

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ПОВЕДЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Б. А. Шиянов

Международный институт компьютерных технологий

Поступила в редакцию 14 марта 2011 г.

Аннотация: *проводится анализ проблематики, связанной с разработкой методов оптимизации экстремальных конкурентных взаимодействий с целью обеспечения стабильного функционирования региональных экономических систем. Предлагается методический подход, обеспечивающий выбор конкурентно-устойчивых стратегий поведения региональной экономической системы с учетом динамики производственного процесса.*

Ключевые слова: *стратегия экономического поведения, альтернатива, система.*

Abstract: *the analysis of the problematic connected with working out of special methods of extreme competitive interactions optimization for the purpose of stable functioning maintenance of regional economic systems is carried out. The methodical approach providing a choice of competitive-steady strategy of economic behavior of regional economic system taking into account the dynamics of competitive situation during industrial activity is offered.*

Key words: *strategy of economic behavior, alternative, system.*

Решение проблемы конкурентно-устойчивого управления региональными экономическими системами (РЭС) представляет значительный практический интерес. Одними из основных путей ее решения являются оптимизация функциональной структуры и применение конкурентно-устойчивых стратегий экономического поведения (СЭП), которые в сочетании с мероприятиями информационной безопасности снижают эффективность функционирования системы конкурентной борьбы активно-конкурирующей экономической системы (АКЭС).

В настоящее время существуют разнообразные способы и методы конкурентной борьбы. Предлагаются частные методики оценки их эффективности с целью выбора наиболее результативных, как правило, для ситуаций двухстороннего конфликтного взаимодействия. Формируются предложения по составу и алгоритмам применения специальных мер защиты от конкурентных действий.

Однако разрабатываемые применительно к задачам защиты от отдельных видов конкурентных действий эти предложения не в полной мере эффективны по отношению к комплексному конкурентному и информационному воздействию в быстро меняющейся конкурентной обстановке.

Следует отметить, что исследование эффективности и обоснование состава вариантов конкурентно-устойчивых стратегий поведения экономичес-

ких систем разного уровня и специализации проводятся, как правило, без учета возможности адаптации АКЭС к текущим условиям в динамике группового конфликта.

Кроме того, отсутствие учета оптимального поведения АКЭС (в части выбора варианта распределения имеющихся ресурсов, выбора средств конкурентной разведки и конкурентной борьбы) приводит к существенному завышению возможностей стабильного функционирования РЭС. Это предопределяет необходимость учета адаптационных возможностей (прежде всего, по оптимизации распределения ресурсов и выбору конкурентных действий) АКЭС в динамике конфликта.

Таким образом, обеспечение конкурентоспособности регионального экономического субъекта как эффективной бизнес-системы, способной завоевывать и удерживать существенную долю рынка, требует специальных методов конкурентно-устойчивого управления, которые смогли бы учитывать изменения конкурентной ситуации в динамике производственной деятельности.

Это обуславливает необходимость разработки методов конкурентно-устойчивого управления производственной деятельностью, совершенствование действующих и создание новых методов прогнозирования и программирования хозяйственного механизма, в том числе в рамках отдельного региона. При этом повышается актуальность задачи научной обоснованности программных расчетов

и исследований, создания методов и моделей многовариантных расчетов в области поиска оптимальной стратегии, совершенствования теорий и методик решения оптимизационных задач.

Современная теория конкурентоспособности экономического субъекта дает возможность наметить возможные пути построения моделей, которые позволят оценивать конкурентов, а затем формировать стратегии и тактику конкурентно-устойчивого поведения. Вместе с тем рынок товаров и услуг представляет собой сложный для моделирования объект:

- рынок – это большая открытая динамично развивающаяся неравновесная экономическая система;
- каждый экономический субъект этой системы может действовать в рамках своих возможностей, сообразуясь с действиями конкурентов и тенденциями изменений рыночной ситуации по своему усмотрению;
- действия всех экономических субъектов на рынке взаимообусловлены и взаимозависимы.

Решение проблемы стабильного функционирования РЭС в условиях конкурентной борьбы определяется как деятельность, которая сохраняет или улучшает ее характеристики путем введения изменений, повышающих эффективность использования ресурсов. Этими ресурсами Q являются люди, материалы, оборудование, денежные суммы и время. Таким образом, требуется принятие правильного решения по распределению ресурсов и исключению намеренно нерациональных действий на ранних этапах планирования экономической деятельности РЭС.

