

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
СООБЩЕНИЯ ПО ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКЕ

А.Ф. КОНОНЕНКО, В.В. ШЕВЧЕНКО

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ КОРПОРАЦИЯМИ И
ОПЕРАЦИОННЫЕ ИГРЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР РАН
МОСКВА 2004

УДК 519.7

Ответственный редактор
кандидат физ.-матем. наук У.М. Мухтаров

В работе формулируются основные задачи, возникающие в процессе управления производственными корпорациями, и теоретико-игровые подходы к их решению. Определяется класс игровых моделей, основанный на синтезе базовых представлений классической теории игр и классического аналитического бухгалтерского учета (операционные игры). Намечена процедура использования операционных игр для решения конкретных задач производственно-экономического характера. Рассматриваются разные формы записи операционных игр и вопросы сводимости этих форм друг к другу.

Обсуждается эскиз общей архитектуры основанного на теории операционных игр программного пакета поддержки принятия решений производственно-экономического характера.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 02-01-00345).

Ключи: игр теория, исследование операций, экономика, производство, корпоративное управление

Рецензенты: В.Н. Бурков,
Ф.И. Ерешко

Научное издание

© Вычислительный центр им А.А. Дородницына РАН, 2004

Введение

В период болезненного становления рыночной экономики, сопровождающийся поспешным, необдуманным и просто криминальным разрушением экономики административно командной проявились острейшие проблемы социально-экономического характера. Возникновение этих проблем определяется как внешними, так и внутренними причинами. Особенно болезненно эти процессы проходят в высоко технологичных отраслях, связанных с функционированием оборонно-промышленного комплекса (ОПК) Российской Федерации.

Среди типичных проблем предприятий ОПК отметим следующие.

Организационные :

нестабильное обеспечение государственным оборонным заказом (ГОЗ) и его оплаты;

слабая и непостоянная поддержка государственных органов;

нечеткие и нестабильные координационные связи с предприятиями партнерами.

Рыночные :

острая конкуренция на рынке гражданской продукции;

трудности выхода на внешний рынок;

отсутствие опыта работы в рыночных условиях;
низкое качество выпускаемой продукции при завышенной цене на нее.

Управленческие :

несвоевременная, нестабильная и ограниченная поддержка государственными органами управления;

отсутствие у государственных органов долгосрочной стратегии развития предприятий ОПК;

отсутствие стратегического планирования, четких целей и стратегии развития, увязанной со стратегией развития предприятий партнеров;

не полная ориентированность организационной структуры управления на рыночную экономику;

неэффективная работа служб маркетинга, сбыта и снабжения, отсутствие четкой маркетинговой стратегии;

неудовлетворительное взаимодействие подразделений и служб (потери на "стыках");

нечеткое распределение функций и обязанностей;

недостаточное (неоперативное) информационное обеспечение.

Финансово – экономические :

большие кредиторская и дебиторская задолженности;

неэффективное планирование и использование финансовых средств;

недостаточный объем оборотных средств;

дефицит инвестиций на обновление оборудования и выпуск новой продукции;

низкая рентабельность.

Производственно – технологические :

несвоевременное и не в полном объеме выделение средств на поддержание мобилизационного потенциала, а также не-

эффективная политика его использования;
большая доля устаревшего оборудования;
незагруженные мощности;
отсутствие средств на поддержание и модернизацию отработанных и разработку новых технологий.

Социальные :

наличие убыточных объектов социального назначения;
неэффективная система мотивации;
недостаток энергичных и квалифицированных кадров, в первую очередь менеджеров высокого уровня;
низкая зарплата и отток высококвалифицированных кадров;
нехватка средств на переподготовку кадров.

В связи с этим жизненно необходимым является резкое повышение роли активного влияния госрегулирования на процесс становления и развития рыночных отношений, особенно в сфере высокотехнологичного производства, в первую очередь, производства, связанного с обеспечением обороноспособности нашей страны. Положительным примером такого влияния может служить разработка и начатая реализация Федеральной Целевой Программы "Реформирование и развитие ОПК (2002-2006 гг.)" (ФЦП), в рамках которой предполагается создание вертикально-интегрированных структур (ВИС).

В результате успешной реализации ФЦП и организации работы в режиме интеграции могут быть достигнуты положительные эффекты, в значительной степени демпфирующие отрицательное влияние отмеченных выше трудностей и проблем. Среди ожидаемых положительных факторов интеграции отметим следующие:

стабилизация и увеличение объемов ГОЗ при гарантии его

своевременной оплаты;

объединение ресурсов государственного оборонного заказа, возможностей военно-технического сотрудничества, использование технологий двойного назначения для формирования научно-технического задела по созданию перспективных технологий и образцов военной и гражданской продукции;

кооперирование усилий для выхода на внешний рынок;

выход на все уровни государственного управления, включая самый высокий (президент) за получением поддержки при решении самых острых и неотложных вопросов;

возможность участия в федеральных целевых программах;

увеличение инвестиционной привлекательности и возможности получения дешевого кредита под общие программы и объединенные залогов;

возможность реструктуризации задолженности в бюджет и внебюджетные фонды;

преодоление организационно-экономической разобщенности предприятий комплекса;

исключение дублирования и экономически неоправданной конкуренции предприятий комплекса между собой;

широкие перспективы для эффективного совместного использования финансовых, материальных и людских ресурсов;

сохранение научно-технического потенциала предприятий ОПК и создание предпосылок для его устойчивого развития;

объединение усилий по модернизации и разработке высокоэффективных технологий;

диверсификация производства в целях наращивания объ-

емов выпуска высокотехнологичной продукции гражданского назначения;

устранение избыточности производственных мощностей производственных предприятий, а также площадей и экспериментально-испытательной базы научно-исследовательских предприятий, вывод непрофильных и убыточных мощностей (производств);

повышение загрузки производственных мощностей;

координация работы служб маркетинга, сбыта и снабжения;

совершенствование нормативно-правовой базы в рамках участия в ФЦП.

Однако положительная динамика может быть получена только в результате планомерной, скоординированной работы, начинающейся с разработок методических рекомендаций, основанных на использовании методов математического моделирования. В процессе создания ВИС и при управлении их функционированием в рыночных условиях возникает целый ряд конкретных задач, формализуемых современными средствами математического моделирования:

1. Выбор состава создаваемой ВИС.
2. Построение иерархической системы управления ВИС.
3. Разработка системы информационного обмена.
4. Построение процедур принятия решений.
5. Выявление четких целей и разработка вариантов планов стратегического развития ВИС в целом, увязанных со стратегией развития входящих в нее предприятий.
6. Определение механизмов учета (согласования) интересов
 - государства;
 - субъектов Федерации;

- акционеров;
- работников.

7. Разработка гибкой системы компьютерной поддержки информационного обмена и процедур принятия оперативных и стратегических решений и технологии ее постоянной адаптации к изменяющейся обстановке.

По результатам решения этих задач готовятся проекты Указа Президента и постановления Правительства (проекты документов и их аргументация).

Фактически необходимо синтезировать с использованием точных методов механизм корпоративного управления интегрированными структурами.

