

УДК 338.22.021.4

DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-2-120-129

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ОПТИМАЛЬНЫМ СООТНОШЕНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКОВ

具有最佳风险分布比率的合理管理决策模型开发

Чжао Вэньфу,
Иркутский национальный
исследовательский технический
университет, г. Иркутск
790100528@qq.com

赵文富
伊尔库茨克国立研究型技术
大学, 伊尔库茨克



Г. М. Берегова,
Иркутский национальный
исследовательский технический
университет, г. Иркутск
gmberegova@mail.ru

G. M. 别列戈娃
伊尔库茨克国立研究型技术大
学, 伊尔库茨克



Представлены принципы теории игр; анализируются статический и динамический игровые процессы между государственным сектором и частной стороной; устанавливается схема распределения рисков и соотношение их распределения. Охарактеризованы инвестиционные проекты в промышленности, модели принятия решений и определения оптимального решения модели. Представлена модель анализа распределения рисков и одностороннего принятия рисков инвестиционных проектов, основанная на множественном выигрыше. Определяется предварительная схема распределения рисков для инвестиционных проектов. Устанавливается модель принятия решений с оптимальным соотношением распределения рисков. Получено оптимальное равновесное решение модели по Нэшу, которое определяется оптимальным соотношением распределения рисков. Результаты показывают, что в статической игре распределения рисков в машиностроительных проектах предпочтение риска и способность участников контролировать риск определяют предварительный план распределения риска. В рамках статьи представлены следующие предложения: государству следует улучшить правовую среду инвестиционных проектов, принимать меры по снижению альтернативных и транзакционных издержек, уменьшить коэффициент проигрыша при переговорах для достижения беспроеигрышной ситуации. Наряду с этим предполагается, что государственный сектор должен создать атмосферу справедливого и упорядоченного сотрудничества. Проведение данных мероприятий позволит повысить энтузиазм частной стороны для участия в проектах. Частной стороне необходимо понимать цель и миссию государственного сектора в запуске проектов и активно общаться с государственным сектором по нескольким каналам и методам, уменьшать степень асимметрии информации и сокращать собственные затраты на переговоры. В рамках статьи рассматривается возможность создания стороннего агентства для предоставления консультационных услуг по оценке рисков и распределению рисков проектов. В то же время необходимо создать гибкий механизм распределения рисков и повторных переговоров для обеспечения рациональности в принятии управленческих решений

Ключевые слова: промышленная инфраструктура, инвестиционный проект, риски, теория игр, управленческие решения, распределение рисков, принцип множественного выигрыша, равновесие Нэша, экономико-математическое моделирование, риск-менеджмент

文章提出了博弈论的原理, 分析了公方和私方之间的静态和动态玩法, 建立了风险分配方案和风险分配比例。业投资项目、决策模型和确定模型最优解的特点。提出了基于多重收益的投资项目风险分配分析和单边风险接受模型, 并确定了投资项目的初步风险分配方案。建立具有最优风险分配比例的决策模型, 得到纳什(Nash)模型的最优均衡解, 确定最优风险分配比例。结果表明, 在工程项目风险分配的静态博弈中, 风险偏好和参与者控制风险的能力决定了一个初步的风险分配计划。文章提出了国家改善投资项目的法律环境、采取措施降低替代成本和交易成本、降低谈判损失系数以实现双赢等建议。与此同时, 人们认为公共部门应该创造一种公平有序的合作氛围。举办这些活动将增加私人方参与项目的热情。私人方需要了解公共部门开展项目的目的和使命, 并通过多种渠道和方法积极与公共部门沟通, 降低信息不对称程度, 降低自身谈判成本。文章考虑了建立第三方机构提供项目风险评估和风险分配咨询服务的可能性, 并建立了灵活的风险分配和重新谈判机制, 以确保管理决策的合理性。

