# Теория игр и реальные опционы в инвестиционной политике предприятий

УДК 338.2

*Рассмотрена возможность совместной реализации теории реальных опционов и теории игр применительно к субъектам народного хозяйства с целью модернизации системы стратегического управления. Представлен сценарный анализ конкурентной борьбы предприятий в рамках рыночной структуры «олигополия». Предложен математический аппарат теории игр, позволяющий в процессе конкурентной борьбы предприятия использовать управленческий компонент в качестве стратегического драйвера. Рассмотрен пример, иллюстрирующий возможность реализации прав на осуществление конкретных видов деятельности с целью увеличения капитализации предприятия и расширения конкурентных преимуществ за счет оптимизации стратегической политики.*

**Ключевые слова**
Управление капиталом, стратегия, реальные инвестиции, теория игр.

**Автор**
**Богоутдинов Борис Борисович** — генеральный директор консалтинговой компании «2Б Диалог», аспирант Московского государственного университета геодезии и картографии.

*Рано или поздно всякая правильная математическая идея находит применение в том или ином деле.*

***А.Н. Крылов***

Теория реальных опционов сегодня имеет широкое распространение в инвестиционном пространстве, так же как и теория игр в стратегической политике. Теория игр основана на изучении построения релевантных сценариев и оптимальных стратегий в конкурентной среде, реализация задач осуществляется с использованием математического аппарата (теории множеств). Игра образуется игроками, набором стратегий для каждого игрока и указанием выигрышей, или платежей, игроков для каждой комбинации стратегий.

Большинство игр описывается характеристической функцией, в то время как для остальных видов чаще используют нормальную или экстенсивную форму. Нормальная форма игр описывается в рамках платежной матрицы[1]. Каждое измерение матрицы представляется игроками, имеющими возможность применения определенного количества стратегий ($m$ стратегий для игрока $X$, и $n$ стратегий для игрока $Y$), таким образом, игра имеет размерность $m \times n$; такая ситуация характерна для двухмерной игры. Количество игроков в каждой игре может быть $n$-м, соответственно такие игры являются $n$-мерными. Представим ситуацию простой двухмерной игры на примере горно-металлургической отрасли. Металлургический холдинг «Уральская горно-металлургическая компания» (далее УГМК) в лице руководства принимает решение по освоению (разработка, обогащение и добыча) месторождений «Юбилейное» и «Подольское» в Республике Башкортостан. Общий объем запасов данных месторождений медных и медно-цинковых руд составляет около 200 млн т. В 2011 г. на ме-

сторождении «Юбилейное» введена первая очередь Хайбуллинской обогатительной фабрики, проектная мощность предприятия — 1,5 млн т руды в год. Схема подготовки и обогащения руды рассчитана на выпуск 20% медного концентрата и 50% цинкового концентрата с повышенными показателями по извлечению[2].

Специфика ведения бизнеса в горно-металлургической отрасли требует особого внимания к вопросам сырьевой обеспеченности производства. Во многом планирование долгосрочных стратегий возможно только в условиях полной сырьевой определенности и прогнозируемости, поэтому восполнение и расширение сырьевой базы играет важную роль в развитии предприятий.

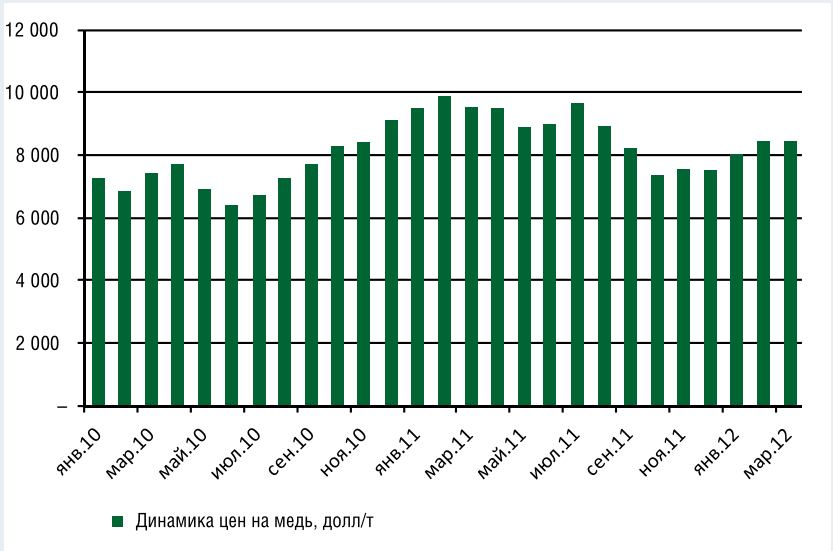
Предположим, что помимо УГМК на освоение представленных месторождений претендует другая компания — вертикально интегрированный производственный холдинг «Русская медная компания» (далее — РМК). Сегодня доля РМК в производстве меди в России достигает 18%, а доля компании в мировом рынке производства меди составляет около 1%.

Игру двух холдингов представим как нормальную форму игры двух участников с двумя стратегиями. Динамика изменения цен на медь на торгах Лондонской биржи металлов (LME) (см. график на *рис. 1*) позволит определить медианное значение стоимости тонны меди для расчета общего объема выручки за весь период освоения месторождений.

Стоимость тонны меди определялась исходя из представленных ретроспективных данных биржи металлов, медианное значение которой составило 8258 долл. за тонну (за период январь 2010 г. — март 2012 г.). Общий объем предполагаемой выручки с момента освоения двух месторождений до момента их полного истощения составит около 1,5–1,7 трлн долл.

