основано на предположении, что характер экономической отдачи от объекта ИС существенно зависит от его жизненного цикла.

Если жизненный цикл объекта ИС короткий (не превышает 10 лет), как в случае с полезной моделью, то предполагается, что экономический эффект от его использования должен быть достигнут быстрее, так как ограниченность срока охраны стимулирует более интенсивное коммерческое использование в краткосрочной перспективе. Поэтому параметр скорости роста выручки (s) устанавливается выше — 0,2, отражая более быстрый рост доходности. Также временной сдвиг t_0 , определяющий момент начала ускоренного роста выручки, рассчитывается как 1/3 от общего времени жизненного цикла — то есть пик коммерциализации наступает раньше.

В противоположность этому, если жизненный цикл объекта ИС превышает 10 лет, речь идет, как правило, о патентах на изобретения или других формах охраны с длительной актуальностью. В таких случаях коммерческая отдача может нарастать более постепенно. Соответственно, коэффициент s устанавливается ниже — 0,1, а t_0 рассчитывается как половина жизненного цикла, отражая отсроченный, но более устойчивый рост выручки. Это позволяет модели корректно учитывать различия в стратегии коммерциализации

в зависимости от характера охраняемого объекта и выбранной формы правовой охраны.

Далее в рамках работы представлены результаты апробации модели на «нулевом» сценарии, где моделируется взаимодействие субъектов патентного права при среднем уровне внешнего надзора ($w_i=0,6$; $P(w_i)=0,3$). В данном сценарии не учитываются изменения степени государственного надзора, уровня использования технологий и прочих внешних воздействий на систему и агенты выбирают стратегии исходя из цели максимизации функций полезности. На рис. 4 приведены результаты по нахождению профиля эволюционно стабильных стратегий при взаимодействии правообладателей и последователей в условиях нулевого сценария.

Профилем эволюционно стабильных стратегий в рамках нулевого сценария является комбинация {Регистрация изобретения}; {Лицензирование}, при которой стратегия регистрации полезной модели выбирается правообладателем примерно в 42% случаев (из трех возможных вариантов), а стратегия лицензирования со стороны последователя — примерно в 66% случаев. Данный результат свидетельствует о формировании устойчивого поведенческого паттерна в условиях многократного взаимодействия между агентами. При этом профиль стратегий отличается от равновесного исхода однократной последовательной модели, реализованной на прошлом этапе исследования, в которой равновесием, совершенным по подыграм, является: ({Регистрация полезной модели}; {Лицензирование, Лицензирование, Лицензирование}). Это расхождение указывает на чувствительность агентов к факторам, моделируемым только в рамках динамической среды — таким как накопление опыта, стохастическая продолжительность охраны объектов ИС и стратегическая адаптация во времени.

Несмотря на различие в профилях равновесных стратегий, анализ динамики значений функций полезности по результатам прогона эволюционной модели было выявлено соответствие значений итоговым значениям функций полезности однократной последовательной модели. Стоит отметить, что среднее значений в эволюционной модели оказывается выше, что сопряжено с моделированием взаимодействий за десятилетний период и стохастическим характером срока охраны объектов ИС внутри популяции агентов, в то время как для теоретико-игровой модели был проведен анализ результатов за один год, советующих девятому году от начала охраны одного объекта ИС. Эти результаты подтверждают корректность логики