关键词: 工业基础设施、投资项目、风险、博弈论、风险分配、管理决策、基于多重收益、纳什均衡、经济和数学建模、风险管理

Введение. Предварительное распределение рисков предназначено, в основном, для определения предварительного отнесения факторов риска. Риски, непосредственно относимые на участника, называются односторонними рисками, и отнесение таких факторов риска может быть определено после предварительного распределения рисков. Остальные являются разделяемыми рисками и их отнесение необходимо определять через последующий коэффициент разделения рисков. Путем построения и решения статической игровой модели участников инвестиционного проекта проводится разделение факторов риска на одностороннее принятие и распределение риска, определяется атрибуция одностороннего принятия риска и предварительная схема распределения риска.

Объектом исследования является процесс принятия рациональных управленческих решений.

Предметом исследования являются организационные связи, встречающиеся в ходе принятия управленческих решений.

Целью исследования является разработка эффективной модели, нацеленной на благоприятное принятие управленческих решений с учетом распределения рисков.

Задачи исследования. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- оценить разделение рисков между участниками инвестиционного проекта;
- определить оптимальное соотношение распределения общих рисков.

Методология и методы исследования. В рамках проведенного исследования использовались системный и логический анализ экономических явлений, методы сравнительного анализа и экономико-математического моделирования.

Разработанность проблемы. Научная база риск-менеджмента имеет достаточно исследований в определении сущности понятия «риски» и механизмов управления в сложившемся подходе. Значительный вклад в исследование рисков и методов его минимизации внесли зарубежные и отечественные ученые: основные исследования о сущности понятия «риск» связаны с именами известных экономистов Г. Марковица, У. Шарпа, Э. Дж. Доллана, Т. У. Коха, Э. Альтмана, Э. Кэрри и других ученых.

В России методы и приемы оценки рисков рассмотрены в работах И. Т. Балабанова, Е. С. Стояновой, А. С. Шапкина, О. А. Ковалевич, Э. А. Островской, Л. П. Гончаренко, Г. В. Чернова, Н. В. Хохлова и других авторов.

Появление новых управленческих подходов значительно повлияло на развитие риск-менеджмента.

Результаты исследования. Разделение рисков между участниками инвестиционного проекта приносит конкретные выгоды от риска и затраты на риск. Выгоды от риска выше, чем затраты на риск, что является движущей силой для участников инвестиционного проекта по разделению рисков. Предпочтение участниками определенного риска зависит от их способности контролировать риск: чем сильнее контроль, тем больше степень предпочтения, а отдача от риска положительно связана со степенью риска [2]. Предположения статической игровой модели следующие:

Гипотеза 1. Все стороны имеют большое желание сотрудничать и стремятся максимизировать общее удовлетворение проектом.

Гипотеза 2. Все участники относятся к ожидаемой доходности с неприятием риска.

Гипотеза 3. Обозначим j -й риск, принимаемый на себя y_i^j участником i , и обозначим выгоду от риска и стоимость риска j -го риска, принятого на себя участником i , соответственно, оба из которых связаны линейной зависимостью. Чтобы представить вес выгоды и вес затрат участника i по отношению к риску j , выгода от риска и стоимость риска участника i могут быть выражены как $G_i^j, C_i^j, G_i^j, C_i^j, y_i^j, a_i^j, b_i^j$.

$$G_i = f(y_i^j) = a_i^1 y_i^1 + a_i^2 y_i^2 + \dots + a_i^n y_i^n = \sum_{j=1}^n a_i^j y_i^j; \quad (1)$$

$$C_i = h(y_i^j) = b_i^1 y_i^1 + b_i^2 y_i^2 + \dots + b_i^n y_i^n = \sum_{j=1}^n b_i^j y_i^j; \quad (2)$$

Участниками инвестиционных проектов в машиностроительной отрасли являются государственный и частный секторы. Государственным сектором может быть государственное учреждение, назначенное им агентство или компания, уделяющая особое внимание социальным выгодам проекта, стремящимся к наращиванию промышленного потенциала, развитию инфраструктуры и снижению влияния отсутствия инфраструктуры, экономических потерь, при создании

рабочих мест и т. д. Как инициатор инвестиционного проекта в промышленности, государственный сектор является одновременно куратором и участником проекта, обеспечивая правовое регулирование и поддержку принятия решений, экологические гарантии и финансовую поддержку, государственные гарантии и государственный кредит для бесперебойной работы проекта.

