УДК 303.732.4 + 303.725.2

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ[1]

А.О. ГУРТУЕВ, Е.Г. ДЕРКАЧ, З.Ш. ИВАНОВА, И.А. КАРДАНОВА

Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
360000, КБР, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а
E-mail: iipru@rambler.ru

Проанализированы особенности моделирования поведения экономических агентов в условиях неопределенности. Показано, что в подобной ситуации чаще всего для решения стохастической задачи используют либо искусственное сведение к детерминированной схеме, либо оптимизацию в среднем. Проанализировано принципиальное различие между стохастическими факторами, приводящими к принятию решения в условиях риска, и неопределёнными факторами, приводящими к принятию решения в условиях неопределённости. Показано, что такие ситуации практически аналогичны "играм с природой" в терминах теории игр.

Ключевые слова: принятие решений, неопределенность, риск, критерий Вальда, неблагоприятный отбор, информационная асимметрия.

Деятельность агента (продавца, инвестора, эксперта) всегда связана с принятием решений, которые предопределяют действия агента. Решения агента всегда спроектированы на будущее, поэтому в момент принятия решения агент часто не может точно определить, какими будут последствия его решения: как разовьются события, как изменится ситуация. В 1979 г. Даниэл Канеман и Амос Тверски опубликовали статью «Теория перспектив: анализ принятия решений в условиях риска», которая положила начало так называемой поведенческой экономике (behavioral economics). В этой работе ученые представили результаты проведенных ими психологических опытов, которые доказали, что люди не могут рационально оценивать величины ожидаемых выгод или потерь, а тем более количественные значения вероятности случайных событий [1].

Если агент владеет достаточно полной для принятия оптимального решения информацией о среде, в которой он осуществляет деятельность, соответствующий логический подход позволяет ему формировать планы, которые гарантированно будут работать. В действительности агенты почти никогда не владеют всей необходимой информацией о своей среде. Доступная агенту информация не является достаточно полной для того, чтобы принять возможное оптимальное в имеющихся условиях решение. Следовательно, агенты вынуждены действовать в условиях неопределенности, рисковать.

Решение – предписание к действию с целью разрешения проблемы.

В широком смысле под решением понимают процесс выбора одного или нескольких вариантов действий из множества возможных. В основе процесса принятия решений лежит выбор направления деятельности в условиях неопределенности, а умение работать в условиях неопределенности представляет собой основу процесса принятия решений.

[1] Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, по гранту № 19-010-00376 А

Если бы не было неопределенности в том, какое направление деятельности следует выбрать, не нужно было бы и принимать решение [2-4].

Предполагается, что агенты, принимающие решения, являются «разумными», рациональными, но эта рациональность в результате влияния информационной асимметрии ограничена из-за недостатка знаний о характеристиках предмета сделки.

Асимметричная информация бывает двух видов [5]. Первый вид связан со скрытыми характеристиками, т.е. невозможностью отнесения контрагента к правильному типу, и приводит к неблагоприятному отбору (отрицательной селекции). Второй тип асимметричной информации связан со скрытыми действиями, когда одна из сторон не может напрямую наблюдать действия другой стороны и приводит к постконтрактному оппортунизму (моральному риску).

Таким образом, следствием функционирования рынка с информационной асимметрией являются моральный риск и неблагоприятный отбор. Моральный риск – вероятность неблагоприятного влияния заключения контракта на поведение экономического агента. Неблагоприятный отбор – вытеснение с рынка худшими агентами лучших агентов [6].

Рационализированный процесс принятия решений включает следующие этапы, которые при необходимости могут выполняться одновременно, параллельно, итерационно, с возвратом к исполнению предыдущих этапов:

- ситуационный анализ (анализ проблемной ситуации);
- идентификация проблемы и постановка цели;
- поиск необходимой информации;
- формирование множества возможных решений;
- формирование критериев оценки решений;
- разработка индикаторов и критериев для мониторинга реализации решений;
- проведение оценки решений;
- выбор наилучшего решения;
- реализация;
- мониторинг реализации;
- оценка результата.

При этом подразумевается, что выполнение как всей последовательности, так и отдельных её этапов должно осуществляться рационально обоснованным способом.