Первая задача стабильного функционирования состоит в том, чтобы определить набор объектов, подлежащих анализу (альтернативу X_k). Для поиска рационального решения используется операция количественного сравнения альтернатив, которая выполняется с целью выбора альтернативы, подлежащей реализации. Но для того чтобы количественные оценки позволяли вести сравнение альтернатив, они должны отражать участвующие в сравнении свойства альтернатив (выходной результат, эффективность, стоимость и т.д.). Достичь этого можно, если учтены все элементы x_{ki} альтернативы X_k и даны правильные оценки каждому элементу.

Простейший способ представления альтернатив – матрица, показывающая отношение между каждым параметром и каждым уровнем действия системы. При этом в одно и то же время можно

логично максимизировать или минимизировать только одну оценку. Например, время и стоимость невозможно максимизировать без ухудшения эффективности системы.

Единственным критерием вхождения данного элемента в данную альтернативу может быть участие этого элемента в процессе, приводящем к появлению выходного результата данной альтернативы.

У слабоструктурированной проблемы (к которой относятся проблемы экономического характера) имеется одна важная особенность: ее рациональное решение X_k^* строится на основе оценочных систем различного порядка. С помощью одной такой системы оценивается время, с помощью другой – стоимость, с помощью третьей – эффективность. В любую из этих систем может входить оборудование, процессы, люди, устройства и другие категории, каждая из которых представлена с различной степенью полноты.

Чтобы внести структуру в слабоструктурированную проблему, необходимо выполнить, по крайней мере, следующие основные требования:

- процесс решения проблемы должен быть изображен с помощью последовательности или структуры с указанием точек принципиальных решений;
- этапы процесса нахождения принципиальных решений должны быть описаны детально;
- основные альтернативы и способы их получения должны быть демонстрируемыми;
- предположения, сделанные для каждой альтернативы, должны быть определены;
- критерий, с помощью которого выносятся суждения о каждой альтернативе, должен быть полностью определен;
- детальное представление данных, взаимоотношения между данными и процедурами, с помощью которых данные должны быть оценены, должны являться частью любого решения;
- важнейшие альтернативные решения и доводы, необходимые для объяснения причин исключения отклоненных решений, должны быть показаны.

Эти требования не равны по важности, точности выражений или степени полноты и объективности. Каждое требование имеет самостоятельную ценность.

Возможности, заложенные в систему при ее конструировании, должны обеспечивать оперативное средство для итерации альтернативных решений и их последующей оценки. Оценка альтернатив является средством отбора решений или целей.

Отдельное решение проблемы может быть получено многими альтернативными процедурами. Наличие альтернатив предполагает способность сделать выбор между двумя или более приемлемыми решениями. Содержанием альтернатив являются условия, при которых может быть сделан один выбор.

Критерий F_N является средством, с помощью которого измеряются или выбираются альтернативы. Он указывает относительное достижение альтернативы в терминах других мер, таких, как время, стоимость или эффективность. Чтобы альтернатива была принята к рассмотрению, она должна быть приемлемым потенциальным решением поставленной проблемы. Она может принимать количественную или качественную форму. Количественная форма модели выхода может выражать ожидаемый исход как предполагаемую величину (денежное выражение прибыли, потерь, затрат; единицы персонала, оборудования, устройств и т. д.).

Применение системного подхода к исследованию проблемы стабильного функционирования РЭС как сложного объекта в условиях конкурентной борьбы предполагает проведение структурного (анализ связей и состава) и функционального анализа (анализ внутреннего и внешнего функционирования).

Элементами l (подсистемами) РЭС могут являться структурные подразделения, финансовые активы, материальные средства, оборудование и т.д. Подсистемы РЭС подразделяются на несколько типов исходя из своего функционального назначения: управляющие подсистемы (УП), исполнительные подсистемы (ИП), информационные подсистемы (ИП), обеспечивающие подсистемы (ОП). Совместное функционирование этих подсистем обеспечивает выполнение задач функционирования (производства продукции или услуг) в целом.