**Рисунок 1**

**График изменения цен на нефть в период с января 2010 г. по март 2012 г.**




Период освоения месторождений с учетом представленной проектной мощности и ее возможного увеличения до 1,7 млн т в год составит порядка 120–130 лет[3]. Общий объем выручки определялся исходя из заявленной проектной мощности в 1,5 млн труды в год и периода освоения до полного истощения месторождений, равного примерно 120–130 лет при заданной проектной мощности с возможностью дальнейшего ее увеличения[4].

В простой матрице 2×2 представим игру двух холдингов *X* и *Y* и величины денежных потоков[5], которые получат участники в случае выигрыша[6] (*рис. 2*).

Предположим, что суммы выигрышей, выделенные зеленым цветом, приходятся на игрока *X*, суммы, выделенные черным цветом, — на игрока *Y*. Строки описывают стратегии игрока *X*, соответственно столбцы — стратегии игрока *Y*. Если игрок *X* из двух имеющихся у него стратегий выбирает стратегию 2, а конкурент *Y* выбирает стратегию 1, то выигрыш игрока *X* составит 400 млрд долл., а выигрыш игрока *Y* — 1300 млрд долл. Однако если игрок *Y* предпочтет стратегию 2 первой стратегии, а игрок *X* будет придерживаться все той же позиции, то они понесут убытки — по 500 млн долл. каждый.

**Рисунок 2**

**Нормальная игра для двух игроков с двумя стратегиями у каждого, млрд долл.**

| | |
|---|---|
| 0; 0 | 1300; 400 |
| 400; 1300 | –0,5; –0,5 |

Исходя из логики представленной матрицы, в данной нормальной игре у холдингов существует четыре варианта развития событий. Следует отметить, что каждое из событий данной ситуации зависит от таких факторов, как использование компаниями рычаговых/безрычаговых финансовых инструментов[7], использование целевого финансирования на НИОКР, наличие современных технологий и т.д.

Экстенсивная форма игры представляет собой дерево, где каждая вершина соответствует ситуации выбора игроком своей стратегии. Каждый игрок имеет определен-

ный уровень вершин, платежи записываются под каждой веткой вершины. Такое дерево представлено на *рис.3*. Данные по величине денежных потоков взяты из примера нормальной формы игры[8].

Экстенсивная форма игры по своей структуре схожа с биномиальной моделью в теории реальных опционов. В случае если оба участника сделали одновременные ходы, эти вершины объединяются прямой линией. Экстенсивная форма игры в отличие от нормальной наглядно иллюстрирует возможные варианты исхода игры.

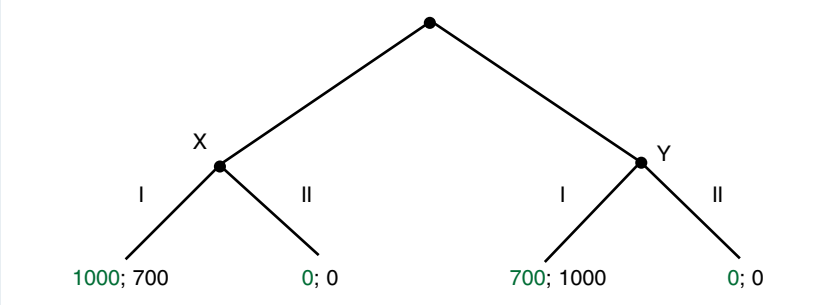
Характерными признаками игры как математической модели ситуации являются:
- наличие нескольких участников;
- неопределенность поведения участников, связанная с наличием у каждого из них нескольких вариантов развития событий;
- различие либо несовпадение интересов участников;
- взаимосвязанность поведения участников, поскольку результат, получаемый каждым из них, зависит от поведения всех участников;
- наличие правил поведения, известных всем участникам [1].

В играх с возможностью передачи средств от одного игрока другому нельзя применять понятие «индивидуальные платежи». Вместо этого используется понятие характеристической функции, определяющей выигрыш каждой коалиции игроков. При этом предполагается, что выигрыш пустой коалиции равен нулю.

Данный подход представлен в работе Джона фон Неймана и Оскара Моргенштерна. Изучая нормальную форму для коалиционных игр, они пришли к следующему рассуждению: если в игре с двумя сторонами образуется коалиция *A*, то против нее выступает коалиция *M/A*. Иначе говоря, образуется игра для двух игроков. Но так как вариантов возможных коалиций много (а именно $2^M$, где

**Рисунок 3**

**Экстенсивная форма игры**




*M* — количество игроков в коалиции), то выигрыш для *A* будет некоторой характеристической величиной, зависящей от состава коалиции [2].

Теория игр совместно с теорией реальных опционов в российской практике как таковой на данном этапе не применяется. Пока не наблюдается совместное использование представленных теорий для исследования их интеграционного влияния на стоимость управленческой составляющей.

В данной работе проиллюстрирована возможность слияния представленных выше теорий в единую структуру. Это позволит дополнить теорию и практику инвестиционной оценки инноваций с дальнейшим развитием динамичной и стратегической конкурентной политики предприятий, а также анализировать модели конкуренции в рамках олигополии.

Консолидация теории игр[9] и реальных опционов имеет особое значение для фармацевтической, информационно-технологической, аэрокосмической, горнодобывающей отраслей, а также самолетостроения, геодезии, геологоразведки, нанотехнологий, нефте- и газопереработки, которые вынуждены нести значительные инвестиционные расходы на НИОКР в технологически неопределенной и конкурентоспособной среде. Чтобы эффективно конкурировать и иметь перспективу расширения, компании данных секторов должны, как правило, инвестировать значительные денежные средства в НИОКР.