Настоящая работа направлена на разработку одного из возможных точных подходов к решению этой актуальной задачи. Основной упор при этом делается на задачу согласования интересов, для формализации которой используется теоретико-игровой подход.

В пункте 1 дается классификация основных элементов хозяйственного механизма, обобщающего понятие механизма корпоративного управления. В пункте 2 анализируется возможность практического использования теоретико-игровых моделей и методов и обосновывается целесообразность разработки нового подхода к моделированию хозяйственного механизма. В этом подходе используется система определений, моделей и методов, основанных на привычных для пользователей понятиях аналитического бухгалтерского учета. В пунктах 3-4 дается концептуальное описание этого подхода и оцениваются перспективы его практического использования.

1. Основные элементы хозяйственного механизма корпоративного управления

К основным составляющим хозяйственного механизма относятся: организационная структура, механизмы планирования и стимулирования, правовые нормы.

Организационная структура :

- перечень элементов управляемой системы;
- общий список управляющих параметров и распределение их по элементам;
- приоритеты и уровни ответственности;
- информационная структура - потоки информации, необходимой для принятия решений.

Выбор состава ВИС определяется следующими факторами:

- способностью предприятий, входящих в ВИС, выполнить ГОЗ и обязательства по военно-техническому сотрудничеству (ВТС),
- наличием долгосрочных и тесных производственных связей,
- наличием перспективных совместных программ производства новых видов продукции.

Формирование иерархической системы управления осложняется необходимостью сочетания централизованных и децентрализованных методов управления. Жесткая централизация необходима для производства и реализации продукции военного назначения, а также для разработки и выполнения крупных совместных программ. С другой стороны, предприятиям, входящим в ВИС, должны быть предоставлены широкие полномочия по реализации экономических программ, имеющих "локальный" характер и не требующих при-

ложения совместных усилий, т.е. в концепции системы управления должны быть заложены принципы децентрализации.

В любом случае, использование как централизованных, так и децентрализованных механизмов управления должно опираться на своевременную и достоверную информацию.

Механизм планирования - порядок разработки, доведения и согласования планов, в том числе:

- система планируемых показателей;
- совокупность рациональных форм и способов производственно-экономической деятельности (планирование под заказ, способы получения синергетического эффекта, критерии отбора инвестиционных проектов и т.д.).

Выбор системы планируемых показателей должен обеспечивать "сквозной" характер, т.е. показатели всех элементов системы снизу доверху должны быть однотипны. Система планирования (оперативного, среднесрочного и стратегического) должна способствовать повышению эффективного совместного использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов. При этом появляются новые, более широкие возможности получения заемных средств под объединенные залогов.

Механизм стимулирования (согласования) интересов:

- система критериев оценки деятельности элементов и всей системы в целом;
- механизмы согласования выбранных критериев (порядок образования и распределения средств фондов, расчетные цены и тарифы, механизм финансирования общих проектов и т.д.);
- механизмы, согласующие процесс оптимизации выбранных критериев с социально-экономическими потребностями и интересами субъектов и социальных групп, участвующих

и/или заинтересованных в результатах функционирования системы. К интересам субъектов различного уровня можно отнести выполнение государственных заказов, налоговые поступления в бюджеты всех уровней, дивиденды акционеров, оплата работников и т.д.

Механизмы согласования интересов являются стержнем устойчивой работы создаваемой ВИС. Разработка их очень сложна и требует применения оригинальных теоретико-игровых моделей и методов.

Правовые нормы, регулирующие производственно-экономическую деятельность. Заметим, что многие законодательные акты (о холдингах, корпорациях и т.д.) отсутствуют или имеют не вполне внятное содержание. Рекомендации по их уточнению должны быть основаны на многовариантных расчетах. Однако даже имеющаяся нормативная база позволяет успешно реализовывать основные элементы ФЦП на начальном этапе, и работа по совершенствованию законодательства может вестись параллельно с реформированием ОПК, не задерживая его.

2. Теоретико-игровой подход к моделированию хозяйственного механизма

Сложившийся к настоящему времени теоретико-игровой подход к моделированию хозяйственного механизма достаточно полно представлен в работе [1]. В соответствии с этим подходом и с учетом изложенного выше для описания хозяйственного механизма функционирования производственных объединений в условиях рыночной экономики необходимо формализовать следующие параметры:

- Множество субъектов (участвующих и/или заинтересо-

ванных в экономическом процессе).

- Иерархия (соподчиненность) субъектов.
- Фазовое пространство (множество отслеживаемых показателей).
- Отрезок времени и шаг по времени (определяемые исходя из диапазона планирования действий), начальные условия.
- Множество управляющих параметров и их распределение по субъектам.
- Ограничения на управления.
- Критерии и принципы оптимальности, которых придерживаются субъекты, позволяющие оценить множество их рациональных выборов (ответов).
- Возможности и принципы создания коалиций, в т.ч. принципы выбора согласованного (совместного) решения.
- Информированность, определяющая класс используемых стратегий.

При этом рассматриваемыми субъектами являются: государство, субъекты федерации, акционеры предприятий ВИС, ВИС в целом, предприятия и подразделения ВИС, те или иные группы работников предприятий.

Иерархия (соподчиненность) субъектов определяется в общем случае графом, вершинами которого являются субъекты, а направленные дуги, связывающие вершины, определяют иерархические связи между субъектами. Каждая иерархическая связь должна быть конкретизирована указанием ее смысла. Наличие иерархической связи руководитель-подчиненные в общем случае означает, что руководитель может инициировать те или иные конкретные действия, затрагивающие интересы подчиненных.

Отслеживаемыми показателями фазового пространства

могут быть: складские запасы, дебиторская и кредиторская задолженности, объемы производства и сбыта, численность и состав персонала предприятий, средние размеры оплаты труда и т. п.

Множество управляющих параметров является декартовым произведением множеств управлений субъектов. Управлениями субъектов могут быть: объемы производства различных видов продукции и услуг, внутренние и внешние цены, виды и ставки налогов, размеры оплаты труда и т. п.

Ограничениями на управления могут быть ресурсные ограничения (наличие необходимых для производства сырья и материалов, денежных средств, рабочего времени работников необходимой квалификации), экологические ограничения, требования выполнения ГОЗ и сохранения мощностей и др.

Основным критерием оценки деятельности ВИС и входящих в ВИС предприятий может служить показатель "чистые активы", оценивающий реальное материальное богатство субъекта, то, что у него останется, если продать все имущество по рыночным (или балансовым) ценам, вернуть всю дебиторскую и погасить всю кредиторскую задолженности. При контроле финансового состояния предприятий падение величины чистых активов ниже величины уставного фонда считается признаком предбанкротного состояния. Принципы оптимальности ВИС и предприятий при таком подходе могут быть описаны как стремление к максимизации чистых активов. Возможно также задание нескольких критериев оптимальности (чистые активы, объем заработной платы, процент загрузки мощностей и т. д.). В этом случае принцип оптимальности принимает более сложный вид (Парето-оптимальные решения и т. п.).

Создание коалиций обуславливается директивными указаниями и/или желанием субъектов повысить эффективность функционирования ВИС. Создание коалиций дает возможность объединить материальные, финансовые и информационные ресурсы, реализовать крупные совместные программы и др.