Выполнение задач производственной деятельности РЭС рассматривается, как правило, как последовательность N реализуемых этапов (проектов) с учетом ресурсных ограничений Q . РЭС и ее элементы (подсистемы) l -го типа в ходе производственного процесса постоянно изменяют свое функциональное состояние V_s и v_{sl} соответственно. Структурные подразделения принимают на работу или увольняют специалистов определенной квалификации, что отражается на производственных возможностях и размерах фонда оплаты труда. Производственные бригады и их сотрудники (ис-

полнительные элементы) периодически берут на обслуживание определенный объем работ, осуществляют прием материальных средств (комплектующие, финансовые средства и т.д.), осуществляют развертывание и свертывание производственных мощностей, выполняют перечень работ и технологических процессов. Финансовые и снабженческие подразделения (обеспечивающие элементы) осуществляют финансовое и материально-техническое обеспечение производственного процесса. Управленческий аппарат, руководители, менеджеры (управляющие элементы) осуществляют выработку, корректировку и проверку выполнения производственных планов. В каждом состоянии V_s регионального экономического субъекта как системы есть набор объектов, свойств и связей, объединенных в производственном процессе.

Состояния элементов v_{sl} определяют различные состояния V_s системы в целом, каждое из которых является вектором с элементами, соответствующими определенному набору параметров РЭС в определенный момент времени. Таким образом, процесс функционирования РЭС и ее подсистем можно структурировать путем введения соответствующих функциональных состояний.

На всех этапах функционирования элементы РЭС взаимодействуют друг с другом и внешней средой, подвергаясь при этом воздействию нескольких факторов, в том числе и организованного (преднамеренного) противодействия Y со стороны активно-конкурирующих экономических систем (АКЭС). Под действием этих факторов состояние системы может претерпевать существенные изменения, в том числе скачкообразно переходить из одного состояния в другое.

Большинство методов оценки прогнозируемого состояния системы [1] не могут быть использованы при оценке эффективности функционирования РЭС, так как не учитывают организованного противодействия ее функционированию.

Предлагаемые методы учета неопределенности противодействия проектируемой системе в процессе ее функционирования с помощью гарантированного подхода (выбора наиболее тяжелого варианта противодействия, наихудшего для проектируемой системы) [2], могут привести к выбору неправильных параметров системы из-за отсутствия учета динамики адаптивного (оптимального) противодействия.

Целью противодействия со стороны АКЭС может являться не только снижение эффективности РЭС, но и прекращение ее функционирования.

Для осуществления данных целей АКЭС, как правило, располагает ограниченным количеством разнотипных активных средств воздействия Y (средств конкурентной борьбы) и применяет их избирательно по подсистемам и направлениям экономической деятельности РЭС на всех этапах ее функционирования.

Такое противоборство двух сторон может иметь прямо противоположные интересы, однако они могут не иметь общую функцию критерия или вовсе могут не иметь соизмеримых шкал пользы [3, 4]. В этом случае процесс принятия последовательных решений в каждом периоде функционирования РЭС можно описать многошаговыми играми на выживание. Если исходы могут оказаться случайными и отсутствует информация о принимаемых действиях противной стороны и выборы тех или иных подсистем для воздействия являются вероятностными, то игра оказывается стохастической многошаговой [5].

Таким образом, в результате случайного исхода воздействия на РЭС процесс ее функционирования оказывается стохастическим. Предлагаемые модели стохастического оптимального управления [6], управляемых марковских процессов [7] и процессов принятия решений [8, 9] исследуют выбор оптимальной стратегии на бесконечном горизонте. Так как РЭС функционирует на конечном интервале времени T , то в этом случае актуальной является разработка моделей оценки эффективности ее функционирования для не установившегося, а переходного стохастического процесса.

Важнейшая роль в проводимой АКЭС конкурентной борьбе отводится интегрированной системе бизнес-разведки и планирования конкурентных действий. Данная интегрированная информационно-управляющая система обеспечивает вскрытие и распознавание планов экономической деятельности РЭС, выработку решений и планирование конкурентных действий по выбранным структурам и направлениям деятельности РЭС, управление конкурентными действиями.

Интеграция различных средств бизнес-разведки Z и применение различных типов конкурентных действий Y обеспечивает снижение эффективности подсистем РЭС при одновременном сокращении расхода ресурсов.

Процесс функционирования интегрированной системы бизнес-разведки и планирования конкурентных действий АКЭС можно представить в виде последовательных этапов: сбора информации из различных источников, ее обработки; выявления и

распознавания на основе проведенного анализа планов экономической деятельности конкурента; планирования распределения ограниченных средств собственно на свою экономическую деятельность и конкурентные действия; формирования управляющих команд своим подсистемам и элементам; управления конкурентными действиями с последующим контролем их выполнения.