Частный сектор представляет собой отношения различных участников за пределами государственного сектора, включая инвестиционные учреждения, коммерческие банки, промышленные предприятия и т. д., которые предоставляют средства для проекта [4]. В качестве исполнителя проекта цель частного лица состоит не только в том, чтобы предоставить капитал, передовые технологии и удовлетворительную эксплуатационную сервисную поддержку, чтобы проект мог быть успешно завершен и соответствовать техническим стандартам и стандартам производительности, но и в достижении требований для окупаемости инвестиций в проекте. Существует типичная неоднородность между публичной и частной сторонами, то есть интересы и ресурсы двух сторон различны, а информация, которой они владеют, и их статус в проекте асимметричны.

Неоднородность сторон, разделяющих риски в инвестиционных проектах, приводит к тому, что обе стороны имеют разные предпочтения в отношении единого риска, что закладывает основу для разделения рисков, которые несут односторонние участники. Суть статической игры с предварительным разделением рисков заключается в нахождении точки равновесия: удовлетворение как государственных, так и частных сторон является максимальным, а чистая выгода от риска положительна. Исходя из основных допущений модели, чистая выгода от риска участника i может быть получена как

$$\pi_i = G_i - C_i \sum_{j=1}^n (a_i^j - b_i^j) y_i^j, \quad i = (1, 2), \quad (3)$$

где $i = 1$ представляет частный сектор;
 $i = 2$ – государственный сектор.

Заказ

$$\mu_i = (a_i^j - b_i^j), \pi_i = \sum_{j=1}^n \mu_i^j - y_i^j, \quad i = (1, 2), \quad (4)$$

где μ_i^j – коэффициент аппетита к риску. μ_1^j выражен коэффициентом склонности к риску частного сектора для j -го риска и представляет собой коэффициент склонности к риску μ_2^j государственного сектора для j -го риска. В таблице представлена статическая игровая модель распределения рисков.

Статическая игровая модель распределения рисков / 风险分布静态博弈模型

Частный сектор / 私营机构	Государственный сектор / 公营机构	
	учитывать риски / 考虑风险	не учитывать риски / 忽略风险
Учитывать риски / 考虑风险	$(\mu_1^j y_1^j, \mu_2^j y_2^j)$	$(\mu_1^j y_1^j, 0)$
Не учитывать риски / 忽略风险	$(0, \mu_2^j y_2^j)$	$(0, 0)$

Путем анализа коэффициента предпочтения риска от двух до j μ_i^j риска можно получить статическую игровую модель распределения риска.

Из модели видно, что результаты равновесия Нэша в статических играх имеют две ситуации:

1) $\mu_1^j > 0$ $\mu_2^j > 0$. В этот момент результат равновесия Нэша, то есть обе стороны предпочитают риск j ; $\mu_1^j < 0$ $\mu_2^j < 0$. В этот момент результат равновесия Нэша, обе стороны не склонны к риску j . В настоящее время риск j является общим;

2) $\mu_1^j > 0$ $\mu_2^j < 0$. В это время результат равновесия Нэша, чистая выгода частного сектора ($i = 1$), принимающего на себя риск j ,

больше 0, что свидетельствует о предпочтении риска j ; государственный сектор ($i = 2$) принятие риска j . Когда чистая выгода меньше 0, это показывает неприятие риска j , и риск j в это время будет нести частная сторона; $\mu_1^j < 0$ $\mu_2^j > 0$. В это время результат равновесия Нэша будет аналогичен, и риск j будет нести государственный сектор.