Под информированностью игроков следует понимать наличие у каждого игрока знаний о выборах управлений другими игроками в момент выбора собственного управления, а также его информированность о параметрах игры.

Класс используемых стратегий формализуется с помощью весьма общего понятия квазиинформационного расширения игры ([2] и др.). При определении этого понятия кроме множества управлений рассматриваются множества стратегий игроков. Под стратегией понимается правило выбора игроком своего управления исходя из его исходных знаний о выборах других игроков и знаний об уже сделанных выборах и намерениях других игроков. При этом:

1) любая совокупность выбранных стратегий (ситуаций) имеет проекцию (отображение) в множество управлений (исходов);

2) множество управлений содержится в множестве стратегий, т.е. любой игрок может не использовать какой-либо информации при своем выборе;

3) функции выигрышей игроков в квазиинформационном расширении игры не меняются и для каждой ситуации считаются от значений ее проекции на исходное множество управлений.

Для формализации теоретико-игровой модели принятия решений в ВИС необходимо, следуя [3], выделить оперирующую сторону (основного субъекта - центр), в интересах ко-

того и проводится анализ. Ей могут быть управленческие органы ВИС. В пределах своих полномочий и на основе имеющейся и ожидаемой информации центр выбирает стратегию, включающую в себя как составные элементы:

- определение приоритетов подчиненных и директивное создание коалиций;
- наделение подчиненных полномочиями по выбору тех или иных управлений;
- организацию информационных потоков;
- выбор механизмов управления производственно-экономическим процессом.

В соответствии с принципами оптимальности подчиненных оценивается множество их рациональных ответов на выбранную стратегию центра: выбор подчиненными их стратегий (механизмов управления), создание подчиненными рациональных коалиций по решению совместных задач, принятие процедур обмена информацией и т. п.

Оптимальная (рациональная) стратегия центра определяется из условия максимизации по его стратегиям гарантированного результата.

Такую теоретико-игровую модель будем называть иерархической игрой или игрой Гермейера.

Иерархическая игра такого общего вида является сложнейшим объектом для анализа. Поэтому даже на чисто теоретическом (математическом) уровне до настоящего времени удалось получить решение и сформулировать достаточно содержательные утверждения только для частных классов моделей, учитывающих те или иные аспекты общей проблемы синтеза эффективного хозяйственного механизма. Кроме того, практика использования даже значительно упрощенных моделей для решения проблем реформирования и реструкту-

ризации отдельных предприятий и их объединений выявила целый ряд чисто технических сложностей, которые приводили к потере сил, времени и снижали эффективность аналитической работы.

Это связано с тем, что в силу резкого изменения условий производства и продаж стало трудно собирать необходимую для анализа информацию. Многие технологические нормы сильно устарели, а статистика для новых нормативов не собрана. Кроме того, непривычная для пользователей форма представления и анализа информации приводит к затруднениям в понимании и объяснении результатов анализа и экономического смысла получаемых рекомендаций. Поэтому работа экспертов и консультантов идет в отрыве от специалистов предприятий и без постоянного тесного сотрудничества.

Все эти моменты приводят к целесообразности использования нового класса игровых моделей, опирающегося на обобщение традиционного аналитического бухгалтерского учета. Это обобщение подразумевает рассмотрение совокупности базовых счетов бухучета многих субъектов (игроков), участвующих в рассматриваемом производственно-экономическом взаимодействии, и аналитических счетов, функционально связанных со всей совокупностью рассматриваемых базовых и иных аналитических счетов. Целесообразность такого подхода обусловлена тем, что язык бухучета является базовым языком производственно-экономической практики. При решении задач макроэкономического характера также эффективно используются понятия бухучета (балансы, национальные счета) ([4] и др.).

Среди основных преимуществ нового подхода отметим следующие.

1. Используется привычная для пользователей форма

представления и анализа информации.

2. Подход позволяет работать в динамике "от простого к сложному" с возможностью оборвать процесс всегда имея в наличии работоспособный "промежуточный" вариант.

3. Усложнение моделей принятия решений идет параллельно с процессом обучения персонала и с ростом их понимания необходимости использования более сложного инструмента.

4. Новый язык описания моделей удобен для программирования и стыковки с другими системными продуктами.

При разработке этого подхода использовались понятия и представления, описанные и рассмотренные в работах [5], [6], [7].

3. Исходные представления, необходимые для определения класса операционных игр

В основе рассматриваемого далее класса игровых моделей (операционных игр) лежат понятия субъекта (игрока), счета, проводки, операции и обязательства.

Под **субъектами** понимаются собственно участники (заинтересованные лица) того или иного производственно-экономического взаимодействия, разворачивающегося на заданном отрезке $T = \{0, \Delta, \dots, \tau_{max} \cdot \Delta\}$ дискретного времени с тактом, выбранным в соответствии с временным масштабом рассматриваемого взаимодействия (день, неделя, месяц, год).

Состояние каждого из субъектов (игроков) в каждый момент времени описывается состоянием счетов бухгалтерского учета данного субъекта в этот момент времени.

Субъекты участвуют в принятии решений о проведении тех или иных производственно-экономических операций, мо-

гут иметь обязательства. Критерии (функционалы) субъектов описываются специальными аналитическими счетами бухгалтерского учета. Множество субъектов будем далее обозначать $S = \{S_1, \dots, S_n\}$.

Под **счетом** бухгалтерского учета (бухучета) ([8] и др.) будем понимать объект, описываемый в каждый момент времени величиной сальдо и положительными величинами оборотов по дебету (увеличивающих сальдо) и по кредиту (уменьшающих сальдо) данного счета от начального до текущего момента времени. При этом обороты являются неубывающими функциями времени, а сальдо в любой момент равно сальдо в начальный момент плюс оборот по дебету минус оборот по кредиту от начального до текущего момента. Такое определение счета соответствует определению, принятому в бухучете. Для удобства формального описания динамики рассматриваемых процессов будем также далее использовать понятие оборота (по дебету или кредиту) в текущий момент времени.

Счета разделяются на базовые (первичные, динамика которых определяется непосредственно при бухгалтерском учете результатов проведения конкретных хозяйственных действий) и аналитические (вычисляемые по динамике базовых счетов). Базовые счета субъектов могут быть активными, пассивными, активно-пассивными и забалансовыми. На активных счетах учитывается то, что имеют субъекты (основные фонды, запасы, деньги, ценные бумаги, дебиторская задолженность), на пассивных - то, за счет чего имеются активы (уставной фонд, прибыль, кредиторская задолженность). Активные счета не должны иметь отрицательных сальдо (кредитовых сальдо), пассивные - положительных сальдо (дебетовых сальдо).

В связи с тем, что учет хозяйственных фактов в ряде случаев требует промежуточных расчетов для определения изменений на активных и пассивных счетах, которые должны произойти в связи с данным хозяйственным фактом, в бухгалтерском учете применяются активно-пассивные счета, которые могут иметь любые сальдо. На этих счетах хранятся результаты таких промежуточных расчетов. На забалансовых счетах хранятся показатели, динамика которых необходима для описания субъектов, но не участвующие в расчете баланса активов и пассивов. Конкретно, на забалансовых счетах могут храниться описания кадрового потенциала субъектов (предприятий, объединений и т. п.), состава парка оборудования в натуральном выражении и т. п. При описании производственных операций по преобразованию одного вектора объектов в другой меняются забалансовые счета натуральных объемов участвующих в операции объектов - сырьевых и производимых в результате операции.