Для наиболее эффективного стратегического инвестирования предприятия могут реализовывать конкурентную политику путем использования моделей реальных опционов. А именно для минимизации рисков потерь компания должна осуществлять инвестиции в несколько этапов.

- Первый этап заключается в предварительной оценке реальных перспектив успешного внедрения новаций в занимаемой отрасли и осуществлении такой кампании до момента реализации предприятиями-конкурентами.

- На втором этапе компания осуществляет лимитированное инвестиционное вложение. Суть данного вложения заключается в приобретении реальных опционов на осуществление определенных видов деятельности, в дальнейшем дающих возможность получения сверхприбыли и расширения сферы влияния в занимаемом сегменте.

- Третий этап является заключительным звеном в цепочке осуществляемой игры, заключающейся в исполнении купленного права на внедрение тех или иных новаций (при условии обеспечения высокого уровня рентабельности этими проектами), вытеснении из данного сегмента рынка

предприятий-конкурентов и расширения сферы влияния.

Ценность таких инвестиций в НИОКР заключается не столько в получении денежных потоков, сколько в возможности инвестирования в эксплуатацию коммерческих проектов в будущем. Здесь делается ставка на дальнейшую экспансию за счет риска неопределенности и синергии отдельных проектов. Чем больше срок действия опциона, тем больше неопределенность развития сценария и соответственно выше ожидаемые денежные потоки. Риск неопределенности характеризуется длительными временными интервалами между первоначальными инвестициями и моментом коммерциализации инновационных проектов, тем самым возникает неопределенность в расходах и доходах, образующихся в ходе НИОКР. Отчасти немаловажную роль играет нормативно-правовая база, подразумевающая своевременное получение охранных документов и лицензий на разработку и внедрение инновационных технологий.

Как упоминалось в статье «Реальные опционы: инструмент эффективного управления», любые инвестиционные решения характеризуются риском неопределенности в отношении сроков инвестиций и их необратимости в случае пессимистического сценария реализации проекта [3]. В действительности инвестиционная оценка, основанная на методе NPV (Net present value, чистая приведенная стоимость), подразумевает прогнозирование денежных потоков (расходов и доходов) на протяжении всей экономической жизни проекта и дисконтирование этих потоков на ставку ожидаемой доходности, отражающую эти риски.

Иногда возникают сложности в однозначной идентификации рисков неопределенностей, связанных с инвестиционной оценкой NPV, которые не учитывают управленческую гибкость, возникающую за счет внедрения НИОКР и использования прав на реализацию проектов. Тем самым игнорируются варианты развития предполагаемых событий.

Модели реальных опционов берут свое начало в финансовых опционах, однако реальные опционы имеют существенное отличие, заключающееся в возможности в будущем создавать схемы стратегических игр, влияющих на конкурентную среду. Это обусловливается возможностью обладания реальными опционами во время разработки НИОКР.

**Для минимизации рисков потерь компания должна осуществлять инвестиции в несколько этапов.**

Управленческую гибкость, представленную в теории реальных опционов, можно описать следующим образом.

1. Управленческая гибкость зависит в некоторой степени от эксплуатационной гибкости (это проявляется в возможности функционального изменения индивидуальных направлений без каких-либо существенных изменений основной структуры проекта).

2. Существует возможность расширения/сокращения либо отказа от проекта в случае отсутствия его рентабельности.

3. Есть возможность временно приостановить запуск проекта до момента решения возникающих неопределенностей.

Из перечисленных выше вариантов наиболее значимым является последний, позволяющий компании занять выжидательную позицию до стабилизации внешней конъюнктуры. Однако такая гибкость имеет ограничение, связанное с реализацией конкурентоспособной политики на базе теории игр другими участниками рыночных отношений. Это объ-

ясняется тем, что некоторые инвесторы с большей долей вероятности пойдут на высокие риски. Такие действия приведут либо к значительным потерям в ходе данной кампании, либо к значительным премиям, обеспечивающим риск-инвесторам контроль в определенном сегменте.

В действительности любой из методов, используемых в рамках теории реальных опционов, будь то модель Блэка-Скоулза, модель Монте-Карло (численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных процессов и событий), биномиальная модель, может быть реализован на практике в зависимости от конкретной ситуации. При этом численные методы, как правило, являются более предпочтительными для решения аналитических задач в связи с тем, что они позволяют объединять разнообразные источники неопределенности и обеспечивать универсальное и гибкое решение поставленных задач. Необходимо определить возможность управления и реагирования на неопределенность, а также оценить затраты на реализацию такой гибкости.

Управленческую гибкость и риски неопределенности можно объединить для определения стоимости реальных опционов, являющейся добавочной стоимостью к чистой приведенной стоимости самого проекта, так как сама по себе NPV проекта не учитывает такие компоненты, как управленческая гибкость и возможность построения сценариев.

Таким образом, можно сказать, что управленческая гибкость в совокупности с теорией игр в целом дает полную картину развития возможных сценариев руководству компании и тем самым позволяет диверсифицировать риски и агрегировать множество видов деятельности в единый механизм управления.

## Роль реальных опционов. Теория игр — приложение в стратегическом управлении

Конкурентная политика в моделях реальных опционов проецируется как некая игра против естественных вещей, а не как теоретическая концепция поведенческих факторов самого человека.

