

УДК 330.342

Понятие неопределенности экономических систем и подходы к ее оценке

К.А. Смирнова

Экономический факультет МГТУ, кафедра финансов, бухгалтерского учета, анализа и аудита

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические аспекты неопределенности экономических систем, даются различные трактовки и классификации этого понятия. Приводятся основные группы источников неопределенностей в экономических системах. Обозначаются подходы к оценке различных видов неопределенностей в современных экономических системах.

Abstract. The paper considers the theoretical aspects of uncertainty of economic systems; different interpretations and classifications of this concept have been given. Some approaches to valuation of different types of uncertainty in contemporary economic systems have been considered.

1. Введение

При исследовании любой системы, в том числе экономической, нельзя не учитывать факторы неопределенности, которые влияют на данную систему.

Во-первых, это обусловлено особенностями развития слабоструктурированных систем, т.е. таких систем, которые описываются как качественными, так и количественными характеристиками, причем доминируют качественные, малоизвестные или неопределенные параметры.

Во-вторых, в экономических системах управление осуществляется при недостаточных знаниях состояния внешней среды, часто при больших вложениях ресурсов, при этом особое место занимает исследование таких систем, эксплуатация которых будет проводиться на пределах их возможностей, с целью получения максимальной экономической или какой-либо иной выгоды.

В-третьих, необходимость учета неопределенности становится наиболее актуальной, когда в рассматриваемую систему включаются обособленные, нередко конфликтующие подсистемы, когда поиск решения не является однозначным и зачастую состоит в нахождении некоего компромисса.

В-четвертых, как в теории, так и в практике управления отправной точкой служат заранее заданные цели, а значит, для прогнозирования развития сложных экономических систем необходимо уметь создавать планы, которые по сути своей являются скорее "упреждающими", чем "исправляющими".

В-пятых, на практике при построении формальной модели той или иной экономической системы часто используют детерминированные методы и тем самым приносят определенность в те ситуации, где ее на самом деле не существует. Неточность задания параметров при расчетах практически не принимается во внимание, либо при некоторых допущениях неточные параметры заменяются экспертными оценками или средними значениями. Возникающие при этом нарушения равенств, балансовых соотношений и т.д. приводят к необходимости варьировать некоторые параметры для точного удовлетворения заданных уравнений и получения приемлемого результата. Такого рода ситуации могут возникать как вследствие недостаточной изученности объектов, так и из-за участия в управлении человека или группы лиц. Особенность подобных систем состоит в том, что значительная часть информации, необходимой для их математического описания, существует в форме представлений или пожеланий экспертов (Алтунин, Семухин, 2000).

2. Понятия неопределенности и ее классификации в экономических системах

Понятие неопределенности применительно к экономической системе характеризует ситуацию, в которой полностью или частично отсутствует достоверная информация о возможных состояниях внутренней и внешней среды. Например, В.В. Черкасов (1999) рассматривает неопределенность как неполное или неточное представление о значениях различных параметров в будущем, порождаемое различными причинами и, прежде всего, неполнотой или неточностью информации об условиях реализации решения, в том числе затратах и результатах.

Информация о факторах внешней среды системы никогда не бывает абсолютно достаточной хотя бы по той причине, что исходит из прошлого и настоящего, а формируемый тип поведения экономической системы ориентирован на будущее. Неопределенность тем больше, чем меньше полнота и точность информации и чем длительнее период, на который планируется поведение системы.

Г. Цельмер подчеркивает, что неопределенность, являясь объективной формой существования окружающего нас реального мира, обусловлена, с одной стороны, объективным существованием случайности как формы проявления необходимости, а с другой – неполнотой каждого акта отражения реальных явлений в человеческом сознании. Причем неполнота отражения принципиально неустранима из-за всеобщей связи всех объектов реального мира и бесконечности их развития. Выражается неопределенность в многообразии превращения возможностей в действительность, в существовании множества (как правило, бесконечного числа) состояний, в которых рассматриваемый в динамике объект может находиться в будущий момент времени (Цельмер, 1980).

Ф. Найт (2003) под ситуацией неопределенности понимает недостаточную осведомленность и необходимость действовать, опираясь на мнение, а не на знание.

