

**УДК 519.876.5**

**ТЕОРЕТИКО-ИГРОВЫЕ И ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНЫЕ МОДЕЛИ  
ЭКОНОМИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

Степанова Е.О.

направление Прикладная информатика (магистратура), гр. ПИМ-11,

ekate.2015@bk.ru

Научный руководитель: Бородин А.В.,

канд. экон. наук, профессор кафедры ИСЭ,

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

Аннотация. В статье рассматриваются теоретико-игровые и дискретно-событийные модели. Отмечена значимость экономики безопасности и построена онтология синергетического взаимодействия двух рассматриваемых моделей.

Ключевые слова: экономика безопасности, риск, теоретико-игровая модель, дискретно-событийная модель.

**GAME-THEORETIC AND DISCRETE-EVENT MODELS OF THE  
SECURITY ECONOMY**

Stepanova E.O.,

Borodin A.V.

Annotation. The article discusses game-theoretic and discrete-event models. The importance of the security economy is noted and the ontology of the synergetic interaction of the two models under consideration is constructed.

Keywords: security economics, risk, game-theoretic model, discrete-event model.

Организация процессов, связанных с безопасностью, требует внедрения превентивных мер. Предупреждение различных атак, хищений и других нарушений является основным требованием к системе безопасности. Оптимально организовать такие системы с экономической точки зрения возможно только моделируя и анализируя риски. При этом процесс моделирования может использовать различные технологии и методы.

Актуальность данного исследования заключается в том, что в настоящий момент значимость проблемы создания экономически

эффективных систем безопасности возросла как никогда: растет интенсивность атак, на фоне прогресса информационных технологий снижается эффективность традиционных систем противодействия атакам, при этом относительный рост стоимости комплексных решений в области безопасности часто опережает соответствующий средний относительный рост экономики.

В рамках данной статьи под безопасностью организации понимается способность организации выполнять поставленные руководством задачи в определенных границах и в течение определенного времени [1]. В такой трактовке безопасность организации должна включать следующие категории требований: стойкость, надежность, устойчивость и эффективность. Последняя категория выводит на передний план управленческих решений задачи экономики безопасности.

Очевидно, что для решения задач экономики безопасности значительную роль будут приобретать теоретико-игровые методы, так как в этих методах в явном виде присутствуют объекты-антагонисты (элементы, которые взаимно подавляют присущие каждому из них свойства, характеристики, функции), что почти всегда предполагается при исследовании проблем безопасности. Данные методы используются для анализа двух- и многосторонних конфликтных ситуаций и синтеза параметров управления у конфликтующих сторон с учетом их влияния друг на друга.

Определенные трудности применения теоретико-игрового подхода возникают при попытках моделирования принципиально динамических систем. Для построения таких моделей теория игр предлагает развернутую форму представления игры, однако модели безопасности реальных систем, представленных в этой нотации, часто оказываются слишком громоздкими для их ручного построения.

С другой стороны, при моделировании динамических систем перспективным подходом оказывается дискретно-событийный подход.

Дискретно-событийное моделирование представляет собой процесс формирования имитационной модели на основе последовательности операционных действий для точного построения динамической системы, позволяющей выявить все внешние и внутренние факторы, оказывающие влияние на ее функционирование. Основой дискретно-событийного моделирования является последовательная хронологическая разработка системы на основе процессных элементов, отраженных временными рамками. Дискретно-событийная модель реальной системы может оказаться вполне компактной.

С учетом всего выше изложенного возникает гипотеза о возможности сопряжения двух подходов с целью сохранения преимуществ каждого из них и совместной элиминации их недостатков.

Для исследования сущности сформулированного предположения была построена онтология синергетического взаимодействия дискретно-событийных и теоретико-игровых моделей в нотации IDEF5 [2]. В основу построения данной онтологии были положены результаты исследований в области моделирования риска и безопасности на основе сетей Петри, диаграмм деятельности UML [5] и диаграмм состояний. Все перечисленные подходы к дискретно-событийному моделированию позволяют в автоматизированном режиме построить полный граф достижимых глобальных состояний. Во многих случаях этот граф может удовлетворять условиям теоремы Куна [3] и, соответственно, интерпретироваться как развернутая форма игры. При этом применение алгоритма редукции Куна к этому графу позволяет получать не приближенные решения, как обычно, в случае использования инструментов имитационного моделирования, а точные – оптимальные в смысле того или иного принципа оптимальности, предлагаемого теорией игр.