**Не всегда целесообразно откладывать инвестиционные проекты, так как это может сказаться на денежных потоках и привести к потере конкурентного преимущества.**

Совместное использование теории игр и теории реальных опционов позволит увеличить синергию как компании в целом, так и отдельных ее проектов. Данные инструменты дают возможность на поэтапных стадиях осуществления инвестиционного проектирования использовать управленческую гибкость для более успешной и быстрой реализации и в дальнейшем коммерциализации проектов, минимизируя тем самым риски неопределенности и увеличивая ROIC (Return on Invested Capital, рентабельность инвестированного капитала) предприятия. Также можно сказать, что создание новых возможностей в конкурентной политике предприятий при помощи этих консолидированных теорий позволит повысить качество и эффективность процессов конкурентной борьбы, касающейся управленческих аспектов предприятий.

Стратегические игры, учитывающие показатели, полученные методом реальных опционов, позволяют количественно оценить качественную сторону стратегического мышления менеджмента, а также интегрировать видение руководства компании о внешних и внутренних аспектах механизмов управления, таких как производительность, наличие ресурсов, конкурентная политика.

Что касается инвестирования в НИОКР с учетом моделей реальных опционов, в целом увидеть результаты такого инвестирования можно на первоначальных этапах. Использование реальных опционов позволяет отсрочить дальнейшие инвестиции до появления надежной информации, характеризующейся положительной динамикой. Хотя с точки зрения стратегии не всегда целесообразно откладывать инвестиционные проекты, так как это может сказаться на денежных потоках и привести к потере конкурентного преимущества. Следовательно, для успешной реализации проектов необходимо проанализировать ситуацию, определить момент эффективной инвестиционной активности и реализовать свое право на осуществление проекта.

Основным преимуществом вкладчиков при инвестировании денежных средств в НИОКР является получение высоких доходов в связи с тем, что осуществляется инвестирование инновационных проектов на момент, предшествующий моменту осуществления такой кампании конкурентами. Другим преимуществом таких инвесторов является выжидательная позиция, рассчитанная на так называемый естественный отбор. В данной ситуации компания предоставляет возможность действия конкурентам, ожидая момента, когда компания-конкурент совершит ошибки, связанные с выбором сценария и реализацией проектов.

Инициативная инвестиционная политика, рассчитанная на кра-

ткосрочную реализацию поставленных целей, не соответствует экономическому смыслу теории реальных опционов. В ходе проведения такой политики отсутствует возможность учета управленческой гибкости, которой в модели реальных опционов отведена немаловажная роль. Таким образом, можно сказать, что здесь необходимо проанализировать причинно-следственные связи, так или иначе влияющие на действия компании в инвестиционной среде, и только в результате положительных результатов вести инициативную политику.

Что касается ситуации с «естественным отбором», в данном случае величина ожидаемых денежных потоков компании уменьшается за счет низких рисков неопределенности. Это обусловливается тем, что компания-лидер получит высокую премию, связанную в первую очередь с высокими инвестиционными рисками, тогда как компания-последователь довольствуется низкой премией в случае выигрыша. Данная ситуация касается анализа компанией перспектив того или иного проекта, на который помимо нее нацелены конкуренты, то есть того, насколько рентабельными будут в итоге трудозатраты и стоит ли заниматься внедрением НИОКР.

## Конкурентная борьба на рынке олигополии. Теория игр — инструмент эффективной стратегии

Для анализа конкурентной среды и развития стратегической тактики в рыночной борьбе при разработке и внедрении НИОКР необходимым инструментом являются элементы теории игр. В данном разделе будет рассматриваться применение теории игр к наиболее распространенному типу рыночной структуры несовершенной конкуренции — олигополии.

Модели опционного ценообразования по существу основаны на инвестициях со стохастическими процессами образования доходов и расходов. Основанные на таких процессах функции стоимости являются производными и соответствуют оптимальному инвестиционному порогу. Оптимальный инвестиционный порог дает возможность либо вытеснять конкурентов с рынка, либо расширять свое влияние в данной сфере деятельности, снижая при этом долю присутствия конкурентов.

Следовательно, стратегические задачи могут быть проанализированы в соответствии с разными формами равновесия, такими как доминирующее равновесие, оптимальное совместное равновесие конкурентов в зависимости от уровня инвестиционного порога.

Помимо пороговых значений инвестиционного проектирования стоит рассмотреть НИОКР как возможность осуществления конкурентной борьбы на рынке высокотехнологичных продуктов. Однако здесь возникает ряд сложностей, которые могут заключаться в следующем.

1. При осуществлении стратегической политики компания реализует сценарии, при которых имеется возможность мгновенного инвестирования, однако в случае неверной оценки внешней ситуации ее могут вытеснить либо ослабить сферу влияния.

2. При инвестировании в определенный проект обе компании, использующие схожую конкурентную политику и технологическое оснащение, с большой вероятностью получат одинаковые результаты, тем самым отсутствует возможность преимущественного захвата значительной доли рынка.

3. Предприятие-конкурент в случае нестабильности рынков может, воспользовавшись этой нестабильностью и одновременно обладая преимуществами инвестирования в проекты, имеющие потенциал роста, захватить значительную часть рынка.