Вскрытие (выявление, распознавание, определение параметров) планов экономической деятельности РЭС в динамике производственного процесса осуществляется с помощью систем и средств бизнес-разведки Z АКЭС. Анализ возможностей современных систем бизнес-разведки показывает, что в условиях отсутствия защитных мер вероятность вскрытия стратегий экономического поведения РЭС при выделении АКЭС на средства бизнес-разведки порядка 1,5–3,0 % средств от ее оборота будет близка к единице.

Наличие достоверной и точной информации о параметрах стратегии экономического поведения РЭС позволяет АКЭС выбрать наиболее эффективные методы и средства конкурентной борьбы и провести рациональное распределение средств на конкурентные действия и собственно свою экономическую деятельность.

Таким образом, РЭС как объект защиты в конкурентной борьбе представляет собой сложную систему. Важнейшими структурно-функциональными особенностями ее как системы являются: наличие разнотипных по функциональному назначению и характеристикам взаимосвязанных элементов, которые вносят различный вклад в результирующую эффективность системы, а также периодичность (цикличность) функционирования в ходе производственного процесса. Информация по вариантам планирования производственной деятельности является доступной для АКЭС, что приводит к высокой степени их уязвимости к конкурентным действиям.

АКЭС при решении задач снижения эффективности функционирования РЭС может применять различные методы и средства конкурентной борьбы и оптимизировать от одного производственного этапа N (цикла) к другому производственному этапу (циклу) свое функционирование путем определения приоритетных направлений и объектов конкурентной борьбы и выбора наиболее эффективных средств конкурентной борьбы в рамках имеющегося ресурса.

В этих условиях нахождение рациональной СЭП РЭС, основанной на максимально эффектив-

ном использовании ресурсов, является ключевым фактором успеха, а при растущей с каждым днем конкуренции – гарантом выживания и стабильного функционирования.

Задачу формирования рационального (конкурентно-устойчивого) варианта СЭП РЭС предлагается сформулировать в максиминной постановке [10, 11]. Данный подход позволяет обеспечить получение наилучшего гарантированного результата при оптимальном поведении АКЭС в предположении ее априорной осведомленности о характеристиках РЭС, параметрах ее функционирования и планируемых СЭП (планах выполнения работ, реализации проектов).

При этом в ходе формирования альтернативных СЭП РЭС должны учитываться ограничения на применение отдельных действий, связанные с их негативным влиянием на результаты производственного процесса и с невозможностью совместного выполнения некоторых из них.

В экономике существование рационального ведения дел обуславливается необходимостью гарантировать прибыль. Поэтому прибыль можно рассматривать как степень фактического достижения запланированного результата. Таким образом, целью экономической деятельности РЭС является обеспечение получения максимальной прибыли посредством производства (и реализации) необходимого количества товаров (услуг) в условиях активного противодействия со стороны АКЭС. Цель АКЭС противоположна и заключается в обеспечении максимума своей прибыли (в том числе и за счет доли рынка конкурента). При этом взаимодействие конкурентов в условиях ограниченной емкости рынка носит конфликтный характер.

В интересах формализации основной задачи исследований будем полагать, что РЭС в течение рассматриваемого временного периода ведения экономической деятельности T осуществляет реализацию N работ (этапов или циклов производственной деятельности), а функционирование элементов (подсистем) РЭС в ходе очередного этапа осуществляется в циклически сменяющихся λ ($\lambda = 1, \Lambda$) типовых ситуациях. Перечень типовых ситуаций для элементов (подсистем) различного типа детализируется в зависимости от выполняемых ими функций в составе РЭС. При этом окончание каждой типовой ситуации соответствует переходу элемента (подсистемы) РЭС в одно из своих функциональных состояний.

Перед и между реализациями работ (этапов, циклов) система Z видов бизнес-разведки АКЭС

проводит определение текущего состояния (параметров) элементов l -го типа РЭС с вероятностями p_{zl} . На основе анализа этой информации проводится распределение средств (людских, финансовых и т.д.) для реализации Y_n конкурентных действий на n -м этапе производственной деятельности РЭС, с целью снижения ее эффективности или полного прекращения работоспособности. Каждый из конкурентных методов осуществляет снижение эффективности (изменение параметров) соответствующего элемента (подсистемы, системы в целом) РЭС l -го типа на один заданный дискретный шаг с вероятностями p_{yl} .