В рамках выбора реализации инвестиционного проекта необходимо понять предпочтения государственных и частных сторон в отношении различных факторов риска в инвестиционных проектах.

Разделение предпочтения риска на пять степеней, μ_i^j а именно $\{-1, -0,5, 0, 0,5, 1\}$, что означает очень не склонный к риску; не склон-

ный к риску; не склонный; ни не склонный к риску; склонный к риску; очень склонный к риску. Форма оценок объектов представляет собой окончательный коэффициент предпочтения риска государственной и частной сторонами по каждому фактору риска [6].

Оптимальное соотношение распределения общих рисков относится к равновесной точке распределения рисков, достигаемой как государственными, так и частными сторонами на основе их собственных рисков и выгод и на основе максимизации интересов обеих сторон. Установление оптимального соотношения разделяемых рисков и введение разумного механизма распределения рисков необходимы для привлечения частных лиц к участию в проектах.

Разумная схема распределения рисков не позволит частным сторонам чрезмерно преследовать свои интересы и нанести ущерб интересам общества. Она также может ограничить государственный сектор, заставив частные стороны делить больше риски, чтобы уменьшить их собственный риск, тем самым повышая вероятность успеха проекта [8]. Механизм распределения общих рисков на самом деле представляет собой процесс, в котором государственные и частные стороны полагаются на имеющуюся у них информацию для проведения повторных переговоров и переговоров об интересах и рисках обеих сторон и, наконец, для получения удовлетворительного результата для обеих сторон. Этот процесс является переговорной игрой по распределению рисков проекта, а точкой равновесия распределения рисков является результат, который устраивает обе стороны, а именно равновесное решение по Нэшу.

Игра с неполной информацией означает, что каждый игрок может получить только ограниченную информацию о противнике. В процессе переговоров по реализуемому инвестиционному проекту сторона с более полной информацией будет иметь больше инициативы в переговорах и получит больше преимуществ на переговорах. Среди участников инвестиционного проекта государственный и частный секторы имеют свои собственные ресурсы и технические преимущества, разные интересы и цели, и между двумя сторонами существует информационная асимметрия [10]. В процессе переговоров между публичной и частной

сторонами стратегические решения делятся на приоритеты, и последняя может выбрать свой план принятия риска со ссылкой на план предшественника. Это динамичный игровой процесс, соответствующий модели торга Рубинштейна, то есть торг по неполной информации как динамический игровой процесс.

В игровом процессе государственный сектор контролирует государственную власть и сдерживает ее, а также является информационной стороной в игровом процессе, в то время как частная сторона находится в невыгодном информационном положении, а потребление ресурсов в переговорном процессе будет выше, чем у государственного сектора [11].

Динамичный игровой процесс публичных и частных переговоров, в котором частная сторона делает ставку первой. Инвестиционные проекты в рамках машиностроительной отрасли менее оперативны, имеют более длительный цикл и высокие риски. Противоречие между рисками и выгодами может существенно ослабить энтузиазм частных сторон к участию. В процессе торговой игры между государственными и частными сторонами государственный сектор уже получил информационное преимущество [13]. Чтобы повысить энтузиазм частной стороны к участию, государственный сектор должен создать возможность и благоприятные условия для игрового процесса в дополнение к необходимым преференциальным мерам.