Наряду с базовыми счетами в классическом бухучете используются (и будут использоваться в рассмотренном далее классе игровых моделей) аналитические счета, обороты и сальдо которых в общем случае являются произвольными функциями оборотов и сальдо базовых счетов различных субъектов.

В силу того, что всякий актив имеет происхождение (экономический закон сохранения) в любой момент времени сумма сальдо всех активных счетов любого субъекта должна равняться сумме сальдо его пассивных счетов.

Состояния базовых счетов меняются в связи с тем, что в каждый момент времени могут происходить определенные действия - хозяйственные факты (приходят и уходят наличные и безналичные деньги, ценные бумаги, сырье, матери-

алы, полуфабрикаты, готовая продукция; амортизируются, покупаются, продаются здания и сооружения и оборудование; происходят списания тех или иных объектов и т. п.). Хозяйственные факты учитываются с помощью бухгалтерских проводок.

Классическая **проводка** ([8] и др.) производится в тот или иной момент времени и проводит вполне определенную сумму финансовых средств (на базовых балансовых счетах все учитывается в денежном выражении) - сумму проводки, по дебету одного базового счета и кредиту другого. При этом на данную сумму в данный момент времени увеличиваются оборот по дебету первого (дебетуемого) счета и оборот по кредиту второго (кредитуемого) счета.

Состояния счетов в различные моменты времени будем обозначать

$$cnt_i^j(t) = (Deb_i^j(t), Cred_i^j(t), Sal_i^j(t)), t \in T,$$

где $Deb_i^j(t)$, $Cred_i^j(t)$, $Sal_i^j(t)$ - обороты по дебету и кредиту и сальдо j -го счета i -го субъекта в момент t . При этом для любых $i, j, t \in T$

$$Sal_i^j(t + \Delta) = Sal_i^j(t) + Deb_i^j(t) - Cred_i^j(t).$$

При необходимости можно говорить, как это принято в бухучете, об оборотах на отрезках $[t_1, t_2]$, $t_1, t_2 \in T$. При этом под оборотами по дебету и кредиту на отрезке $[t_1, t_2]$, $t_1, t_2 \in T$ $Deb_i^j |_{t_1}^{t_2}$ и $Cred_i^j |_{t_1}^{t_2}$ соответственно следует понимать суммы соответствующих оборотов (по дебету или по кредиту) во все моменты отрезка $[t_1, t_2]$.

Принадлежность счета к аналитическим счетам будем фиксировать нулевым значением нижнего индекса i счета cnt_i^j .

Для указания других типов счетов cnt_i^j . будем использовать обозначения (при $i \neq 0$)

$ТС_i^j = A$ - счет является активным;

$ТС_i^j = P$ - счет является пассивным;

$ТС_i^j = AP$ - счет является активно-пассивным;

$ТС_i^j = OB$ - счет является забалансовым.

Множество счетов будем обозначать

$$CNT = \{cnt_i^j, j \in \{1, \dots, m_i\}, i \in \{0, 1, \dots, n\}\}$$

где

m_i - число базовых счетов субъекта i , не превышающее общего числа счетов используемого плана счетов,

m_0 - число используемых аналитических счетов.

Классическую проводку будем описывать как

$$pr_k = (i^k, j_d^k, j_c^k, \sigma^k(u)), u \in R^L, \sigma^k(u) \geq 0, \sigma^k(0) = 0,$$

где k - номер проводки,

i^k - номер субъекта проводки,

j_d^k, j_c^k - номера дебетуемого и кредитуемого базовых счетов субъекта проводки,

$\sigma^k(u)$ - функция суммы проводки, зависящая от управления u , значение которого определяется в момент использования проводки в процессе проведения той или иной хозяйственной операции, бухгалтерского учета того или иного хозяйственного факта, равная 0 при $u = 0$,

L - размерность управления u .

Например, в простейшем случае $\sigma^k(u) = u$, u - сумма операции и проводка фиксирует факт оплаты всей суммы операции с расчетного счета либо наличными. В случае, если проводка фиксирует начисление НДС, возникающего при

проведении операции на сумму u - $\sigma^k(u) = \frac{st}{100+st} \times u$, где st - ставка НДС в процентах.

С целью гибкого описания производственных, обучающих и иных операций далее наряду со стандартными классическими проводками по базовым счетам с одной суммой проводки и двумя базовыми балансовыми счетами (дебетуемым и кредитуемым) будут рассматриваться нестандартные проводки с несколькими базовыми забалансовыми счетами и несколькими суммами проводки, соответствующими каждому участвующему в ней счету.

Такие проводки будем описывать как

$$pr_k = (i^k, j_1^k, \sigma_1^k(u), \dots, j_{l_k}^k, \sigma_{l_k}^k(u)), u \in R^L, \sigma^k(0) = 0$$

где $j_1^k, \dots, j_{l_k}^k$ - номера изменяемых счетов субъекта проводки S_{i^k} ,

$\sigma_1^k(u), \dots, \sigma_{l_k}^k(u)$ - суммы проводки по данным счетам, равные 0 при $u = 0$, положительные при проводке по дебету и отрицательные при проводке по кредиту данного счета.

L - размерность управления u .

Множество проводок по базовым счетам, которые могут быть как классическими, так и нестандартными, обозначим $PR = \{pr_1, \dots, pr_r\}$, где r - число рассматриваемых в игре проводок.

Проводки являются операторами, применяемыми к совокупности базовых счетов в фиксированные моменты времени и меняющими состояния базовых счетов. Состояния базовых счетов всех субъектов в некоторый момент времени определяют состояние **фазового пространства** рассматриваемой игровой модели в этот момент времени.

В бухучете используется понятие корреспонденции базовых счетов. Говорят, что счет $cnt_i^{j_1}$ корреспондирует со сче-

том $cnt_i^{j_2}$ по дебету (кредиту), если установленными порядком бухучета правилами им разрешено присутствовать в одной проводке так, что счет $cnt_i^{j_1}$ дебетуется (кредитуется), а счет $cnt_i^{j_2}$ кредитуется (дебетуется). Для формализации понятия корреспонденции базовых счетов далее будет использоваться булевозначная квадратная матрица корреспонденции

$$\| cor_{\alpha\beta} \|_{q \times q}: \text{ если } cor_{\alpha\beta} = 0, \text{ то } j_d^k = \alpha \Rightarrow j_c^k \neq \beta.$$

Размерность данной квадратной матрицы q равна числу счетов используемого плана счетов, определяющего перечень допустимых номеров счетов и смысл счета каждого номера (51 - расчетные счета, 50 - касса и т.д.).

Проводки по счетам в бухучете производятся по результатам проведения хозяйственных операций, причем каждому виду хозяйственных операций соответствует определенная схема (совокупность) проводок.