В результате воздействия АКЭС (реализации определенных решений) состояние РЭС как сложной системы может претерпевать скачкообразные изменения, характеризуемые снижением эффективности ее элементов (подсистем) и системы в целом. При этом под состоянием РЭС будем понимать ее потенциальную эффективность и эффективность ее элементов различного типа. В результате к последующему этапу производственной деятельности в составе РЭС элементы l -го типа будут иметь определенную эффективность, и это состояние будет определять общую потенциальную эффективность (производительность) РЭС на данный момент времени.

АКЭС, обладая ограниченным количеством средств, выделяемых на конкурентные действия Y , стремится распределить их по N этапам выполнения производственной деятельности РЭС (направлениям деятельности) Y_n ($n = \overline{1, N}$) для воздействия на элементы (подсистемы) l -го типа y_{nl} таким образом, чтобы свести по итогам всего рассматриваемого периода к минимуму эффективность РЭС (ее производительность и, как следствие, прибыль), реализующей X_k -й вариант СЭП.

С учетом вышеизложенного в качестве основного показателя эффективности X_k -го варианта СЭП РЭС целесообразно выбрать среднее количество произведенной и реализованной ею продукции (услуг) как средства получения прибыли $F_N^*(X_k, V_s, Z, Y, \Pi, Q)$ за время выполнения N этапов (циклов) производственной деятельности, при Q ресурсе, выделяемом на информационную безопасность и ведение конкурентной борьбы, определенном составе Π внешних условий, при использовании АКЭС Z средств и методов бизнес-разведки и Y средств и методов конкурентной борьбы. Выбранный показатель может служить численной мерой эффективности варианта СЭП.

Тогда основную задачу исследований можно сформулировать следующим образом: обосновать вариант СЭП РЭС, обеспечивающий наибольшее гарантированное количество производимой (и реализуемой) продукции за рассматриваемый период ведения экономической деятельности РЭС T при оптимально функционирующей системе бизнес-разведки и управления конкурентными действиями АКЭС. Будем называть такой вариант X_k^* СЭП РЭС рациональным. В качестве критерия эффективности СЭП РЭС выбирается максимум значение среднего количества произведенной (и реализованной) продукции, где максимум определяется составом и алгоритмом (структурой) СЭП, а минимум – оптимальным поведением системы бизнес-разведки и управления конкурентными действиями АКЭС. При этом основными внешнесистемными ограничениями, влияющими на формирование СЭП, являются финансовые, людские, энергетические, материальные и другие ресурсы РЭС.

Математическая постановка основной задачи исследований имеет вид:

$$X_k^* = \text{Arg max}_{\{X_k\}} \min_{\{Z\}, \{Y\}} F_N^*(X_k, V_s, Z, Y, \Pi, Q), \quad (1)$$

$s = \overline{1, S}$, $k = \overline{0, K}$, при ограничениях:

$$Z \in \Omega_Z, \quad (2)$$

$$Y \in \Omega_Y, \quad (3)$$

$$\Pi \in \Omega_\Pi, \quad (4)$$

$$X_k \in \Omega_X, \quad (5)$$

$$Q = \|Q_\sigma\|_B, \quad Q_\sigma(X_k) \leq Q_\sigma, \quad \sigma = \overline{0, B}, \quad (6)$$

где k – номер варианта СЭП, характеризующегося определенным упорядочным набором действий из I возможных:

$$X_k = \|x_{ki}\|_I, \quad k = \overline{1, K}, \quad K = \sum_{\xi=0}^I C_I^\xi; \quad (7)$$

C_I^ξ – число сочетаний из I по ξ ;

I – общее количество типов возможных упорядочных действий в составе СЭП;

x_{ki} – действие i -го типа, включенное в X_k -й вариант СЭП в определенном порядке;

Ω_X – конечное множество типов возможных действий, из которых формируются варианты X_k ;

Z – вектор состава средств и действий бизнес-разведки реализуемый АКЭС в течение рассматриваемого периода T функционирования РЭС:

$$Z = \|z_{ji}\|_{J_1}, \quad j = \overline{1, J_1}, \quad 0 \leq z_{ji} \text{ – целые числа};$$

z_{ji} – степень интенсивности действия бизнес-разведки j_1 -го типа, используемого АКЭС в течение рассматриваемого периода;

Y – вектор методов и средств конкурентной борьбы, используемых АКЭС для снижения эффективности РЭС: $Y = \|y_{j_2}\|_{J_2}$, $j = \overline{1, J_2}$, $0 \leq y_{j_2}$ – целые числа;

y_{j_2} – степень интенсивности конкурентного действия j_2 -го типа, используемого АКЭС в течение рассматриваемого периода, $j_2 = \overline{1, J_2}$;