В процессе торга терпение обеих сторон игры имеет важное значение в оценке преимуществ и недостатков торга, если обе стороны недостаточно терпеливы, первая ставка более благоприятна, а когда у обеих сторон достаточно терпения, последняя ставка более благоприятна. Это идеальное состояние, когда у обоих участников достаточно терпения. В действительности переговоры по реализуемому инвестиционному проекту требуют времени и затрат, и обе стороны не могут иметь достаточно терпения [15]. Таким образом, в процессе распределения рисков проектов есть преимущество только у первого участника торгов. Для привлечения частных сторон к участию в проектах государственный сектор должен предоставить частной стороне преимущество первопроходца в игровом процессе, и опоздавший участник торгов решает: принять или отклонить частную ставку [12]. Поскольку государственные

и частные стороны имеют разные возможности принятия риска и верхний предел доли риска, который может быть принят, окончательное определение общего коэффициента распределения риска столкнется с несколькими раундами повторяющихся процессов переговоров о принятии/отказе и, наконец, достигнет соглашения.

Более детально отобразим преобразование Хайсани, которое относится к введению «игрока» для преобразования «игры с неполной информацией» в «игру с полной, но несовершенной информацией», чтобы провести количественный анализ игр с неполной информацией. «Совершенная информация» означает, что игроки берут одну и ту же базу данных стратегий, и обе стороны знакомы с различными стратегиями в базе данных. «Несовершенная информация» означает, что «игрок» сделал выбор стратегии, а другие игроки его не знают. Конкретный выбор – известно только распределение вероятностей различных вариантов [5].

Действие преобразования Хайсани состоит в следующем: представить «игрока», который делает ставку первым, и выбрать стратегию, распределение вероятностей которой известно другим. Поскольку существует много стратегий, стратегия выбора является вероятностным событием, поэтому процесс принятия решений «игрок» динамичен [1]. После того, как «игрок» завершает выбор стратегии, другие выбирают стратегии выживания для этой стратегии, и эти решения являются относительно статичными играми. Динамичное в сочетании со статичным остается динамичным. Таким образом, торг с неполной информацией после преобразования Хессани остается динамической игрой.

Существование и единственность равновесных решений торговых динамических игр. Теорема существования I, теорема II и теорема III равновесия Нэша утверждают, что любая конечная игра имеет, по крайней мере, одно равновесие Нэша. Когда у игроков есть бесконечные чистые стратегии, пока функция выигрыша непрерывна в чистых стратегиях, существует равновесие Нэша [14]. В процессе переговоров о распределении рисков в проектах, как государственные, так и частные стороны искренне сотрудничают и надеются, что переговоры по проекту пройдут плодотворно. Как государственные, так

и частные стороны несут затраты времени на переговоры, и обе надеются как можно скорее подойти к соглашению, чтобы определить план распределения рисков, который удовлетворит обе стороны. Когда в переговорной игре имеется несколько равновесных по Нэшу решений, должно быть решение, максимизирующее интересы обеих сторон, и это решение является оптимальным соотношением распределения рисков.

Отобразим гипотезы модели:

Гипотеза 1. Как государственные, так и частные стороны являются рациональными экономическими лицами. Участвуя в инвестиционных проектах, они рассчитывают максимизировать свои собственные интересы, а не общие интересы, обе стороны надеются, что переговоры достигнут соглашения, как только возможно, и в ходе переговорного процесса будет принята оптимальная стратегия.

Гипотеза 2. Существует информационная асимметрия между публичной и частной сторонами. В переговорной игре одна сторона не может точно понять информацию о риске, которой владеет другая сторона, и ее способность идти на риск.

Гипотеза 3. Каждый общий риск относительно независим, то есть корреляции между факторами риска нет.

Гипотеза 4. Для определенного риска коэффициент распределения риска частной стороны в i -м раунде переговоров равен r_i , тогда государственный сектор равен $(1 - r_i)$, то есть государственный сектор торгуется за r_i .

Гипотеза 5. В ходе игры частная сторона будет отдавать приоритет той доле риска, которую она готова взять на себя [3].