Введем также понятие **операции** (формализующее понятие хозяйственной операции), как оператора, состоящего из ряда проводок, изменяющего состояния базовых счетов некоторого подмножества множества субъектов S . При этом весьма естественным и удобным оказывается определение операции op_ν путем задания:

- в общем случае зависящего от времени множества $ЛПР_\nu(t) \subseteq S$ игроков, участвующих в принятии решения о выборе значений параметров $u_\nu(t)$ проведения операции (управления операцией) в момент t (при $u_\nu(t) = 0$ операция в момент t не проводится в силу приведенного выше определения проводки - при $u_\nu(t) = 0$ суммы всех проводок также равны нулю);

- множества $PR_\nu \subseteq PR$ проводок, которые связаны с операцией op_ν и в каждый момент $t \in T$ проводятся в составе данной операции (одна и та же проводка может присутствовать в нескольких операциях) с управлением $u_\nu(t) \in R^L$ (L - размерность вектора управления всех проводок и операций, которая, в силу возможности присутствия одних и тех же проводок в разных операциях, должна быть одной и той же. При вычислении сумм проводок используется, как правило, одна компонента вектора управления и эта компонента должна иметь вполне определенный номер, определяемый функцией суммы проводки). Для удобства формального описания далее будем полагать, что в множествах проводок операций сначала перечислены классические проводки, затем неклассические;

- векторной функции совместного выбора управления операции

$$f_\nu(u_\nu^\Sigma(t), CNT|_0^t, t), \text{ где}$$

$$u_\nu^\Sigma(t) = \prod_{\beta: S_\beta \in \text{ЛПР}_\nu(t)} u_\nu^\beta(t),$$

показывающей, как зависят параметры проведения операции $u_\nu(t)$ от выборов, сделанных игроками, входящими в $\text{ЛПР}_\nu(t)$ (т.е. при выборе игроками своих управлений управление операции определится как

$$u_\nu(t) = f_\nu(u_\nu^\Sigma(t), CNT|_0^t, t).$$

$u_\nu^\beta(t) \in R^{L_\nu^\beta}$ - выбор своего вектора управляющих параметров, сделанный игроком $S_\beta \in \text{ЛПР}_\nu(t)$,

L_ν^β - размерность вектора управления, выбираемого игроком β в операции с номером ν ,

$CNT|_0^t$ - множество всех возможных значений оборотов и сальдо счетов из CNT на отрезке времени $[0, t]$.

При этом, очевидно, $u_\nu^\Sigma(t) \in R^{L_\nu^\Sigma}$, где

$$L_\nu^\Sigma = \sum_{\beta: S_\beta \in \text{ЛПП}_\nu(t)} L_\nu^\beta.$$

Множество рассматриваемых в игре операций будем обозначать $OP = \{op_1, \dots, op_l\}$ (где l - число рассматриваемых в игре операций):

$$op_\nu = (\text{ЛПП}_\nu(t); PR_\nu; f_\nu(u_\nu^\Sigma(t), CNT|_0^t, t))$$

для $\forall pr_\mu^\nu \in PR_\nu$, $u(t) = u_\nu(t)$, $\nu = 1, \dots, l$; $\mu \in \{1, \dots, r_\nu\}$

где pr_μ^ν - μ - я проводка ν - й операции,
 r_ν - число проводок в PR_ν .

Декартово произведение управлений $u_\nu^\Sigma(t)$ всех рассматриваемых в игре операций при этом составляет совокупность управлений игры в момент t .

Смысл и назначение функции f_ν многоаспектны. С использованием этой функции могут моделироваться те или иные жестко и заранее установленные правила проведения операционной игры (нормативные акты, оговоренные правила принятия коалиционных решений и т. п.).

Зависимость f_ν от $CNT|_0^t$ означает, что управления операций могут зависеть от динамики оборотов и сальдо базовых и аналитических счетов. Что весьма важно в связи с понятием обязательства субъектов.

Для определения понятия **обязательства** используем применяемые при описании синтаксиса языков программирования формулы Байеса, позволяющие рекурсивно определять сложные понятия через простейшие. В этих формулах

символ ::= означает "это есть". Символ | означает "или". При определении того или иного понятия с использованием "или" перечисляются возможные простые значения этого понятия, определенные ранее или далее и все способы конструирования других, более сложных значений данного понятия. Термины IF, THEN, ELSE означают "если", "то" и "иначе" соответственно.

Под обязательством субъектов в операционной игре далее будем понимать ограничение на свободу выборов субъектов вида

$IF \langle cond \rangle THEN \langle act \rangle ELSE \langle sunc \rangle$, где

$$\begin{aligned} \langle cond \rangle ::= & \langle scond \rangle \mid \overline{\langle cond \rangle} \mid \langle cond \rangle \vee \langle cond \rangle \mid \langle cond \rangle \wedge \langle cond \rangle \\ \langle scond \rangle ::= & Sal_i^j(t) \langle op \rangle const \mid Deb_i^j \Big|_{t_1}^{t_2} \langle op \rangle \\ & const \mid Cred_i^j \Big|_{t_1}^{t_2} \langle op \rangle const \\ \langle op \rangle ::= & = \mid \neq \mid > \mid < \mid \geq \mid \leq \\ \langle act \rangle ::= & \langle sact \rangle \mid \overline{\langle act \rangle} \mid \langle act \rangle \vee \langle act \rangle \mid \langle act \rangle \wedge \langle act \rangle \\ \langle sact \rangle ::= & u_v^\beta(t) \langle op \rangle const \\ \langle sunc \rangle ::= & \langle act \rangle \end{aligned}$$

При этом подразумевается, что в случае, если время условия ($\langle cond \rangle$, $\langle scond \rangle$) меньше времени действия ($\langle act \rangle$, $\langle sact \rangle$, $\langle sunc \rangle$)- условие должно быть выполнено реально к моменту действия, если же время условия больше времени действия - к моменту действия должно иметь место обязательство выполнения указанного условия в будущем. $\langle sunc \rangle$ (санкции)- это действия, совершаемые в случае, если при $\langle cond \rangle = TRUE$ не выполнено хотя бы одно действие данного обязательства ($\langle act \rangle = FALSE$).

Обязательства обязывают игроков делать выборы в определенной этими обязательствами зависимости от динамики базовых и аналитических счетов и совокупности имеющихся обязательств.

Фактически **обязательства** являются ограничениями на управления субъектов, принятыми ими самими или наложенными нормативно. При этом **обязательства**, формализующие договорные обязательства субъектов, в силу самой логики договорных отношений должны быть сбалансированными (взаимными).

4. Операционные игры, их анализ и применение

Для определения операционной игры необходимо задать в соответствии с представленными в п. 2 определениями:

- множества S , CNT , PR , OP , OBL субъектов, счетов, проводок, операций и обязательств соответственно;
- отрезок T дискретного времени с тактом Δ ;
- начальные сальдо всех базовых счетов множества CNT ;
- функции выигрышей игроков $\mathcal{F} = \{F_1, \dots, F_n\}$, заданные как функции оборотов и сальдо соответствующих аналитических счетов cnt_0^1, \dots, cnt_0^n и принципы оптимальности, которых придерживаются субъекты (игроки);
- множество $RESTR$ (возможно пустое) тех или иных ограничений на управления операций или управления игроков в операциях, заданных в виде тех или иных математических зависимостей;
- рассматриваемое квазиинформационное расширение игры (возможно отсутствующее), определяющее информированность игроков и класс используемых ими стратегий \tilde{U} .