J – общее количество типов методов и средств бизнес-разведки и конкурентной борьбы, возможных к применению АКЭС, $J = J_1 + J_2$;

Ω_Z, Ω_Y – конечные множества вариантов действий бизнес-разведки и конкурентной борьбы, которые могут привлекаться для снижения эффективности функционирования РЭС;

σ, B – тип и количество типов ограничений;

Q_0 – ограничение, связанное с возможностью совместной реализации различных действий, входящих в вариант СЭП;

Q_σ – ограниченный ресурс σ -го типа, выделяемый РЭС на производственную деятельность (финансы, энергопотребление, людские ресурсы и т.д.) в течение рассматриваемого периода T ;

$Q_\sigma(X_k)$ – ресурс σ -го типа, потребный для реализации X_k -й СЭП;

Π – внешние условия и природа: $\Pi = \|\pi_\eta\|_\Theta$, $\eta = \overline{1, \Theta}$, $\pi_\eta \geq 0$;

η – тип внешних условий и природы (например: $\eta = 1$ – инфляция, $\eta = 2$ – спрос на товар, $\eta = 3$ – уровень безработицы, $\eta = 4$ – времена года, $\eta = 5$ – погодные условия и т.д.);

Ω_Π – конечное множество вариантов экономических и природных условий: $\Omega_\Pi = \bigcup_{\eta} \Omega_{\Pi_\eta}$,

$\Pi_\eta \in \Omega_{\Pi_\eta}$, $\Omega_{\Pi_\eta} \subset \Omega_\Pi$;

s – номер состояния РЭС, $s = \overline{1, S}$; обозначим это множество целых чисел $\Omega_s = \{1, 2, \dots, S\}$;

V_s – s -е состояние РЭС, характеризующееся v_{sl} -ми состояниями (дискретными уровнями эффективности) элементов l -го типа: $V_s \subset \Omega_V$;

$V_s = \|v_{sl}\|_{SL}$, $0 \leq v_{sl}$ – целые числа, $l = \overline{1, L}$, $s = \overline{1, S}$;

Ω_V – конечное множество состояний РЭС;

S – максимально возможное количество состояний РЭС: $S = \prod_{l=1}^L (v_{1l} + 1)$;

L – максимально возможное количество типов элементов РЭС;

l – номер типа элемента РЭС;

v_{1l} – исходное состояние элемента l -го типа РЭС.

Задача обоснования рационального состава СЭП РЭС, сформулированная в виде (1), в общем случае является многопараметрической оптимизационной

задачей со связанными переменными, взаимозависимыми ограничениями и нелинейной целевой функцией. Непосредственное решение данной задачи сопряжено со значительными математическими трудностями. Для упрощения ее решения могут быть использованы следующие пути [2]: декомпозиция задачи на внешнюю и внутреннюю; усечение множеств варьируемых параметров; переход от основного показателя эффективности к частным, монотонно связанным с ним показателям.

В постановке (1) внешняя задача (максимизации) решается формированием множества допустимых вариантов СЭП РЭС и поиском рационального варианта с учетом неопределенности условий его применения на различных этапах рассматриваемого периода T экономической деятельности РЭС. Эта неопределенность обусловлена как внешними условиями, так и отсутствием информации о поведении АКЭС при адаптации к конкурентной обстановке путем выбора различных способов и средств бизнес-разведки, конкурентной борьбы и их комбинаций.

Внутренняя задача (минимизации) заключается в оптимизации поведения АКЭС (выявление планов экономической деятельности РЭС бизнес-разведкой и оптимальное распределение средств на конкурентные действия в рассматриваемый период времени T) и может быть представлена последовательностью задач дискретного программирования, обеспечивающих получение количественных оценок эффективности вариантов СЭП X_k при оптимальных характеристиках системы бизнес-разведки и управления конкурентными действиями АКЭС.

Таким образом, задача выбора X_k^* СЭП РЭС сформулирована в максиминной постановке, учитывающей взаимосвязь всех существенных свойств объекта исследования. При этом процесс функционирования РЭС характеризуется конечной совокупностью количественных параметров X_k, Z, Y, Π, Q , называемых управляемыми переменными. Параметры Z, Y, Π, Q относятся к внешней по отношению к предмету исследования среде и оказывают влияние на его функционирование. Внутренние параметры $X_k = (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kl})$ играют роль независимых переменных и отражают свойства отдельных решений, входящих в k -й вариант СЭП. Совокупность внешних и внутренних параметров представляет множество входных параметров $\Omega_x, \Omega_z, \Omega_y, \Omega_\pi, \Omega_v$.