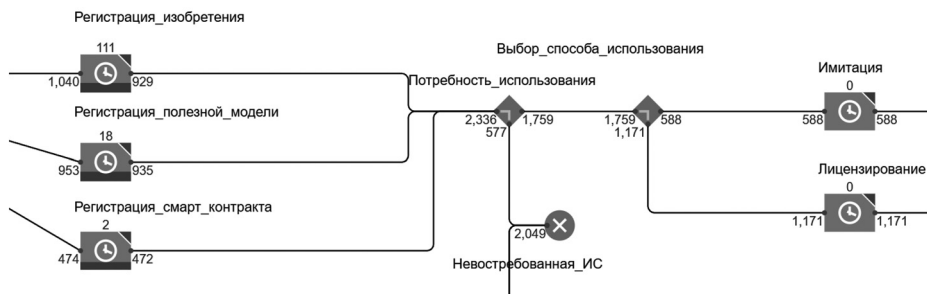


Рис. 4. Результаты моделирования нулевого сценария

и согласованность основных выводов, что обеспечивает успешную валидацию эволюционно теоретико-игровой модели на уровне нулевого сценария.

На рис. 5 представлена визуализация результатов моделирования на диаграмме с накоплением, отражающей количественную оценку выбора стратегий агентами за период моделирования.

На приведенной диаграмме с накоплением *inv*, *im*, *sc* — это количество раз, когда правообладатель принял решения о выборе в качестве стратегии охраны объекта ИС регистрацию патента на изобретение, полезную модель и регистрацию смарт-контракта, соответственно. *Im*, *license* — это количество раз, когда последователь выбрал стратегии имитации инновации и приобретения лицензии на использование прав ИС, соответственно.

В рамках следующих этапов исследования и программной апробации будет проведена разработка моделей первого и второго сценария, а также будет выполнена экспериментальная проверка гипотез, сформулированных внутри сценариев. Для каждой гипотезы будут заданы параметры моделирования, уточнены критерии проведения имитационного эксперимента с точки зрения параметров дискретно-событийной модели, модельных характеристик и пр., а также проведен анализ результатов, полученных в процессе моделирования. Такой подход обеспечит проверку исследуемых допущений и позволит оценить влияние различных факторов на выбор стратегий субъектами патентного регулирования в условиях динамично меняющейся внешней среды.

Обсуждение

Научная новизна исследования состоит в том, что разработанная эволюционная теоретико-игровая модель включает учет неопределенности степени влияния регулирующих органов на функции полезности предприятий, что подразумевает повышение адекватности при исследовании стратегий и возможность рассмотрения регулирующего органа в лице государства как игрока-природы для поиска равновесных решений при различных вариантах степени надзора правонарушений и вероятности успешной защиты ИС при возникновении патентных споров. Выделенные особенности являются ключевыми характеристиками модели, отличающими полученные результаты от существующих исследований и в значительной степени обосновывающие научную новизну полученных результатов по разработке эволюционной теоретико-игровой модели.

Преимуществом разработанной эволюционной теоретико-игровой модели является более высокая адекватность отражения реальных условий патентных взаимодействий. В отличие от большинства существующих моделей, она учитывает неполную информацию и неопределенность, что приближает ее к практике инновационного предпринимательства, где участники действуют в условиях правовой и институциональной неоднородности [12]. Кроме того, модель обладает высокой степенью гибкости: возможность варьировать

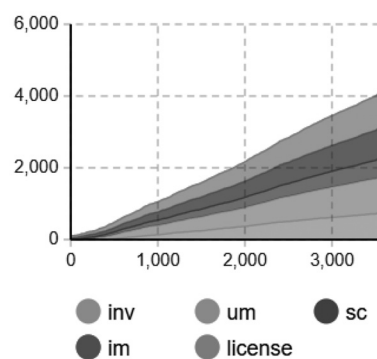


Рис. 5. Диаграмма с накоплением выбора стратегий агентами за период моделирования

степень надзора и вероятность успешной защиты прав позволяет проводить сценарный анализ и исследовать последствия различных политик в области ИС.

Вместе с тем модель имеет ряд ограничений. Во-первых, калибровка модели требует достоверных данных о вероятности надзора и исходах судебных споров, что затруднено из-за ограниченного доступа к соответствующей статистике. Во-вторых, текущая структура модели предполагает фиксированные роли агентов (правообладатель и последователь), что может ограничивать ее применимость в более сложных ситуациях с участием посредников, других агентов, вовлеченных в процессы охраны и использования ИС.