Одним из самых важных условий принятия рационального решения является наличие необходимой для совершения сделки информации. Но информация как любое экономическое благо чаще всего бывает ограниченной. Принятие решений в условиях неполной информации имеет свои последствия [7]. Одно из них заключается в том, что приходится рисковать. Почти любой выбор включает в себя важные элементы неопределенности и риска.

Задачи принятия решений (ЗПР) в информационном аспекте можно разделить на три группы:

1. ЗПР в условиях определенности (детерминированные задачи).
2. ЗПР в условиях вероятностной определенности.
3. ЗПР в условиях неопределенности.

Для *задач принятия решений в условиях определенности*, которые решаются при наличии достаточной и достоверной количественной информации, нет необходимости доопределять проблемную ситуацию гипотетическими ситуациями. Для решения таких задач применяют методы математического программирования.

Основными условиями для применения методов математического программирования являются [8]:

1) наличие адекватной математической модели реального объекта (хорошо формализованная задача);

2) наличие единственной целевой функции (критерия оптимизации);

3) существование возможности количественно оценить значение целевой функции;

4) задачи должны иметь определенную степень свободы (ресурс оптимизации).

На данный момент времени существует ряд типовых задач, главным образом, производственно-экономического характера (например, размещение производства, распределение ресурсов, управление запасами, транспортные задачи). Для каждой из задач разработан соответствующий алгоритм принятия оптимальных решений, основанный на определенном методе математического программирования.

Задачи в условиях риска. В тех случаях, когда возможные исходы можно описать с помощью некоторого вероятностного распределения, получаем задачи принятия решений в условиях риска [8].

Риск — это возможная опасность потерь, вытекающая из специфики тех или иных явлений природы и видов деятельности человеческого общества [9]. Это историческая и экономическая категория.

Как историческая категория риск представляет собой осознанную человеком возможную опасность. Это свидетельствует о том, что риск исторически связан со всем ходом общественного развития. Как экономическая категория риск представляет собой событие, которое может произойти или не произойти. В случае совершения такого события возможны три экономических результата – отрицательный, нулевой или положительный. Экономические субъекты классифицируются по своей готовности принимать риск на:

1) избегающих риска, готовых принимать риск только в том случае, если им предложат положительную премию;

2) нейтральных к риску, которые безразличны к выбору между детерминированным доходом и случайным доходом, если математическое ожидание размера случайного дохода равно размеру детерминированного;

3) склонных к риску, готовых заплатить премию за риск и предпочитающих случайный доход детерминированному при равенстве их математических ожиданий.

Традиционно задачи такого вида решают с помощью методов теории полезности (одномерной или многомерной). Такие задачи находятся на границе между задачами принятия решений в условиях определенности и неопределенности. Для решения этих задач необходимо привлечь по мере возможности всю необходимую и доступную качественную и количественную информацию.

Задачи в условиях неопределенности. Такого рода задачи возникают тогда, когда необходимая для принятия решения информация является неполной и/или неточной.

Неопределённость бывает стохастической (имеется информация о распределении вероятности на множестве результатов), поведенческой (когда есть информация о влиянии поведения агентов на результат принятого решения задачи), природной (есть информация только о возможных результатах и нет информации о связях решений и результатов) и априорной (если отсутствует также информация о возможном результате).

Группы задач принятия решений и методов их решения представлены на рисунке 1.