Рассмотрим конкурентную инновационную борьбу двух крупнейших корпораций в сфере программного обеспечения на конкретном примере. В феврале 2012 г. американская корпорация Oracle Corporation (далее обозначим *O*) объявила о покупке производителя «облачного» программного обеспечения[10] Taleo Corporation за 1,9 млрд долл. Это заявление можно назвать ответом на приобретение главного конкурента корпорации Oracle Corporation несколькими месяцами ранее немецкой корпорацией SAP (далее обозначим *S*) калифорнийской компании SuccessFactors за 3,4 млрд долл.

Цель данных сделок — дальнейшая экспансия и укрепление на рынке «облачных» решений и управления персоналом и соответственно вытеснение конкурентов. Так, по условиям сделки Oracle Corporation и Taleo

Corporation, цена за акцию выше на 18% цен закрытия торгов, а премия в ходе сделки SAP с компанией SuccessFactors составила порядка 52%.

Величины премий в таком диапазоне обусловлены прогнозируемым ростом капитализации рынка «облачных» решений до уровня порядка 2,5 млрд долл. к 2014–2015 гг. [4]. Что же касается российского рынка «облачных» сервисов, в 2010 г. объем выручки здесь составил порядка 35 млн долл.

Вполне вероятно, что в случае учета управленческой гибкости в стратегической политике компании дополнительная премия инвестирования составит порядка 50%, как в приведенном выше примере. Иначе говоря, в случае удачной реализации данного инвестиционного проекта денежные потоки, приходящиеся на долю российского рынка «облачных» решений, к 2014–2016 гг. составят в целом около 50 млн долл. ежегодного объема выручки.

Рассмотрим возможные сценарии конкурентной борьбы участников олигополистического рынка.

***Сценарий 1.*** Обе корпорации используют аналогичные технологическое оснащение и конкурентную политику, не используя при этом управленческую гибкость в рамках стратегических игр. Этот сценарий обусловливает такой исход событий, при котором компании получат примерно одинаковые денежные потоки и займут одинаковую долю этого рыночного сегмента, то есть эффективная составляющая на каждую компанию придется в соотношении примерно 50:50%. Данный сценарий обусловливает выжидательно-наступательную позицию.

***Сценарий 2.*** Предположим, что компания *S* в отличие от своего конкурента *O* (либо наоборот) имеет в резерве лучше технологически оснащенную линию программного обеспечения, позволяющую получить денежные потоки в соотношении 20:80% по отношению к ее конкуренту; это обусловливается высоким качеством и большими объемами выполняемых работ[11]. Тем самым одна из фирм вытесняет своего конкурента из данного сегмента и занимает значительную часть данного рынка.

***Сценарий 4.*** Последний сценарий обусловливает использование одной из фирм (*O* или *S*) реальных опционов в сочетании с теорией стратегических игр до момента осуществления такой кампании предприятиями-конкурентами. Подобный ход событий дает, во-первых, 90%-ный поток денежных средств компании-лидеру, а во-вторых, дополнительную 100%-ную премию в виде сиэнергии проекта в данной сфере на прогнозируемую величину, равную примерно 50 млн долл. ежегодной выручки для российского рынка, как было описано выше.

***Сценарий 3.*** Обе корпорации в равной степени используют реальные опционы на реализацию инновационных проектов в сфере управления персоналом. Этот сценарий обусловливает такой исход событий, при котором каждая из компаний в равной степени получит премию за управленческую гибкость, то есть эффективная составляющая на каждую компанию придется в соотношении 50:50%. Данный сценарий обусловливает агрессивно-пассивную политику в инвестиционной среде. Однако такое преимущество двух компаний не гарантирует получения одинаковых показателей основных денежных потоков. Существенную роль здесь может сыграть креативность менеджмента в гонках на рынке программного обеспечения, а также велика вероятность того, что одна из компаний использует модернизированную технологическую линию в отличие от конкурентов.

На основании приведенного примера можно сказать, что наиболее оптимальным с точки зрения минимизации рисков является третий сценарий. Иначе говоря, в ходе конкурентной борьбы компании получают примерно одинаковые премии, основные денежные потоки от управленческой деятельности предприятия зависят от креативности принятия решений и от технологической оснащенности. Если же в сегменте появляется *n*-е множество новых игроков, компании *O* и *S* могут создать барьер, ограничив тем самым возможность входа в данный сегмент.

Теперь, выбрав один из сценариев, компании-конкуренты должны определиться со стратегией.

У каждой из компаний несколько вариантов.

1. Выступать в роли компании-лидера. Компания-лидер привлекает большие расходы и тем самым задействует больший объем доступных ей ресурсов. Однако компания-лидер имеет главное преимущество: запуск своих продуктов на рынке до момента запуска продуктов конкурентов за счет приобретенного ранее права на реализацию продукции[12]. Таким образом, этот фактор увеличивает вероятность получения большей премии в данном сегменте, а сама компания ведет агрессивную стратегию по захвату значительной части рынка.

2. Выступать в роли компании-последователя. В данной ситуации компания ведет смешанную пассивную политику. Минимизируя риски потерь, компания идет на меньшие расходы; соответственно, ожидаемая ею премия находится на низком уровне либо вообще отсутствует.

Можно сделать вывод, что в такой конкурентной среде, как олигополия, выигрыш в борьбе в определенном сегменте зависит от следующих факторов:
- преимущество компании — возможность первой реализовать свой товар;
- скорость принятия стратегических решений;
- совершенство технологических линий компании;
- наличие возможности привлечь дополнительные ресурсы и консолидировать все процессы в единый механизм.

Все эти факторы позволяют компании оптимально диверсифицировать риски, расширить влияние в конкретном сегменте рынка и увеличить рентабельность инвестированного капитала (ROIC).