В.В. Черкасов трактует неопределенность как постоянную изменчивость условий, быструю и гибкую переориентацию производства, действия конкурентов, изменение рынка и т.п. Неопределенность он называет наиболее характерной причиной риска в управленческой деятельности.

Существуют различные подходы к классификации видов неопределенности. В наиболее грубой из таких классификаций выделяется два класса: "доброкачественная" неопределенность, когда для неизвестных факторов имеются статистические или вероятностные характеристики, и "дурная" неопределенность, когда таких характеристик в принципе нельзя получить, причем существуют методы учета обоих видов неопределенности, возникающих в реальных задачах (Вентцель, 1980).

В (Моисеев, 1975) приводится следующая классификация неопределенностей:

- по степени неопределенности: вероятностная, лингвистическая, интервальная, полная неопределенность;
- по характеру неопределенности: параметрическая, структурная, ситуационная;
- по использованию получаемой в ходе управления информации: устранимая и неустранимая.

У Диева В.С. и Трухачева Р.И. приводятся и более подробные классификации неопределенностей в современных экономических системах (Диев, 2001; Трухачев, 1981).

3. Источники неопределенности экономических систем

Рассматривая вопрос об источниках возникновения неопределенности, выделим три взаимосвязанных фактора, порождающих (в широком смысле) неопределенность в экономических системах (Березин и др., 1983):

1. сложностный фактор, обусловленный тем, что, как правило, экономическая система представляет собой "большую систему", которую в полной мере невозможно описать формально, систему с непостоянной структурой, нетривиальной иерархией, внутренне противоречивую, управление которой зачастую происходит с использованием нечетких критериев;
2. человеческий фактор, т.е. участие человека в качестве существенного элемента, определяющего поведение экономической системы на разных уровнях и влияющего на различные аспекты ее функционирования. Проявление человеческого фактора заключается еще и в том, что многие понятия, характеристики и параметры экономического поведения формулируются на естественном языке и не имеют точного формального эквивалента, что создает существенные, иногда непреодолимые трудности при моделировании;
3. фактор внешней среды, заключающийся в необходимости учета влияния на ее поведение других систем (внешних по отношению к данной экономической системе и нередко конфликтующих с ней).

Таким образом, учитывая обозначенные выше факторы, порождающие неопределенность в экономических системах, разобьем условно источники неопределенности на три группы:

1. Отсутствие достаточных сведений как о самой экономической системе, так и о процессах, которые в ней происходят. Это не позволяет сделать полноценные выводы или предположения о ходе развития экономической системы и конечных результатах. Это, в свою очередь, может быть обусловлено:
 - недостаточным количеством сведений и другими причинами, которые могут быть частично устранимы за счет организации системы своевременного и полноценного информационного обеспечения (например, в технических системах контроль состояния осуществляется с помощью систем контроля, включающих информационно-измерительные системы, последние, как правило, обладают погрешностями, а количество контролируемых параметров ограничено, что не исключает появления некоторых неконтролируемых, а, следовательно, неуправляемых состояний технической системы, обуславливающих катастрофу; в экономических системах набор возможных исходов хорошо известен, однако не всегда известны вероятности наступления конкретного исхода);
 - несовершенством используемого инструментария при изучении экономической системы, ошибками моделирования, вычислительной сложностью и т.д.

2. Случайное или преднамеренное противодействие со стороны других экономических субъектов. Противодействие может проявляться в нарушении договорных обязательств поставщиками, неопределенности спроса на продукцию, трудностях ее сбыта или со стороны органов местной и региональной власти как официальных, так и криминальных. Имеют место и неопределенности, порожденные конкурентным окружением, от которого зависит многое в судьбе конкретного предприятия (здесь имеет место промышленный шпионаж, проникновение конкурентов в коммерческие тайны и иное воздействие на внутренние дела предприятия).
3. Действие случайных внешних факторов, которые нельзя предугадать, предсказать в силу неожиданности их возникновения. Невозможность предсказания хода развития процессов в силу объективной невозможности точного однозначного познания окружающей среды при сложившихся в современных условиях уровне и методах теории познания. В частности:
 - неопределенности, порожденные недостаточными знаниями о природе (например, неизвестен точный состав сырьевой базы в данном районе промысла в данное время года);
 - неопределенности самих природных явлений (метеорологические условия, влияющие на средний вылов, подвижность сырьевой базы и т.д.).