Данный перечень атрибутов, описывающих операцион-

ную игру, вполне позволяет формализовать все параметры моделирования хозяйственного механизма, перечисленные в начале п.1.

Действительно, отрезок времени, шаг по времени, начальные условия и множество субъектов присутствуют в представленном перечне атрибутов операционной игры в явном виде.

Состояние фазового пространства операционной игры описывается состоянием базовых счетов всех игроков.

Иерархия (соподчиненность) субъектов описывается в операционных играх множествами $ЛПР_\alpha(t)$, $\alpha \in \{1, \dots, l\}$ и функциями совместного выбора управлений операций f_ν . Действительно, всякая иерархия может быть представлена тем или иным графом, вершинами которого являются игроки, а дугами (возможно различных типов) - различные иерархические связи между ними. При этом всякая иерархическая связь в формальном описании должна быть конкретизирована. Т. е. должно быть указано, как конкретно директивы руководящего игрока влияют на проведение операций, связанных с изменением базовых счетов игрока подчиненного. Что и формализуется путем задания множеств $ЛПР_\nu(t)$, $\nu \in \{1, \dots, l\}$ и функций f_ν операций. Например множества ЛПР некоторых операций, проводимых по счетам подчиненных игроков (безакцептное снятие денежных средств в порядке штрафования и др.), могут состоять из одного руководящего игрока. Возможно также подчинение игрока S_1 игроку S_2 при проведении одних операций и обратное подчинение при проведении других операций, иные отношения игроков.

Множество управляющих параметров и их распределение по субъектам задаются в операционной игре векторами управлений игроков в операциях $u_\nu^\beta(t)$.

Ограничения на управления задаются базовыми ограничениями, запрещающими появление отрицательных сальдо на активных счетах и положительных на пассивных, и множеством ограничений *RESTR*. При этом при описании ограничений *RESTR* в общем случае должна указываться информация о том, кто отвечает за выполнение каждого из ограничений. особенно это важно в задачах со связанными ограничениями, рассмотренных в [9].

Принципы оптимальности субъектов (игроков) состоят в максимизации их функций выигрышей.

Информированность и класс используемых стратегий задаются, как и в традиционных играх, квазиинформационным расширением \tilde{U} . При анализе возможностей и принципов создания коалиций могут использоваться традиционные подходы.

Динамика состояний фазового пространства операционной игры описывается следующей системой соотношений:

$$Sal_i^j(t + \Delta) = Sal_i^j(t) + Deb_i^j(t) - Cred_i^j(t)$$

$$Deb_i^j(t) = \sum_{\nu=1}^l \sum_{\beta=1}^{r_\nu^0} \delta_{i k_\nu^\beta}^i \cdot \delta_{j d_\nu^\beta}^j \cdot \sigma^{k_\nu^\beta}(u_\nu(t))$$

$$Cred_i^j(t) = \sum_{\nu=1}^l \sum_{\beta=1}^{r_\nu^0} \delta_{i k_\nu^\beta}^i \cdot \delta_{j c_\nu^\beta}^j \cdot \sigma^{k_\nu^\beta}(u_\nu(t))$$

$$Sal_i^j(t) \geq 0, \quad TC_i^j = A \quad (1)$$

$$Sal_i^j(t) \leq 0, \quad TC_i^j = P$$

$$j \in \{1, \dots, m_i^0\}$$

$$Deb_i^j(t) = \sum_{\nu=1}^l \sum_{\beta=r_\nu^0+1}^{r_\nu} \sum_{\zeta=1}^{l_{k_\nu}^\beta} \delta_{i k_\nu}^i \cdot \delta_{j k_\nu}^j \cdot \sigma_\zeta^{k_\nu} (u_\nu(t)) \cdot sign(\sigma_\zeta^{k_\nu} (u_\nu(t)))$$

$$Cred_i^j(t) = \sum_{\nu=1}^l \sum_{\beta=r_\nu^0+1}^{r_\nu} \sum_{\zeta=1}^{l_{k_\nu}^\beta} \delta_{i k_\nu}^i \cdot \delta_{j k_\nu}^j \cdot \sigma_\zeta^{k_\nu} (u_\nu(t)) \cdot (1 - sign(\sigma_\zeta^{k_\nu} (u_\nu(t))))$$

$$j \in \{m_i^0 + 1, \dots, m_i\}$$

$$u_\nu(t) = f_\nu(u_\nu^\Sigma(t), CNT |_0^t, t)$$

$$u_\nu^\Sigma(t) = \prod_{\beta: S_\beta \in \text{ЛПР}_\nu(t)} u_\nu^\beta(t)$$

$$i \in \{1, \dots, n\}, t \in [0, T]$$

$r_\nu^0 \leq r_\nu$ - число классических проводов в множестве проводов операции op_ν - PR_ν .

n - число игроков.

l - число операций.

m_i - число счетов в плане счетов S_i .

$m_i^0 \leq m_i$ - число балансовых счетов в плане счетов S_i .

r_ν - число проводок в множестве проводок PR_ν .

$l_{k\nu}^\beta$ - число счетов в неклассической проводке с номером β в операции op_ν .

δ_i^j равно 1 при $i = j$ и 0 при $i \neq j$

В приведенной выше системе соотношений присутствуют только базовые ограничения на знаки сальдо активных и пассивных счетов. Ограничения множества ограничений $RESTR$ (при наличии таковых) также должны присутствовать в системе соотношений, описывающих динамику операционной игры.

Множество управлений операционной игры состоит из управлений игроков в операциях $u_\alpha^\gamma(t)$. По ним определяются присутствующие в уравнениях дебетов и кредитов базовых счетов управления операций $u_\alpha(t)$.

Выборы игроками управлений $u_\alpha^\gamma(t)$ не должны противоречить обязательствам OBL и производятся путем выбора стратегий из квазиинформационного расширения игры.

Компактно операционные игры будем обозначать далее записью

$$OPG = (T, S, CNT, PR, OP, OBL, \mathcal{F}, RESTR, \tilde{U}).$$

При формализации конкретных производственно-экономических взаимодействий операциям соответствуют совместные хозяйственные операции субъектов, проходящие в течение одного такта времени игры (дня, месяца, квартала ...), или подоперации (реализуемые за один такт времени) более длительных хозяйственных операций. Множеству проводок каждой операции соответствует совокупность проводок по счетам множества субъектов, чьи счета затрагивает операция (не обязательно совпадающего с множеством ЛПР опе-

рации), которые имеют место при реализации данной хозяйственной операции.

Для иллюстрации принципов использования операционных игр рассмотрим пример проведения субъектами S_1 и S_2 совместной коммерческой операции по закупке фиксированной продукции в согласуемом S_1 и S_2 объеме у одного из множества продавцов данной продукции S_4, \dots, S_{n+3} , транспортировке данной продукции на склады фиксированного покупателя S_3 с использованием услуг одного из множества транспортировщиков данной продукции $S_{n+4}, \dots, S_{n+m+3}$.