Также, в рамках предлагаемой модели не рассматривался напрямую вопрос длительности патентной охраны, несмотря на его очевидную значимость в условиях ускоряющейся смены поколений технических решений. На практике наблюдается тенденция к сокращению фактического срока действия патентных прав: многие патенты прекращают поддерживаться задолго до истечения формального срока охраны (например, 20 лет для изобретений), что обусловлено как высокой динамикой технологических изменений, так и экономической нецелесообразностью их продления. Описанная тенденция может оказывать влияние на выбор стратегий правообладателей — в частности, повышать привлекательность более гибких форм защиты (например, через ноу-хау или смарт-контракты) и ускорять переход к альтернативным моделям коммерциализации. В перспективе данный аспект может быть включен в модель в виде дополнительного параметра, отражающего среднюю продолжительность патентной монополии по отраслям или группам технологий.

В перспективе дальнейшего развития исследования целесообразно расширить спектр оцениваемых параметров за пределы исключительно монетарных критериев. Помимо экономических показателей (затрат, лицензионных отчислений, доходов и т. д.), важное значение приобретают немонетарные критерии, отражающие стратегические и долгосрочные аспекты инновационной деятельности предприятий [13], в том числе:

- техническая новизна продукта и перспективы его дальнейшего совершенствования, отражающие возможности масштабирования, модернизации и долгосрочного развития технологии;

- инновационный потенциал компании как субъекта патентного права — способность к воспроизводству инновационного поведения, накоплению знаний и устойчивому развитию;
- репутация и уровень доверия со стороны контрагентов, инвесторов и общества в целом, особенно в контексте применения новых форм охраны, таких как смарт-контракты;
- инвестиционные ожидания, включая оценку привлекательности стратегий охраны с точки зрения потенциальных инвесторов, венчурных фондов и институтов развития.

Интеграция этих критериев в эволюционно-теоретико-игровую модель позволит создать более комплексную и реалистичную картину стратегического поведения субъектов патентного права. В будущем возможно моделирование многокритериальной среды, в которой агент при выборе стратегии будет учитывать не только вероятность юридической защиты и институциональные условия, но и репутационные, инновационные и рыночные эффекты от реализации той или иной формы правовой охраны.

Заключение

В ходе исследования была разработана эволюционная теоретико-игровая модель взаимодействия субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности, учитывающая особенности действующего законодательства и возможности в части защиты и распоряжения правами ИС. Основное внимание в модели уделено анализу экономической целесообразности выбора той или иной стратегии регистрации и защиты объектов ИС — изобретений, полезных моделей и смарт-контрактов. Модель учитывает множество параметров, включая вероятность лицензирования и имитации, затраты на регистрацию и правовую защиту, доход от использования прав, а также уровень успешности судебной защиты. Результаты моделирования позволяют оценить влияние ключевых факторов на принятие решений агентами, а также выявить условия,

при которых использование определенных стратегий становится экономически выгодным.

Программная реализация была осуществлена с применением дискретно-событийного парадигмы имитационного моделирования в программной среде AnyLogic. При моделировании «нулевого сценария» была проведена количественная оценка частоты выбора стратегий агентами при среднем уровне государственного надзора и выявлен эволюционно стабильный профиль стратегий при взаимодействии субъектов патентного права при реализации инновационной деятельности: {Регистрация изобретения; Лицензирование}. Также с использованием диаграммы с накоплением в AnyLogic была оценена динамика предпочтения выбора стратегий правообладателями и последователями за 10 лет. В перспективы исследования входит исследование на базе разработанной эволюционной теоретико-игровой модели стратегий инновационной деятельности предприятий в зависимости от особенностей патентного регулирования. Среди перспективных сценариев моделирования были выделены: сценарий исследования влияния внешних технологических изменений на эволюционную стабильность профиля стратегий агентов и сценарий исследование влияния длительности жизненного цикла объектов ИС на выбор стратегии охраны объектов ИС. Также было приведено описание необходимых модификаций модели базового сценария для разработки частных моделей для первого и второго сценариев моделирования. Полученные результаты могут быть полезны для субъектов патентного права, регулирующих органов, осуществляющих разработку нормативно-правовых актов и предприятий, функционирующих в рамках инновационных экосистем.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание № 075-03-2025-256 от 16.01.2025).