Конкурентная политика, нацеленная на реализацию преимуществ, присущих каждой фирме, инвестирование денежных средств в проекты с большим потенциалом представляют собой воплощение многоступенчатой схемы стратегических игр в рамках возникающих неопределенностей и нехватки достоверной информативной базы в деловой среде РФ.

## Сотрудничество — элемент успеха в конкурентной борьбе

В первую очередь стоит отметить, что иногда внешняя ситуация требует таких условий, когда в инновационных гонках между конкурентами возникает необходимость интеграции. У таких альянсов больше шансов на успешное внедрение новых технологий, максимизацию совокупной прибыли, диверсификацию рисков, а также увеличение капитализации проектов.

**Иногда внешняя ситуация требует таких условий, когда в инновационных гонках между конкурентами возникает необходимость интеграции.**

Однако в ходе интеграции конкурентов и реализации единой цели возникают определенные сложности. Во-первых, у каждой компании-конкурента имеются свои стандарты качества выполняемых работ. По сути, каждая из компаний при интеграции новых проектов будет навязывать свои стандарты. Эта проблема решается путем создания единой комиссии по стандартизации.

Сотрудничество, построенное на объединении интересов компаний, в определенных ситуациях может быть более рентабельным, чем конкурентная борьба. Соответственно, стоимость собственного капитала компаний-компаньонов увеличится за счет неполной и в определенной мере недостоверной рыночной информации (это относится в большей степени к российскому бизнесу, который является закрытым). Другими словами, неоднозначность информативной базы и конкурентная борьба множества предприятий может быть более предпочтительной для компаний, объединенных в альянс. В действительности сотрудничество в НИОКР позволяет достичь таких преимуществ, как сокращение затрат в ходе синергии нескольких предприятий и минимизация рисков.

Теперь стоит обратиться к теории игр $n$ лиц для произвольного множества $n$ игроков применительно к конкурентной борьбе оппонентов. Для этого представим игру $K$ с количеством игроков $n$ (множество игроков $I = 1, 2, 3, ..., n$)[13]. Если разбить участников на несколько групп и рассматривать каждую группу как отдельный альянс (при условии полной кооперации внутри каждой группы), то получится игра $n$ лиц. В данном случае $S$ — подмножество множества $I$, а $(-S)$ — его дополнение[14].

Введем понятие характеристической функции $v(S)$; здесь данная функция будет играть роль значения конечного результата игры для объединения всех $n$ игроков. Для начала представим важность характеристической функции $v(S)$ в построении теории игр как математическое понятие, не касающееся экономического поведения отдельных индивидов. Представим основные свойства данной функции:

***Свойство 1***. $v(\varnothing) = 0$.

***Свойство 2.*** $v(-S) = -v(S)$.

***Свойство 3.*** $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$, если $S \cup T = \varnothing$.

Ниже приведены доказательства того, что характеристическая

функция $\nu(S)$ любых игр обладает приведенными выше свойствами.

Альянс $\varnothing$ не имеет участников, поэтому он всегда получает выигрыш, равный нулю, из этого следует, что $\nu(\varnothing) = 0$. По сути говоря, невозможно установить однозначное соответствие степени принадлежности каждого подмножества пустому множеству. Это объясняется в первую очередь тем, что пустое множество — единственное множество, для которого класс множеств, равномощных ему, состоит из единственного элемента, а именно из самого пустого множества.

Величины $\nu(S)$ и $\nu(-S)$ определяются одной и той же (мнимой) игрой двух лиц — альянс $S$ против альянса $-S$. Значением конечного результата в такой игре для двух игроков является $\nu(S)$ и $\nu(-S)$. В связи с этим $\nu(-S) = -\nu(S)$.

Альянс $S$ может получить от своих противников (используя эффективную смешанную стратегию) выигрыш $\nu(S)$, но не больше. Аналогично альянс $T$ может получить выигрыш $\nu(T)$, но не больше. Следовательно, коалиция $S \cup T$ может получить от своих противников выигрыш, равный $\nu(S) + \nu(T)$, даже в том случае, если подальянсы $S$ и $T$ не смогут скооперироваться друг с другом[14]. Так как максимум, который может получить коалиция $S \cup T$ при любых условиях, равен $\nu(S \cup T)$, отсюда следует $\nu(S \cup T) \geq \nu(S) + \nu(T)$. Это доказательство еще раз подтверждает реальную возможность увеличения синергии компаний, объединивших свои усилия против конкурентной борьбы.

Прежде чем продолжать, представим следствия из свойств 1–3. Эти утверждения будут верны для любой числовой функции множеств $\nu(S)$, удовлетворяющей условиям 1–3 независимо от того, является она характеристической функцией игры $n$ лиц или нет.

***Следствие 1***. $\nu(I) = 0$.

На основании свойств 1–3 имеем $\nu(I) = \nu(-\varnothing) = -\nu(\varnothing) = 0$.

***Следствие 2***. Если $S_1, ..., S_p$ — попарно непересекающиеся подмножества $I$, то

$$\nu(S_1 \cup ... \cup S_p) \geq \nu(S_1) + ... + \nu(S_p).$$

Доказательство данного следствия получается повторным использованием свойства 3.

***Следствие 3***. Если $S_1, ..., S_p$ — разложение множества $I$, то есть попарно непересекающиеся подмножества множества $I$, что $S_1 \cup S_2 \cup ... \cup S_p = I$, то

$$\nu(S_1) + ... + \upsilon(S_p) \leq 0.$$

Согласно условию $S_1 \cup ... \cup S_p = I$, следовательно $\nu(S_1 \cup ... \cup S_p) = 0$ на основании следствия 1. В связи с этим следствие 3 следует из следствия 2.