Величины $V_s(N), p_{zl}, p_{yl}$, характеризующие функционирование РЭС, в целом являются выход-

ными параметрами, которые изменяются «под воздействием» системы бизнес-разведки и управления конкурентными действиями АКЭС и выбранной СЭП.

В процессе принятия решения значения управляемых переменных X_k будут варьироваться в некоторых пределах, определяемых системой неравенств (4) – (7). Область управляемых переменных, в которой выполняются ограничения (4) – (7), будем называть областью поиска $\Omega_{\text{доп}}$, а любой вектор X_k , принадлежащий множеству $\Omega_{\text{доп}}$, будет являться допустимым решением. Для выбора из области $\Omega_{\text{доп}}$ одного или нескольких рациональных решений X_k^* используется критерий максимума произведенной и реализованной продукции (средней прибыли), за рассматриваемый период экономической деятельности T . При этом каждому решению $X_k \in \Omega_{\text{доп}}$ ставится в соответствие числовая оценка $F_N(X_k, V_s, Z, Y, \Pi, Q)$, позволяющая получить бинарные отношения предпочтения между вариантами СЭП.

Механизм выбора «лучшего» – рационального варианта X_k^* сводится к отбору тех и только тех решений, которые в области $\Omega_{\text{доп}}$ характеризуются наибольшим значением показателя эффективности:

$$X_k^* = \arg F_N^* = \arg \max_{X_k \in \Omega_{\text{доп}}} F_N(X_k, V_s, Z, Y, \Pi, Q), \quad (8)$$

где X_k^* – оптимальное (рациональное) решение; $F_N^* = F_N(X_k^*, V_s, Z, Y, \Pi, Q)$ – наибольшее значение показателя эффективности при $X_k^* \in \Omega_{\text{доп}}$.

Выражение (8) является математической записью модели принятия рационального решения.

Решение данной задачи однокритериального выбора, сводящееся к анализу значений показателя эффективности F_N для конечного числа решений в рамках дискретного множества допустимых вариантов $\Omega_{\text{доп}}$, может быть получено методом перебора. При этом основные трудности численного решения сформулированной экстремальной задачи связаны с ее размерностью и видом оптимизируемой функции $F_N(X_k, V_s, Z, Y, \Pi, Q)$, которая является результатом решения экстремальной (минимизационной) задачи дискретного нелинейного программирования и потому может быть разрывной, недифференцируемой и многоэкстремальной. Заметим, что независимо от вида функции $F_N(X_k)$ рациональное решение $X_k^* \in \Omega_{\text{доп}}$ должно удовлетворять условию $F_N(X_k^*) \geq F_N(X_k)$ для всех $X_k \in \Omega_{\text{доп}}$.

В общем случае рациональное решение может достигаться на некотором подмножестве допусти-

мых решений $\Omega^* \subseteq \Omega_{\text{доп}}$, удовлетворяющих условию $F_N(X_k^*) = F_N^*$ для всех $X_k^* \in \Omega^*$. Тогда задача однокритериального выбора решения должна быть дополнена специальным критерием (например, минимальным сроком выполнения проекта, минимальной стоимости решения и т.п.).

Для решения внутренней задачи необходимо разработать методический аппарат оценки эффективности вариантов СЭП X_k при оптимальном поведении системы бизнес-разведки и управления конкурентными действиями АКЭС, включающий алгоритмы распределения средств для реализации конкурентных действий по элементам и направлениям деятельности РЭС.

Основными исходными данными для этого методического аппарата являются вероятности определения системой бизнес-разведки АКЭС параметров p_{zi} элементов l -го типа и вероятности p_{yl} снижения их эффективности на одну единицу выбранного дискретного шага конкурентным действием от одного производственного этапа (цикла) до следующего, зависящие как от варианта СЭП, так и от состава средств бизнес-разведки и типа применяемых конкурентных действий.

Вероятности p_{zi} и p_{yl} зависят от большого числа факторов: внешних условий (уровня инфляции, наличия квалифицированных кадров и т.д.); фазы экономической деятельности, в которой может находиться элемент РЭС в момент применения к нему конкурентных действий; типа конкурентных действий, порядка их применения и интенсивности; варианта X_k СЭП РЭС и т.д.