В рассматриваемом примере продавцы S_4, \dots, S_{n+3} предлагают свои зависимости цены единицы продукции от закупаемого объема (прайс-листы на продажу продукции), транспортировщики $S_{n+4}, \dots, S_{n+m+3}$ - свои зависимости цены доставки до покупателя единицы продукции от транспортируемого объема (прайс-листы на транспортные услуги), покупатель S_3 - свою зависимость цены единицы продукции от закупаемого объема (прайс-лист на покупку продукции). Субъекты S_1 и S_2 , после возможного пересогласования предложений продавцов, транспортировщиков и покупателя в процессе торгов, определяют объем продукции, доли финансового участия S_1 и S_2 в проведении операции и пропорцию деления прибыли (убытков).

При формализации рассматриваемого производственно-экономического (коммерческого) взаимодействия с использованием операционной игры управлениям $u_\nu^\beta(t)$ продавцов, транспортировщиков и покупателя соответствуют выставленные ими прайс-листы и их решения в процессе торга с S_1 и S_2 . Управлением $u_\nu^\beta(t)$ игроков S_1 и S_2 - их решения в процессе торгов с продавцами, транспортировщиками и покупателем и торга между собой о долях участия и пропорциях

деления прибылей (убытков) и в процессе принятия решения об объеме закупки и продажи продукции.

Совместному выбору $u_\nu(t)$ соответствуют объем, цена покупки и цена продажи продукции, номер продавца и номер транспортировщика, доли участия S_1 и S_2 и пропорции деления прибыли (убытков) между ними.

Функция $f_\nu(\cdot)$ соответствует алгоритму проведения процедуры согласования игроками совместного выбора $u_\nu(t)$.

Множество проводок операции включает в себя проводки по счетам S_1 и S_2 (учет затрат, оборотов и прибылей по операции), покупателя (учет затрат и оборотов по операции), выбранного продавца (учет оборотов и прибылей по операции) и выбранного транспортировщика (учет затрат, оборотов и прибылей по операции), суммы которых зависят вполне определенным образом от объема продукции, цен покупки и продажи.

При анализе операционных игр удобно использовать понятие **операционного процесса**, под которым будем понимать любой детерминированный процесс изменения оборотов и сальдо счетов субъектов, возникающий при той или иной фиксации управлений игроков. По существу операционный процесс выделяет некоторую конкретную траекторию в фазовом пространстве на отрезке времени игры и является реализацией исхода игры, т. е. подсчетом по фиксированным управлением траекторий и выигрышей игроков.

Важной и интересной особенностью операционных игр является то, что функции $f_\nu(\cdot)$ операций и обязательства игроков являются взаимозаменяемыми .

Функции $f_\nu(\cdot)$ могут иметь вырожденный вид

$$f_\nu(\cdot) = u_\nu^\Sigma(t) = u_\nu(t).$$

В этом случае будем говорить, что операционная игра

записана в облигаторной (обязательственной) форме.

В случае, если множество обязательств игроков является пустым, - будем говорить, что операционная игра записана в функциональной форме.

Если не все функции $f_\nu(\cdot)$ вырождены и множество обязательств игроков не пусто - будем говорить, что операционная игра записана в смешанной форме.

Взаимозаменяемость функций и обязательств означает, что любая операционная игра может быть представлена в виде эквивалентной операционной игры в функциональной или облигаторной форме. При этом под эквивалентностью операционных игр понимается эквивалентность множеств игроков, счетов, проводок и операций, функционалов и информированности игроков и эквивалентность множеств допустимых при непротиворечащих обязательствам выборах игроков операционных процессов данных операционных игр.

Сведение операционных игр к функциональной форме производится путем исключения (учета) обязательств посредством изменения функций f_ν соответствующих операций. В функции f_ν при этом включаются логические условия, составляющие исключаемое обязательство. При этом осуществимость такой процедуры обеспечивается заданной при определении операций формой функций f_ν , аргументами которых наряду с управлениями игроков являются состояния счетов и время t .

Сведение операционных игр к облигаторной форме производится с помощью обратной процедуры - путем представления функций f_ν в виде функций алгебры логики и записи последних в виде систем обязательств.

Строгое доказательство сводимости любой операционной игры к функциональной и облигаторной форме является

отдельным вопросом и выходит за рамки настоящей работы.

Облигаторную форму операционной игры удобно использовать при формализации конкретных производственно-экономических взаимодействий, договоренностей между экономическими субъектами. Функциональную форму - при теоретико-игровом анализе решений.

При переходе от смешанной или облигаторной формы операционной игры к функциональной форме игра

$$OPG = (T, S, CNT, PR, OP, OBL, \mathcal{F}, RESTR, \tilde{U})$$

сводится к игре без обязательств

$$OPG = (T, S, CNT, PR, OP_1, \mathcal{F}, RESTR, \tilde{U})$$

Анализ игр без обязательств может проводиться в соответствии с общими принципами анализа неантагонистических игр. Каждый игрок делает те или иные предположения о стратегиях поведения остальных игроков, соответствующих \tilde{U} , и вырабатывает собственную стратегию поведения (также соответствующую \tilde{U}), приводящую в рамках сделанных предположений к максимизации его гарантированного выигрыша.

Как предположения о выборе стратегий другими игроками, так и избранная стратегия самого игрока могут представляться в виде систем обязательств.

Действительно, любое предположение о стратегии поведения так или иначе сводится к той или иной конкретной зависимости тех или иных выборов игрока (о стратегии которого идет речь) от динамики игрового процесса, определяемой динамикой оборотов и сальдо базовых и аналитических счетов и динамикой взаимных обязательств игроков.

Допустим, что имеющиеся предположения о выборе стратегий полностью детерминируют выборы игроков. Тогда, представив предположения о выборах стратегий другими игроками и избранную стратегию самого игрока в виде систем обязательств и проведя учет (исключение) полученных обязательств можно свести операционную игру к конкретному операционному процессу, моделирующему прогноз развития игрового взаимодействия. В случае, если никакие предположения о выборе стратегий не сводят игру к операционному процессу, возможно использование принципа гарантированного результата ([3] и др.) с выбором наихудшего для оперирующей стороны варианта разворачивания игрового процесса.

В общем случае процедура использования операционных игр для решения конкретных задач производственно-экономического характера имеет вид:

1. Рассматриваемое производственно-экономическое взаимодействие конечного числа субъектов (игроков) формализуется в виде операционной игры.

2. Определяется оперирующая сторона (в интересах которой проводится исследование игры), анализируются мотивации и характер поведения других игроков, формулируются и записываются в виде систем обязательств предположения о стратегиях их поведения в различных ситуациях.

3. Определяется множество возможных стратегий поведения оперирующей стороны, каждая из которых также записывается в виде системы обязательств.

4. Для каждой стратегии оперирующей стороны непосредственно либо в соответствии с принципом гарантированного результата для оперирующей стороны строится операционный процесс, моделирующий прогноз игрового взаимо-

действия и определяется ожидаемый выигрыш оперирующей стороны.

5. Исходя из сопоставления выигрышей оперирующей стороны при различных стратегиях её поведения принимается решение о выборе из множества возможных стратегий (максимизация по своим стратегиям).