Список использованных источников

1. Ю. И. Герашенко, В. А. Варфоломеева. Роль интеллектуальной собственности в инновационной деятельности // Журнал прикладных исследований. 2022. № 12. С. 90-95. doi 10.47576/2712-7516_2022_12_90.
2. Д. А. Зубкова, А. М. Гинцак. Подходы к моделированию стратегических взаимодействий заинтересованных сторон для поддержки принятия решений в проектной деятельности // Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (Экопром-2022). Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием. 2022. С. 726-728. doi 10.18720/IEP/2021.4/226.
3. Д. А. Власов, А. В. Синчук. Имитационное исследование теоретико-игровых моделей на основе Wolfram-технологий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16. № 1. С. 235-245. doi 10.25559/SITITO.16.202001.235-245.
4. К. А. Лундаева, А. М. Гинцак. Эволюционная теория игр как инструмент анализа стратегий управления интеллектуальной собственностью // Управление качеством продукции на основе передовых производственных технологий. Сб. тезисов докладов VI Международного форума «Передовые цифровые и производственные технологии». 2024. С. 128-133.
5. А. И. Боровков, О. Б. Незамаева, М. В. Болсуновская и др. Поддержка принятия решений в социальной сфере на базе цифровой модели // Журнал исследований социальной политики. 2023. Т. 21. № 4. С. 677-692. doi 10.17323/727-0634-2023-21-4-677-692.
6. С. В. Новиков. Проектирование новой интеллектуальной системы управления образовательной и инновационной деятельностью университета // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2022. Т. 26. № 4 (98). С. 59-71. doi 10.54708/19926502_2022_2649859.
7. U. Michel-Schneider. Patenting — A Cost Management Perspective // Proceedings of Economics and Finance Conferences. International Institute of Social and Economic Sciences, 2022. № 12915571. doi 10.20472/EFC.2022.016.010.
8. R. Hauck. Blockchain, smart contracts and intellectual property. Using distributed ledger technology to protect, license and enforce intellectual property rights // Legal Issues in the Digital Age. 2021. Vol. 1. № 1. P. 17-41. doi 10.17323/2713-2749.2021.1.17.41.
9. V. Buttice, F. Caviggioli, C. Frenzi et al. Counterfeiting in digital technologies: An empirical analysis of the economic performance and innovative activities of affected companies // Research Policy. 2020. Vol. 49. № 5. P. 103959. doi 10.1016/j.respol.2020.103959.
10. P. Vimalnath, F. Tieze, A. Jain et al. Intellectual property strategies for green innovations — an analysis of the European Inventor Awards // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 377. P. 134325. doi 10.1016/j.jclepro.2022.134325.
11. А. С. Акопов, А. Л. Бекларян, М. Тхакур, Б. Д. Верма. Разработка параллельных генетических алгоритмов вещественного кодирования для систем поддержки принятия решений социально-экономического и экологического планирования // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13. № 1. С. 33-44. doi 10.17323/1998-0663.2019.1.33.44.

12. Г. П. Ивлиев, М. А. Егорова. Обеспечение правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности и коммерциализации прав на них в ЕАЭС//Lex russica. 2021. № 11 (180). С. 9-16. doi 10.17803/1729-5920.2021.180.11.009-016.
13. В. В. Селютин. Эффективность: концепции, критерии, уровни, региональный аспект//Экология. Экономика. Информатика. Сер.: «Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем». 2021. Т. 1. № 6. С. 248-254. doi 10.23885/2500-395X-2021-1-6-248-254.