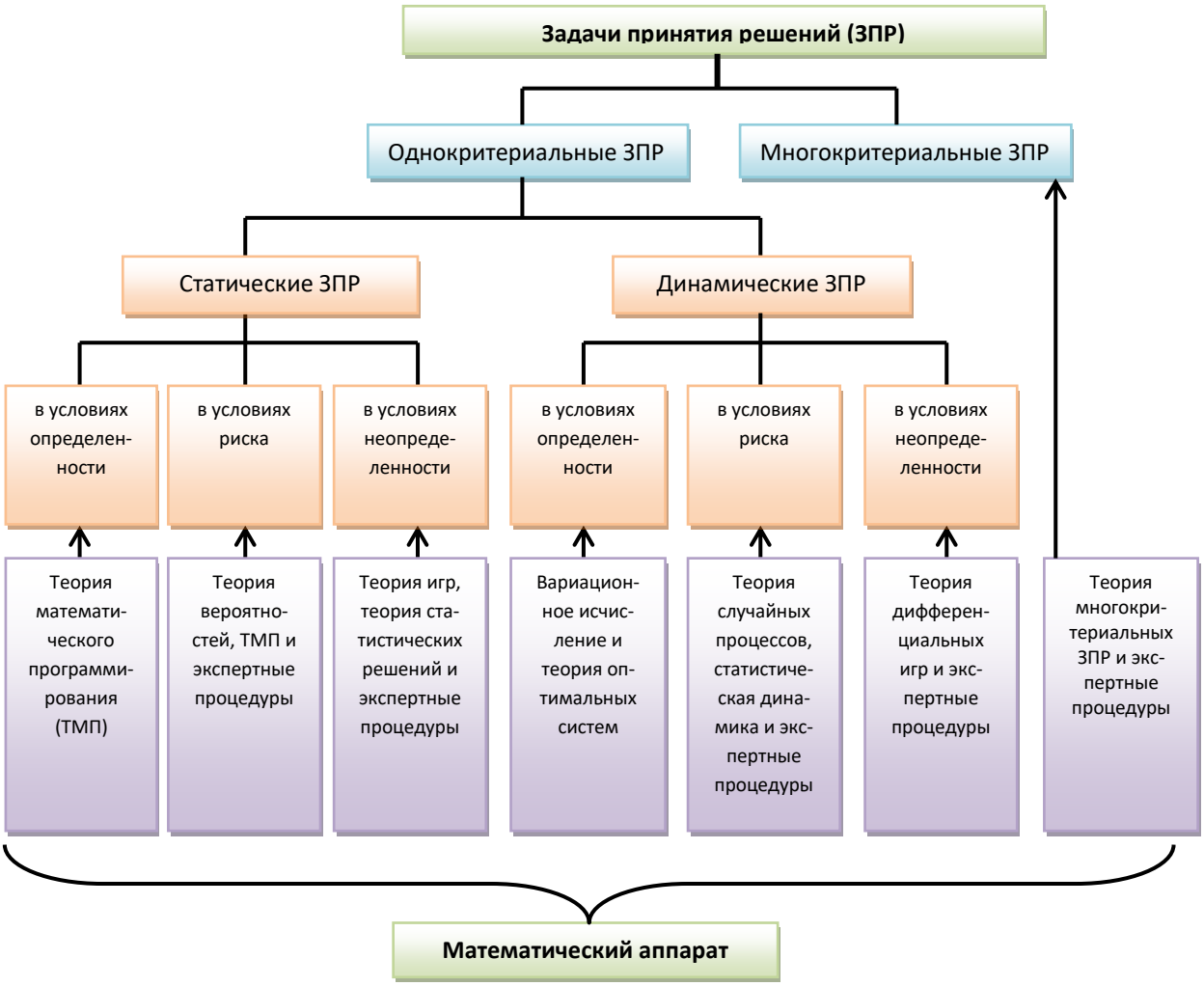

Рис. 1. *Классификация задач принятия решений и методы их решения*

Методология принятия решения в условиях риска и неопределенности предполагает построение в процессе обоснования рисковых решений так называемой «матрицы решений», которая имеет следующий вид (табл. 1):

Таблица 1

«МАТРИЦА РЕШЕНИЙ», ВЫСТРАИВАЕМАЯ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Варианты альтернатив принятия решений	Варианты ситуаций развития событий			
	C_1	C_2	…	C_m
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1m}
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2m}
…			…	
A_n	a_{n1}	a_{n2}	…	a_{nm}

Здесь A_1, A_2,… A_n характеризуют каждый из вариантов альтернатив принятия решения; C_1; C_2;…; C_m – каждый из возможных вариантов ситуации развития событий; a_{ij} – конкретный уровень эффективности решения, соответствующий альтернативе ***i*** при ситуации ***j***.

На основе указанной матрицы рассчитывается наилучшее из решений по избранному критерию. Критерий принятия решений – это функция, выражающая предпочтения агента, принимающего решения, и определяющая правило, по которому выбирается решение. [10] Критерии отличаются по степени консерватизма, который проявляет индивидуум, принимающий решение. Обычно используются следующие критерии: критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий Гурвица, критерий Ходжа-Лемана, критерий Гермейера, критерий Байеса-Лапласа, критерий произведений.