**Сотрудничество в НИОКР позволяет достичь таких преимуществ, как сокращение затрат в ходе синергии нескольких предприятий и минимизация рисков.**

Теперь необходимо доказать, что для всякой числовой функции множеств $\nu(S)$, удовлетворяющей свойствам 1–3, представленным выше, существует игра $n$ лиц, для которой эта функция $\nu(S)$ является характеристической. Чтобы избежать путаницы, обозначим данную числовую функцию через $\nu_0(S)$. С ее помощью определим некоторую игру $n$ лиц и обозначим ее характеристическую функцию через $\nu(S)$. Тогда необходимо доказать тождественность $\nu(S)$ и $\nu_0(S)$.

Теперь определим игру $n$ лиц, которая, по сути, представляет собой игру трех участников. Каждый игрок $m = 1, 2, ..., n$, осуществляя ход, выбирает подмножество $S_m \subset I$, содержащее $m$. Каждый игрок делает свой выбор независимо от других игроков. После этого платежи, которые должны быть осуществлены, определяются следующим образом.

Назовем парой[16] любое множество участников $S$, для которого:

$$S_m = S \text{ при каждом } m \in S. \qquad (1)$$

Всякие две пары с некоторым общим элементом совпадают. Иначе говоря, совокупность всех пар является системой попарно непересекающихся подмножеств множества $I$. Каждый игрок, не объединившийся с кем-либо в пару, образует сам собой одноэлементное множество. Таким образом, совокупность всех пар и одноэлементных множеств является разложением множества $I$, то есть системой попарно непересекающихся подмножеств множества $I$, сумма которых есть $I$.

Обозначим эти множества через $C_1, ..., C_p$, а число элементов в них соответственно через $n_1, ..., n_p$. Что касается игрока $m$, то он принадлежит одному из этих множеств $C_1, ..., C_p$, предположим множеству $C_q$. Тогда игрок $m$ получит следующую сумму:

$$\frac{1}{n_q}\nu_0(C_q) - \frac{1}{n}\sum_{\tau=1}^{p}\nu_0(C_\tau). \qquad (2)$$

На этом описание данной игры стоит закончить (2).

Теперь покажем, что данная игра имеет нужную характеристическую функцию $\nu_0(S)$ и является игрой $n$ лиц.

Рассмотрим одно из множеств $C_q$. Каждый из $n_q$ игроков этого множества получает одинаковый вы-

игрыш, величина которого выражается формулой (2). Следовательно, игроки из множеств $C_q$ все вместе получают:

$$v_0(C_q) - \frac{n_q}{n}\sum_{\tau=1}^{p} v_0(C_\tau). \qquad (3)$$

Чтобы найти полную величину прибыли, которую получат все участники 1,...$n$, нужно просуммировать выражение (3) по всем $q = 1 ..., p$. Очевидно, что эта сумма будет равна следующему значению:

$$\sum_{q=1}^{p} v_0(C_q) - \sum_{\tau=1}^{p} v_0(C_\tau), \qquad (4)$$

следовательно, будет равна 0.

Теперь представим доказательство того, что $\nu_0(S)$ является характеристической функцией игры.

Докажем, что характеристической функцией игры является $\nu_0(S)$. Обозначим характеристическую функцию игры через $\nu(S)$. Условия свойств 1–3 выполняются, так как эта функция является характеристической, для $\nu_0(S)$ — предположим, что свойства 1–3 тоже выполняются. Поэтому следствия 1–3 выполняются также для каждой из функций $\nu(S)$ и $\nu_0(S)$.

Для этого докажем, что $v(S) \geq v_0(S)$ для всех подмножеств $S \subset I$. (5)

Если $S$ пустое множество, то обе стороны неравенства равны нулю на основании свойства 1, поэтому можно предположить, что $S$ не пустое множество. В таком случае коалиция всех игроков $m \in S$ может влиять на выборы множества $S_m$ так, чтобы сделать $S$ парой. Для этого достаточно каждому $m \in S$ выбрать $S_m = S$. Чтобы ни делали другие участники (из $-S$), $S$ будет одним из множеств $C_1, ..., C_p$. Таким образом, каждый игрок $m \in C_q = S$ получает выигрыш (2), а вся коалиция получит (3).

Система множеств $C_1, ..., C_p$ является разложением множества $I$, поэтому на основании следствия 3 $\sum_{\tau=1}^{p} v_0(C_\tau) \leq 0$. Другими словами, выражение (3) оказывается $\geq \nu_0(C_q) = \nu_0(S)$[17]. Иначе говоря, игроки, принадлежащие коалиции $S$, могут обеспечить себе по меньшей мере выигрыш $\nu_0(S)$ независимо от действий игроков из коалиции $-S$. Это означает, что $\nu(S) \geq \nu_0(S)$, то есть выражение (5). Таким образом, требуемая формула имеет следующий вид:

$$\nu(S) = \nu_0(S). \quad (6)$$

Применим выражение (5) к $-S$. Согласно свойству 3, это означает, что $-\nu(S) \geq -\nu_0(S)$, то есть

$$\nu(S) \leq \nu_0(S). \quad (7)$$

Выражения (5) и (7) при совместном применении дают нам выражение (6).