Таким образом, неопределенность связана либо с отсутствием достаточного объема необходимой информации, либо с объективной невозможностью ее получения и разработки надежных сценариев развития экономических процессов. В любом случае, степень неопределенности определяет информация, ее количество, качество и своевременность.

4. Подходы к оценке неопределенности в экономических системах

Количественная оценка неопределенности экономических систем, как и качественная, включает в себя многие факторы, среди которых основными являются: колебания спроса на товар; обеспеченность ресурсами; изменение цен на сырье и комплектующие изделия; изменение стоимости энергоносителей, труда рабочих и специалистов; инфляция и т.д. А каждый из рассмотренных выше аспектов: случайность рассматриваемых процессов, искаженность и недоступность информации о возможных событиях и процессах, противодействие со стороны других систем – обуславливает сложность проблемы количественной оценки неопределенности.

Исторически первыми появились вероятностно-статистические подходы к оценке неопределенности.

Наиболее распространенной является частотная, или статистическая, интерпретация вероятности. Вероятность здесь отождествляется с относительной частотой появления массового случайного события при достаточно длительных испытаниях. Однако в условиях ограниченного эксперимента удается получить лишь выборочные оценки параметров плотности распределения или ее моментов. Следовательно, при статистическом описании фактора неопределенности Z вместо истинных моментов – математического ожидания $M(Z)$ и дисперсии $D(Z)$ – получают лишь оценки $M(Z)$ и $D(Z)$, точность которых определяется планом эксперимента, числом опытов, дисперсией помехи, методом оценивания и т.п. Достоверность статистических выводов на основе полученных оценок существенно зависит от вида постулируемых законов распределения и довольно чувствительна к нарушению исходных допущений. С этой точки зрения никакое индивидуальное событие не обладает частотой, и поэтому нет смысла говорить о его вероятности. Значит, статистическая вероятность может быть использована только для количественной оценки таких альтернатив, для которых существует статистическая информация. Успешное функционирование системы при воздействии помех и возмущений статистической природы зависит также от эффективности алгоритма прогноза, в основу которого могут быть положены идеи МНК, байесовского и небайесовского подхода и др.

Если гипотезы основываются на оценках экспертов, принимается субъективная интерпретация вероятности. При этом вероятность интерпретируется как "мера доверия", которую мы испытываем к тому или иному значению рассматриваемого фактора неопределенности. Существуют различные подходы к оценке субъективной информации: Дж. Кейнса, Ф. Рамсея, А. Вальда, Л. Сэвиджа и др. (Райф, 1977).

Если же гипотезы принимаются из чисто логических соображений, то мы имеем дело с логической интерпретацией вероятности. Логическая вероятность выражает не зависящую от опыта степень подтверждения одного суждения другими суждениями, т.е. вероятность того, что суждение истинно, зависит от степени его обоснованности с помощью других суждений (Кайберг, 1978).

Также нужно отметить, что в рамках вероятностно-статистического подхода к оценке факторов неопределенности используется так называемое стохастическое описание (Воцинин, Сотиров, 1989). Случайные факторы Z полностью стохастически описаны, если задана их плотность вероятности. Учитывая, что плотность вероятности является исчерпывающей характеристикой случайных величин, некоторые специалисты рассматривают ситуацию, когда известна плотность вероятности, как детерминированную (Таха, 1985). Однако при использовании стохастических моделей возникает целый

ряд трудностей, связанных со сложностью получения плотностей распределения вероятностей для параметров модели.

Часто в прикладных задачах нет оснований или недостаточно информации для того, чтобы рассматривать факторы неопределенности как случайные (например, нельзя предположить даже гипотетически возможность многократного проведения эксперимента на исследуемом объекте при неизменном действии неучтенных и неуправляемых факторов). Это приводит к необходимости учета неопределенности нестатистической (или в общем случае неизвестной) природы, когда относительно факторов Z ничего не известно, кроме их свойства быть ограниченными. В таких условиях наиболее общей и наиболее естественной моделью описания факторов является их представление в интервальной форме, когда задают диапазон возможных значений переменных или зависимостей. Концепция интервально-вероятностного подхода к формализации неопределенности позволяет повысить обоснованность применения в реальных практических задачах аппарата теории вероятности путем расширения вероятностных величин на интервально-вероятностные величины, т.е. задается не один определенный закон распределения вероятностей, который в большинстве реальных практических задачах невозможно обосновать из-за отсутствия достаточной статистики, а задается множество (семейство, класс) близких вероятностных распределений, согласованных с имеющейся информацией.