Для критерия Вальда, например, матрица решений (платежная матрица) дополняется ещё одним столбцом из наименьших результатов aij каждой строки (табл. 2) [10].

Таблица 2

«МАТРИЦА РЕШЕНИЙ» ДОПОЛНЕННАЯ

	C_1	C_2	…	C_m	$\min a_{ir}$	$\max_i(\min a_{ir})$
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1m}	a_{1k}	
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2m}	a_{2l}	
…			…	…	…	
A_n	a_{n1}	a_{n2}	…	a_{nm}	a_{np}	

Согласно этому критерию игра с природой ведется как игра с разумным, причем агрессивным противником, делающим все для того, чтобы помешать противнику достигнуть успеха.

Оптимальной считается стратегия, при которой гарантируется выигрыш не меньший, чем «нижняя цена игры с природой»:

$$Z_{mm} = \max_i(\min_j a_{ij}).$$

Таким образом, при моделировании поведения экономических агентов в условиях неопределенности в Найтовском смысле важно принципиальное различие между стохастическими факторами, приводящими к принятию решения в условиях риска, и неопределёнными факторами, приводящими к принятию решения в условиях неопределённости. Оно состоит в том, что стохастические факторы полностью описываются известной стохастической информацией, которая и позволяет выбрать лучшее в среднем решение, а применительно к неопределённым факторам подобная информация отсутствует. Такие ситуации практически аналогичны «играм с природой» в терминах теории игр. Принципиально важной здесь является проблема когнитивной ограниченности, характерной для реальных экономических агентов. Благодаря этому появляется возможность проявления оппортунизма, т. е. склонности индивидов в стремлении к собственной выгоде прибегать к обману или искажению информации, причем носящему непрямой характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированный мониторинг конкурентоспособности инновационной машиностроительной продукции: научное издание / А.А. Григорьева, Г.О. Тащиян, А. П. Григорьева. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 231 с.

2. *Литвак Б.Г.* Управленческие решения. М.: ЭКМОС, 1998. 248 с.

3. *Фатхутдинов Р.А.* Разработка управленческого решения. М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. 208 с.

4. *Юлдашев Л.Г.* Теории ценности в социологии: вчера и сегодня // Социологические исследования. 2001. № 8. С. 146-151.

5. *Гуртуев А.О., Деркач Е.Г., Иванов З.З.* Современное состояние исследований в области обеспечения исполнения контрактов в условиях неопределенности в системах инновационного инвестирования // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 5 (73). С. 62-68.

6. *Одинцова М.И.* Институциональная экономика. М.: ГУ-ВШЭ, 2007. 386с.;

7. *Орлов А.И.* Теория принятия решений. М.: Издательство «Март», 2004.

8. *Лукичёва Л.И., Егорычев Д.Н., Анискина Ю.П.* Управленческие решения. М: «Омега-Л», 2009. 383 с.

9. *Царев В.В.* Оценка экономической эффективности инвестиций. СПб: Питер, 2004. 464 с.

10. *Wald A.* Contributions to the Theory of Statistical Estimation and Testing Hypotheses. The Annals of Mathematical Statistics, Vol. 10, No. 4. (Dec., 1939), pp. 299-326.

SPECIFIC FEATURES OF MODELING THE ECONOMIC AGENTS' BEHAVIOR IN UNCERTAINTY CONDITIONS

A.O. GURTUEV, E.G. DERKACH, Z.Sh. IVANOVA, I.A. KARDANOVA

Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Federal public budgetary scientific establishment "Federal scientific center
"Kabardin-Balkar Scientific Center of the RussianAcademy of Sciences"
360000, KBR, Nalchik, 37-a, I. Armand St.
E-mail: iipru@rambler.ru

The specifics of modeling the behavior of economic agents in conditions of uncertainty are analyzed. We show that in such a situation a stochastic problem most often either uses artificial reduction to a deterministic scheme, or optimization in average. We also analyze some of fundamental differences between stochastic factors leading to decision under risk and uncertain factors leading to decision under uncertainty. We show that such situations are almost analogous to games with nature in terms of game theory.

Keywords: decision making, uncertainty, risk, Wald criterion, adverse selection, information asymmetry.

Работа поступила 07.02.2019 г.