Ранее, при определении множества счетов операционной игры

$$CNT = \{cnt_i^j, j \in \{1, \dots, m_i\}, i \in \{0, 1, \dots, n\}\}$$

подразумевалась независимость базовых счетов друг от друга: обороты и сальдо базовых счетов не являются заданными функциями оборотов и сальдо других базовых счетов. Такие зависимости от других счетов имеют место для счетов аналитических.

В практической бухгалтерии активно используются понятия субсчета, субсубсчета и т.д. При этом обороты и сальдо любого счета (субсчета и т.д.) могут быть получены путем суммирования оборотов и сальдо всех его субсчетов (субсубсчетов и т.д.), если таковые имеются.

В рамках рассматриваемого класса моделей при наличии у счета субсчетов к базовым относятся именно эти субсчета, сам же счет относится к аналитическим счетам (также и для субсубсчетов и т.д.).

Работая с классом операционных игр естественно ввести понятия свертки (агрегирования) и развертки (деагрегирования) базовых и аналитических счетов, соответствующие практике работы с субсчетами.

Сверткой (агрегатом) счетов из CNT $cnt_i^{j_1}, cnt_i^{j_2}, \dots, cnt_i^{j_\rho}$ (ρ - число сворачиваемых счетов)

$$i \in \{0, 1, \dots, n\}, j_1, \dots, j_\rho \in \{1, \dots, m_i\}$$

назовем новый счет $cnt_i^{j_0}$, сальдо (в любой момент) и обороты (на любом отрезке) которого равны суммам сальдо (в тот же момент) и оборотов (на том же отрезке) счетов $cnt_i^{j_1}, cnt_i^{j_2}, \dots, cnt_i^{j_p}$.

При развертках счетов возникает принципиальная неоднозначность, связанная с неоднозначностью деления суммы счета между его субсчетами. На практике суммы счетов делятся между субсчетами в каждом конкретном случае тем или иным конкретным образом. В общем случае для развертки счета требуется обращение к базе данных. В задачах анализа без обращения к конкретизирующей информации в ряде случаев можно считать, что суммы счетов делятся между субсчетами в соответствии с установленными долями субсчетов (которые для каждого счета свои).

Наряду с агрегированием и дезагрегированием счетов целесообразно рассматривать агрегирование и дезагрегирование операций и самих субъектов, рассматривать вопросы агрегирования времени, корректной свертки динамических операционных игр к статическим. Однако основательное исследование вопросов агрегирования и дезагрегирования в операционных играх выходит за рамки настоящей работы, целью которой является определение базовых представлений рассматриваемого класса игровых моделей и принципов практического использования этого класса моделей.

Процедуры агрегирования и дезагрегирования могут позволить выстраивать точные соответствия между микро и макро экономическими описаниями тех или иных процессов (аналогично соответствию микро и макро описаний в молекулярно-кинетической теории физических сред), проверять адекватность тех или иных макроэкономических моделей реальным производственно-экономическим процессам,

которые эти модели описывают.

Заключение

Операционные игры могут использоваться при решении практических задач производственно-экономического характера, примерный перечень которых рассмотрен в п. 1 настоящей работы.

На базе данного класса моделей может быть создан программный продукт, поддерживающий решение широкого круга задач, связанных с операционными играми.

При этом базовыми множествами объектов при разработке этого продукта естественно определить множества:

- субъектов;
- счетов;
- проводок;
- обязательств;
- операций;
- принципов оптимальности;
- стратегий субъектов;
- рассматриваемых операционных игр;
- рассматриваемых операционных процессов (сценариев производственно-экономических взаимодействий).

Возможности современных программных пакетов производственно-экономического характера (пакеты поддержки бухучета, инвестиционного проектирования (PROJECT EXPERT и др.), автоматизации управления предприятием (Галактика, Парус и др.) и т. п.) могут быть органично включены в множество возможностей рассматриваемого программного продукта. Решение задач бухучета, оценки эффективности проектов, планирования и прогнозирования, других

задач может осуществляться в отдельных режимах работы этого пакета. При разработке пакета возможно и необходимо обеспечение эффективного интерфейса с библиотеками математических программ, пакетами управления конкретными производственно-технологическими процессами, работы с CALS-технологиями.

Анализируя современное состояние разработок в области создания программных пакетов производственно-экономического характера следует отметить, что накопленный опыт таких разработок позволяет говорить о разработке целостных и единых представлений о производственно - экономических процессах, упорядочении и классификации задач, возникающих в экономике и производстве, о создании универсальной среды моделирования таких процессов и решения таких задач. На это и направлена работа по развитию теории операционных игр и созданию программного пакета поддержки работы с классом моделей, возникающих в связи с этой теорией.

При создании указанной среды моделирования производственно-экономических процессов естественно идти "от простого к сложному". Сначала, опираясь на идеологию операционных игр, разработать и испытать простые модели, имеющие практическое значение. Затем, усложняя уровень моделей, прийти к созданию программно-методической среды, обеспечивающей поддержку принятия производственно-экономических решений достаточно широкого класса.

К настоящему моменту имеется опыт построения и испытания простых моделей, ориентированных на проведение вариантных расчетов динамики производственно-экономических показателей реальных производственных корпораций и выбор рациональных сценариев распределения прибыли ме-

жду расходами на технологическое обновление, увеличение доходов работников и погашение кредиторской задолженности. Проведенные расчеты использовались для прогнозирования перспектив интеграции рассматриваемых предприятий в ВИС, анализа возможностей комплексов предприятий ОПК при загрузке простаивающих производственных мощностей. Интересы предприятий и ВИС в целом описывались их обобщенными (с учетом оценки кадрового потенциала) чистыми активами. Интересы государства и субъектов Федерации - налоговыми поступлениями и изменением чистых активов ВИС, приходящихся на госакции и акции субъектов Федерации соответственно.

Л и т е р а т у р а

1. *Горелик В.А., Горелов М.А., Кононенко А.Ф.* Анализ конфликтных ситуаций в системах управления. М.: Радио и связь, 1991. 288 с.
2. *Кукушкин Н.С., Морозов В.В.* Теория неантагонистических игр. М.: Изд-во МГУ. 1984. 104 с.
3. *Гермейер Ю.Б.* Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976.
4. *Краснощечков П.С., Петров А.А.* Принципы построения моделей. М.: ФАЗИС, 2000. 412 с.
5. *Кононенко А.Ф., Шевченко В.В.* Игровые модели, основанные на аналитическом бухгалтерском учете, и их применение в задачах организации и управления корпорациями. //Тез. конф. "Современные сложные системы управления" 12-14 марта 2002 г. Липецк:ЛГТУ, 2002. с. 76-77
6. *Отенко С.А., Шевченко В.В.* Об информационно - логическом моделировании договорных взаимодействий. М.: ВЦ РАН, 1991. 20 с.
7. *Шевченко В.В.* Комбинаторно-логический подход к решению задач экономического и производственного характера. М.: ВЦ РАН, 1999. 28 с.
8. *Захарьин В.Р.* Теория бухгалтерского учета. М.: ФОРУМ-ИНФРА М, 2003. 272 с.
9. *Кононенко А.Ф., Мухтаров У.М.* Динамические системы с ответственностью за выполнение связанных ограничений. М.: ВЦ РАН, 2002. 35 с.