Ввиду нечеткости исходной информации по ситуации, в которой будут осуществляться конкурентные действия, вероятности снижения эффективности элементов РЭС p_{yl} согласно [12] целесообразно определять путем усреднения значений вероятностей в каждой типовой ситуации $p_{yl\lambda}$ ($\lambda = 1, \Lambda$) с весовыми коэффициентами этих типовых ситуаций. Для решения данной задачи необходимо разработать аналитическую методику, учитывающую тип применяемого конкурентного действия, его параметры и эффективность отдельных решений при условии оптимального поведения АКЭС в каждой из рассматриваемых типовых ситуаций (применения наиболее эффективного варианта решения).

Для решения внешней задачи предлагается использовать итерационный алгоритм [13], в основу которого с учетом дискретного характера целевой функции положена итерационная процедура в классе генетических алгоритмов (ГА).

Важнейшими преимуществами итерационных ГА для решения данного типа задач по сравнению с другими оптимизационными и поисковыми процедурами являются:

- возможность работы не с параметрами, а с закодированным множеством параметров;
- проведение поиска из популяции точек, а не из единственной точки;
- использование целевой функции, а не ее приращений;
- реализация не детерминированных, а вероятностных правил принятия решений.

В данном случае используется генетический подход, изложенный в [14] и доработанный в направлении учета особенностей решаемой задачи, включая наличие большого числа ограничений Q ; преднамеренное антагонистическое противодействие функционированию РЭС со стороны АКЭС; многоэтапность и разнообразие условий функционирования РЭС и т.д.

Поиск оптимального решения методом итераций существенно зависит от начального приближения, для определения которого предлагается специальная методика формирования множества допустимых вариантов СЭП РЭС [15].

Таким образом, обоснована структура математического аппарата исследований, обеспечивающего моделирование процессов конфликтного взаимодействия региональной экономической системы с активно конкурирующей экономической системой.

Задача синтеза рационального варианта СЭП РЭС сформулирована в максиминной постановке, учитывающей особенности РЭС как объекта защиты в конкурентной борьбе и обеспечивающей реализацию принципа наилучшего гарантированно-го результата. Определены пути ее решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курина И. А. Подходы к оценке состояния системы при многофакторном воздействии / И. А. Курина, А. А. Таранцев // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 1997. – № 2.
2. Гермеер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций / Ю. Б. Гермеер. – М. : Наука, 1971.
3. Льюис Р. Д. Игры и решения / Р. Д. Льюис, Х. Райфа. – М. : ИЛ, 1961.
4. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М. : Наука, 1978.
5. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – М. : ИЛ, 1960.
6. Бертсекас Д. Стохастическое оптимальное управление / Д. Бертсекас, С. Шрив. – М. : Наука, 1985.
7. Дынкин Е. Б. Управляемые марковские процессы / Е. Б. Дынкин, А. А. Юшкевич. – М. : Наука, 1975.

8. Баранов В. В. Оптимизационные методы последовательных приближений в марковских процессах решений / В. В. Баранов // Кибернетика. – 1985. – № 4. – С. 103–111.

9. Майн Х. Марковские процессы принятия решений / Х. Майн, С. Осаки. – М. : Наука, 1977.

10. Демьянов В. Ф. Введение в минимакс / В. Ф. Демьянов, В. М. Малоземов. – М. : Наука, 1972.

11. Федоров В. В. Численные методы максимина / В. В. Федоров. – М. : Наука, 1979.

12. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский.

Международный институт компьютерных технологий

*Шиянов Б. А., кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник*

Тел.: 8-915-540-05-53

– М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981.

13. Шиянов Б. А. Итерационный алгоритм выбора рациональной стратегии выполнения проекта / Б. А. Шиянов. – Вестник ВГТУ. – 2008. – Т. 4, № 11.

14. Батищев Д. И. Генетические алгоритмы решения экстремальных задач : учеб. пособие / Д. И. Батищев. – Воронеж : ВГТУ, 1995.

15. Шиянов Б. А. Методика выбора вспомогательных подсистем сложных динамических систем в условиях активного противодействия / Б. А. Шиянов, А. В. Шкатова // Техника машиностроения «Информатика – машиностроение». – Воронеж. – 2002. – № 5.

International Institute of Computer Technologies

*Shijanov B. A., Candidate of Technical Sciences,
Senior Researcher*

Tel.: 8-915-540-05-53