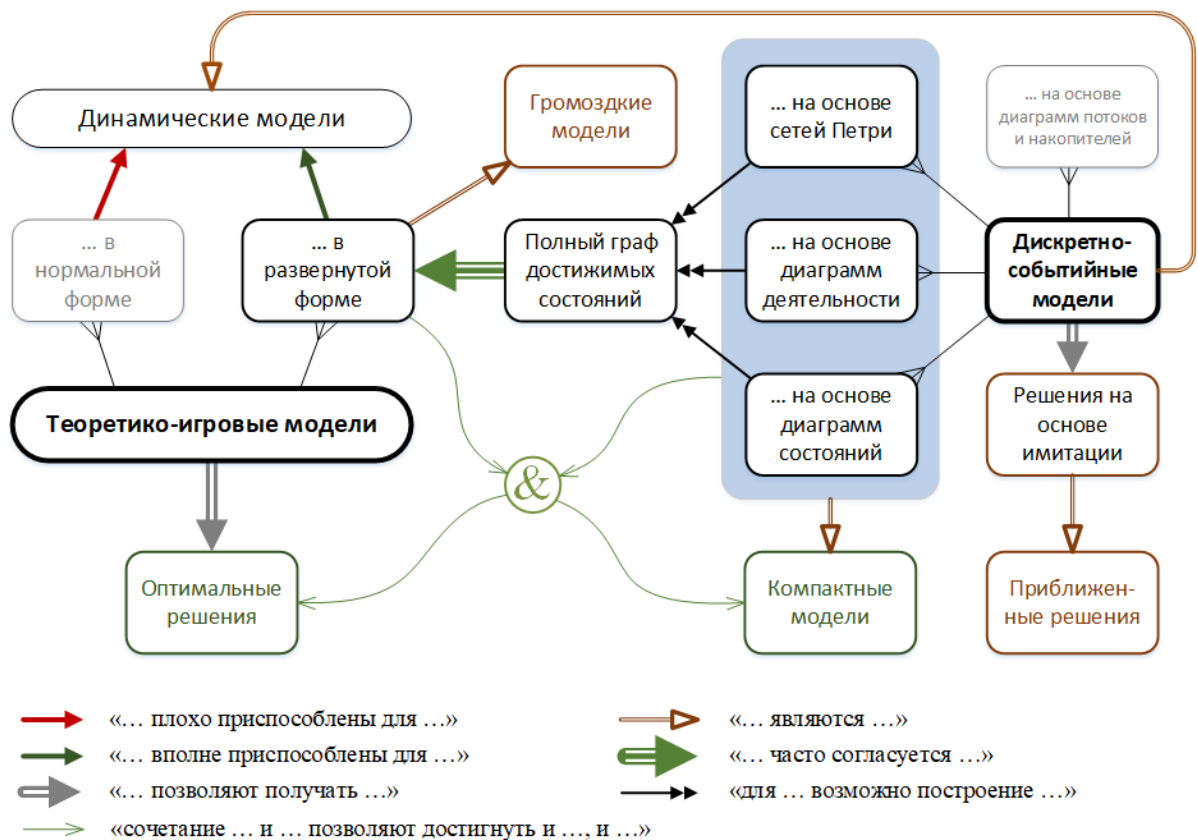


Рисунок 1 - Онтология синергии дискретно-событийных и теоретико-игровых моделей  
Итак, одной из возможных технологий поиска оптимальных решений в

задачах экономики безопасности может быть следующая последовательность операций:

- Построение дискретно-событийной модели исследуемой системы (предприятия, инфраструктурного решения, информационной системы и т. п.).
- Имитация на основе полученной на первом шаге модели с целью построения полного графа достижимых глобальных состояний.
- Приведение графа, полученного на втором шаге, к состоянию, когда результат будет удовлетворять условиям применения теоремы Куна.
- Рассматривая результат третьего шага как игру в развернутой форме, поиск сложного равновесия в этой игре с использованием алгоритма Куна.
- Интерпретация полученного сложного равновесия (оптимального решения) в терминах предметной области.

- Возможные итерации описанного процесса к шагам 1, 3 и 4.

В целом, предложенное сочетание дискретно-событийных и теоретико-игровых моделей позволяет получить заметный синергетический эффект: динамические модели экономики безопасности становятся более компактными, а решения соответствующих задач – оптимальными, по крайней мере с чисто математической точки зрения.

Дальнейшим направлением исследований может быть развитие подхода, основанного на формировании онтологической модели исследуемой системы и последующем переходе от нее к дискретно-событийной модели, и, далее, к теоретико-игровой.

#### Библиографический список

1. Барменкова Н.А., Архипова Л.С. Организация инновационного потенциала России как фактора экономического развития // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 8(109). – с. 178-184.
2. Бородин А.В. Метод онтологического анализа IDEF5 в задачах структурного синтеза динамических моделей угроз // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2006. – Т. 13. – № 3. – С. 474.
3. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики. – М.: Мир, 1985. – 200 с
4. Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Консультант Плюс. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.10.2022).
5. Уразаева Т.А. Синтаксическая модель языка визуального представления развивающихся экономик // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2006. – Т. 13. – № 1. – С. 147.