References

1. Yu. I. Gerashchenko, V. A. Varfolomeeva. The role of intellectual property in innovative activities//Journal of Applied Research. 2022. № 12. P. 90-95. doi 10.47576/2712-7516_2022_12_90.
2. D. A. Zubkova, A. M. Gintciak. Approaches to modeling strategic interactions of stakeholders to support decision-making in project activities//Collection of works of the All-Russian scientific and practical conference with foreign participation «Digital transformation of economic systems: problems and prospects» (Ecoprom-2022). Saint-Petersburg, 2022. P. 726-728. doi 10.18720/IEP/2021.4/226.
3. D. A. Vlasov, A. V. Sinchukov. Simulation Research of Game-Theoretic Models on the Basis of Wolfram-Technologies//Modern Information Technologies and IT-Education. 2020. Vol. 16. № 1. P. 235-245. doi 10.25559/SITITO.16.202001.235-245.
4. K. A. Lundaeva, A. M. Gintciak. Evolutionary game theory as a tool for analyzing intellectual property management strategies//Product quality management based on advanced manufacturing technologies//Collection of abstracts of reports of the VI International Forum «Advanced digital and manufacturing technologies». Saint-Petersburg, 2024. P. 128-133.
5. A. I. Borovkov, O. B. Nezamaeva, M. V. Bolsunovskaya et al. Social decision support based on a digital model//The Journal of Social Policy Studies. 2023. Vol. 21. № 4. P. 677-692. doi 10.17323/727-0634-2023-21-4-677-692.
6. S. V. Novikov. Design of an intellectual system for managing the educational and innovative activities of the university//Vestnik UGATU. 2022. Vol. 26. № 4 (98). P. 59-71. doi 10.54708/19926502_2022_2649859.
7. U. Michel-Schneider. Patenting — A Cost Management Perspective//Proceedings of Economics and Finance Conferences. International Institute of Social and Economic Sciences, 2022. № 12915571. doi 10.20472/EFC.2022.016.010.
8. R. Hauck. Blockchain, smart contracts and intellectual property. Using distributed ledger technology to protect, license and enforce intellectual property rights//Legal Issues in the Digital Age. 2021. Vol. 1. № 1. P. 17-41. doi 10.17323/2713-2749.2021.1.17.41.
9. V. Butticiè, F. Caviggioli, C. Frenzone et al. Counterfeiting in digital technologies: An empirical analysis of the economic performance and innovative activities of affected companies//Research Policy. 2020. Vol. 49. № 5. P. 103959. doi 10.1016/j.respol.2020.103959.
10. P. Vimalnath, F. Tieze, A. Jain et al. Intellectual property strategies for green innovations — an analysis of the European Inventor Awards//Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 377. P. 134325. doi 10.1016/j.jclepro.2022.134325.
11. A. S. Akopov, A. L. Beklaryan, M. Tkhakur, B. D. Verna. Developing parallel real-coded genetic algorithms for decision-making systems of socio-ecological and economic planning//Business Informatics. 2019. Vol. 13. № 1. P. 33-44. doi 10.17323/1998-0663.2019.1.33.44.
12. G. P. Ivliev, M. A. Egorova. Ensuring Legal Protection of the Results of Intellectual Activity and the Commercialization of Rights to Them in the EAEU//Lex Russica. 2021. № 11 (180). P. 9-16. doi 10.17803/1729-5920.2021.180.11.009-016.
13. V. V. Selyutin. Efficiency: concepts, criteria, levels, regional aspect//Ecology. Economics. Computer Science. Series: «Systems Analysis and Modeling of Economic and Ecological Systems». 2021. Vol. 1. № 6. P. 248-254. doi 10.23885/2500-395X-2021-1-6-248-254.