Использование интервально-вероятностного подхода к формализации неопределенности также позволяет ослабить допущение о статистической однородности наблюдаемых событий для построения вероятностных гипотез, поскольку в большинстве задач экономики и финансов статистическая однородность наблюдаемых событий не может быть доказана, соответственно, невозможно использование классических статистических вероятностных гипотез. В таких информационных условиях является необоснованным использование точечных оценок параметров вероятностного распределения (конечно, предполагается, что исходный набор данных все-таки позволяет судить о проявлении некоторого закона, выраженного в вероятностной или другой форме). В результате получается, что точные оценки параметров наблюдаемого закона неизвестны, они размыты, а их допустимые значения лежат в определенном интервале.

Часто ввиду большой сложности объекта, существенной нелинейности, трудностей формализации, наличия различных субъективных критериев и ограничений могут применяться нечеткие модели. Если информация о параметрах модели и требованиях к системе задается экспертом на естественном языке, а значит, в достаточно "нечетких" (с позиции математиков) терминах, то используют интенсивно развивающийся в последнее время подход, связанный с понятием лингвистической переменной (Заде, 1976) и нечеткого множества. Этот подход опирается на предпосылку о том, что элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств или классов объектов, для которых переход от "принадлежности к классу" к "непринадлежности" не скачкообразен, а непрерывен. Традиционные методы недостаточно пригодны для анализа подобных систем именно потому, что они не в состоянии охватить нечеткость человеческого мышления и поведения. Подход на основе теории нечетких множеств является, по сути дела, альтернативой общепринятым количественным методам анализа систем. Он имеет три основные отличительные черты (Алтунин, Семухин, 2000):

- вместо или в дополнение к числовым переменным используются нечеткие величины и так называемые "лингвистические" переменные;
- простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний;
- сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами.

При нечетком моделировании используется понятие нечеткого множества, т.е. такого множества A , для которого существует так называемая функция принадлежности $\mu(x)$, такая, что $\mu(x) = 0$, если $x \notin A$, $\mu(x) = 1$, если $x \in A$, и $0 < \mu(x) < 1$ для тех x , для которых нельзя однозначно ответить на вопрос о принадлежности их к A , в этом последнем случае $\mu(x)$ можно трактовать как степень принадлежности x к множеству A . Вопрос о том, как строить функцию принадлежности, как вычислять ее значения, зависит от специфики задач, характера исходных данных, способа их обработки и т.п., иначе говоря, является специальным вопросом, решаемым особо в каждом конкретном случае. Методы построения функции принадлежности достаточно подробно изложены в работе (Алтунин, Семухин, 2000). Если же отвлечься от вида функции принадлежности, то ситуация с неизвестным распределением параметра экономической системы может быть описана в терминах нечетких множеств. В этом случае задается не точное значение параметра, а некоторое множество возможных его значений, характеризующихся той или иной "степенью уверенности" эксперта.

Детерминированные подходы к учету неопределенных факторов играют значительную роль в практике создания различных систем. Очень часто разработчикам при обеспечении свойств системы приходится ориентироваться не на вероятности соблюдения каких-либо требований и не на нечеткие ожидания желаемых показателей, а на обеспечение допустимого поведения системы во всей

совокупности состояний, имеющих значение для дальнейшей эксплуатации. Например, в технологических системах с помощью детерминированного подхода строятся регуляторы, обеспечивающие устойчивое поведение системы при наличии неопределенности элементов математических моделей, вызванной несовершенством моделей (неточности параметров) или внешними возмущениями (неопределенности входов). При наличии границ неопределенностей элементов регуляторы используют эту информацию с применением обратной связи. При наличии обратной связи полученные при некоторых предположениях выходные параметры могут быть использованы затем для уточнения, пересмотра входных показателей, нормативов, оценок и т.п. В экономических системах (например, для предприятия) в качестве таких регуляторов могут выступать технико-экономические показатели функционирования системы. Зная критические значения факторов, оказывающих воздействие на систему, можно рассчитать критические значения показателей, контроль за которыми позволяет сделать заключение о нахождении предприятия в той или иной области допустимого поведения системы.