Таким образом, получили полное математическое описание характеристических функций $\nu(S)$. Предположение, построенное на трех свойствах, представленных выше, верно, следовательно, характеристическая функция $v(S)$ и функциональное соотношение трех свойств имеют особое значение в построении теории игр.

В заключение можно сказать, что совместное использование теории реальных опционов и теории игр допустимо не только для НИОКР. Они могут найти применение при слияниях и поглощениях (M&A), в корпоративных финансах, LBO, обосновании разного рода инвестиционных проектов, таких, например, как разработка различных месторождений (нефтяных, природного газа, рудных и металлических, нерудных, гидроминеральных).

Однако не стоит забывать, что две эти теории имеют некоторое противоречие: теория игр построена на эффективной конкуренции посредством взаимодействия определенного количества конкурентов, а теория реальных опционов нацелена в первую очередь на момент ожидания для выявления времени наиболее эффективных инвестиций. Необходимо отметить, что постоянный мониторинг конъюнктуры рынка и смешанная политика использования двух этих теорий позволят сгладить это противоречие.

С точки зрения научных исследований и совместной практической применимости двух этих теорий в рамках стратегического менеджмента в дальнейшем можно рассматривать это направление применительно к другим моделям с более сложной структурой. ЭС

ПЭС 12069/02.05.2012

**Примечания**

1. Запись в матричной форме денежных платежей. Платежная матрица состоит из строк (альтернативных вложений) и столбцов

(предполагаемых состояний внешней среды).

2. Данные об оцениваемых объемах месторождений, ценах на давальческое сырье получены автором из открытых источников (http://www.mineral.ru/, http://www.vedomosti.ru/, http://www.lme.com/) и действительны на май-июнь 2012 г.

3. При оценке общего объема выручки автор предполагает идеальную ситуацию, при которой волатильность цен на медь составит порядка 5% от медианного значения 8258 долл. за 1 т за весь период прогнозирования. Однако изначально подразумевается, что при построении сценарных анализов на базе теории игр необходим постоянный мониторинг ценообразования давальческого сырья и окружающей конъюнктуры внешних рынков, так как оно подвержено значительному влиянию ряда внутри- и внешнестрановых факторов.

4. В связи с тем что представляемая на основе мониторинга грунтов и залежей информация имеет не полную степень объективности и не может с высокой долей вероятности отразить наличие пустых пород в общих объемах запасов месторождений, автор принял допущение, что в настоящем примере объем пустых пород уже элиминирован.

5. В данном случае под денежными потоками подразумевается общий объем выручки за весь период освоения месторождений «Юбилейное» и «Подольское». Общий объем выручки представим как максимальное значение диапазона, равное 1,7 трлн долл.

6. Для дальнейшего удобства иллюстрации настоящего примера обозначим аббревиатуру УГМК за X, а аббревиатуру РМК за *Y*.

7. Для компаний наиболее оптимальной является возможность использования безрычагового финансового инструмента. Это позволяет компаниям с высокими кредитными рейтингами в случае острой необходимости использовать кредитную систему с низкими процентными ставками либо осуществлять инвестирование за счет собственных средств, так как по сути они независимы от внешней среды и могут решать возникающие финансовые проблемы собственными средствами.

8. Общая сумма выручки перераспределена применительно к примеру экстенсивной формы игры.

9. В данной ситуации под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более сторон, ведущих борьбу за реализацию своих интересов.

10. Под «облачными» программами чаще всего подразумевают технологии, предоставляющие рабочим местам повсеместный и удобный сетевой доступ к внешним вычислительным ресурсам, которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами.

11. При выборе такого соотношения автор исходил из условий свободных рыночных отношений. Тем самым подразумевается, что компания, насколько бы она ни была успешна, не может захватить весь сегмент, так как малая доля будет приходиться на некое множество других участников рынка.

12. Вариант использования преимущественного права компаниями, занимающимися лоббированием собственных интересов, дает возможность расширять сферу деятельности. Пример использования такого права — крупнейшая американская корпорация в сфере онлайн-продаж Amazon.com.

13. Условно обозначим игру *K* как лоббирование интересов *n* компаний на рынке олигополии.

14. В данном подмножестве рассматриваются две группы участников (игроков). Первая группа множества относится к *S* подмножеству, вторая группа множества относится к –*S* подмножеству.

15. Следует отметить, что здесь используется условие $S \cap T = \varnothing$. Иначе говоря, при существующем условии ни одно из множеств *S* и *T* не является элементом пустого множества, а пустое множество является конечным подмножеством этих множеств. Если бы множества *S* и *T* имели общие элементы, то нельзя было бы разбить альянс $S \cup T$ на подальянсы S и T.

16. Стоит учесть, что образование пары выгодно игрокам, которые ее создали. Соответственно игроки объединяются в коалицию, чтобы иметь возможность образовать пару. Следует различать понятия «пара» и «коалиция». Пара представляет собой формальное понятие, обозначаемое в правилах игры. А коалиция — понятие, принадлежащее теории, рассматривающей эту и другие игры.

17. Полный выигрыш (3), полученный коалицией *S*, не определяется выборами игроков только из множества *S*. Но здесь установлена нижняя граница $v0(S)$, которая определена.

**Литература**

1. Дубина И.Н. Основы теории экономических игр: Учеб. пособ. М.: КНОРУС, 2010. С. 208.

2. Нейман Фон Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. С. 258–307.

3. Богоутдинов Б.Б. Реальные опционы: инструмент эффективного управления // Экономические стратегии. 2012. № 2 (100). С. 56–61.

4. http://www.idc.com/