5. Заключение

Таким образом, можно резюмировать:

- 1) Современные экономические системы отличаются большим количеством элементов и связей между ними, высокой степенью динамичности, наличием нефункциональных связей между элементами, а также действием субъективных факторов, обусловленных участием человека в процессах экономических систем, который принимает решения в ходе выполнения работы. Все это приводит к тому, что экономическая система функционирует в условиях неопределенности внешней и внутренней среды.
- 2) Источниками неопределенностей в экономических системах являются: отсутствие достаточных сведений об экономических процессах и условиях их протекания, случайное или преднамеренное противодействие со стороны других экономических субъектов, действие случайных факторов, которые нельзя предугадать, предсказать в силу неожиданности их возникновения.
- 3) Для оценки неопределенности используют детерминированные, вероятностно-статистические подходы, а также подходы, основанные на понятии лингвистической переменной и нечеткого множества.
- 4) Попытки применения какого-либо конкретного математического аппарата (интервального анализа, статистических методов, детерминированных моделей и т.д.) для принятия решений в условиях неопределенности позволяют адекватно отразить в модели лишь отдельные виды данных и приводят к потере информации других типов, особенно это относится к сложным иерархическим системам, в контуре управления которыми присутствует человек. Например, в детерминированных моделях не учитывается накопленная статистическая информация о вероятностных распределениях для некоторых параметров и производится замена этих распределений соответствующими средними значениями. К тому же, в этом случае проявляется острый дефицит информации конкретного типа (например, о функциях распределения вероятностей). Ввиду недостатка информации для строгого применения вероятностных моделей и трудностей оперирования случайными величинами, а также в связи с тем, что с интервальными величинами можно работать в рамках теории нечетких множеств, последняя приобретает здесь важное значение. Таким образом, для оценки экономических показателей работы системы, с точки зрения неопределенности, следует комбинировать различные формальные подходы (детерминированные, статистические, вероятностные, нечеткие). Именно изучение количественных характеристик, полученных с помощью разнородных формальных методов, является наиболее плодотворным подходом в задачах принятия решения в условиях неопределенности.

Литература

- Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень, Тюменский государственный университет, 352 с., 2000.
- Березин С.А., Лавровский Б.Л., Рыбакова Т.А., Сатанова Э.А. Фактор неопределенности в межотраслевых моделях. Новосибирск, Наука, 119 с., 1983.
- Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. М., Наука, 208 с., 1980.
- Вошинин А.П., Сотиров Г.Р. Оптимизация в условиях неопределенности. Изд-во МЭИ (СССР): "Техника" (НРБ), 224 с., 1989.
- Диев В.С. Управленческие решения: неопределенность, модели, интуиция. Новосибирск, Новосибирский государственный университет, 196 с., 2001.

- Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М., Мир, 165 с., 1976.
- Кайберг Г.** Вероятность и индуктивная логика. М., Прогресс, 197 с., 1978.
- Моисеев Н.Н.** Элементы теории оптимальных систем. М., Наука, 528 с., 1975.
- Найт Ф.Х.** Риск, неопределенность и прибыль. М., Дело, 358 с., 2003.
- Райф Г.** Анализ решений (введение в проблему выбора в условиях неопределенности). М., Наука, 408 с., 1977.
- Таха Х.** Введение в исследование операций. В 2 кн. М., Мир, кн. 1, 496 с., 1985.
- Трухачев Р.И.** Модели принятия решений в условиях неопределенности. М., Наука, 151 с., 1981.
- Цельмер Г.** Учет риска при принятии управленческих решений. Проблемы МСНТИ, № 3, с.94-105, 1980.
- Черкасов В.В.** Проблемы риска в управленческой деятельности. Монография. М., "Рефл-бук", К., "Ваклер", 288 с., 1999.