Отобразим параметры модели

1. Коэффициент потерь при переговорах α_i . В процессе переговоров о разделении рисков проекта, чтобы узнать больше о противниках, как государственные, так и частные стороны должны потреблять ресурсы и время для получения соответствующей информации, что неизбежно приведет к затратам на переговоры. Чем дольше время переговоров и чем больше раундов, тем больше затраты на переговоры для обеих сторон, тем больше риск проекта и меньше выгода [9]. Коэффициент истощения при переговорах зависит от таких факторов, как умение вести переговоры, альтернативные издержки, транзакционные издержки и степень терпения участников

игры. В реализуемых проектах государственный сектор, как лидер, имеет информационные преимущества и больше терпения, а стоимость его переговоров ниже. Погоня за прибылью и отсутствие информации у частной стороны делают ее терпение в переговорах ниже, чем у государственного сектора. Если предположить, что α_1 представляет собой фактор потерь при переговорах для частной стороны, а α_2 представляет собой фактор потерь при переговорах для государственного сектора, то $\alpha_1 > \alpha_2$. Чем больше затраты на переговоры, тем больше риска будет у частной стороны.

2. Вероятность q передачи риска государственному сектору. В связи с доминированием государственного сектора в реализуемых инвестиционных проектах может возникнуть возможность передачи определенных факторов риска частной стороне. Существование информационной асимметрии создает неясность, будет ли другая сторона передавать риск, но субъективное распределение вероятности риска передается государственным сектором. Если предположить, что вероятность того, что государственный сектор передаст риск, равна q , $(1 - q)$, будет вероятностью того, что риск не будет передан [7].

3. Доля передачи риска k_i . Сильная позиция государственного сектора напрямую отражается в величине риска, который он передает частному сектору, выраженного в виде доли передачи риска. В инвестиционных проектах, чтобы привлечь участие частного сектора, доля передачи риска государственному сектору не будет слишком высокой. Очевидно, что доля государственного сектора в передаче риска будет меньше, чем его доля в риске, т. е. $k_i < (1 - r_i)$.

Нам удалось сформировать модель игры. В первом раунде переговоров частная сторона сначала предлагает коэффициент доли r_1 для определенного фактора риска, затем государственный сектор $(1 - r_1)$. Если учитывать долю риска, передаваемого государственным сектором k_1 , тогда частная сторона разделяет риск с увеличением k_1 , государственный сектор уменьшения вероятности k_1 сектора равна q . Предположим, что P'_i и G'_i представляют собой отношение распределения рисков частной стороны и государственного сектора к определенному риску в i -м раунде переговоров, когда госу-

дарственный сектор передает риски соответственно, а P_i и G_i представляют частный сектор и государственный сектор, соответственно Ожидания риска в раунде i . Тогда есть:

$$n'_1 = q(p_1 + k_1); \quad (5)$$

$$g'_1 = q(1 - p_1 - k_1). \quad (6)$$

Пусть P''_i и G''_i соответственно обозначают отношение распределения рисков частной стороны и государственного сектора к некоторому общему риску в i раунде переговоров, когда государственный сектор не передает риски, тогда имеются:

$$P''_1 = (1 - q)r_1; \quad (7)$$

$$G''_1 = (1 - q)(1 - r_1). \quad (8)$$

Из уравнений (5)...(8) видно, что ожидания риска участников первого раунда переговоров:

$$P_1 = P'_1 + P''_1 = q(r_1 + k_1) + (1 - q)r_1; \quad (9)$$

$$G_1 = G'_1 + G''_1 = q(1 - r_1 - k_1) + (1 - q)(1 - r_1). \quad (10)$$

Если государственный сектор принимает результаты первого раунда переговоров, переговоры заканчиваются, в противном случае он вступает во второй раунд переговоров.

Во втором раунде переговоров государственный сектор сначала предлагает, чтобы коэффициент распределения риска частной стороной был равен r_2 , затем государственный сектор равен $(1 - r_2)$, и государственный сектор передает долю риска k_2 с вероятностью q . Согласно предыдущему анализу, вступая во второй раунд переговоров, необходимо учитывать коэффициент потерь при переговорах α_i . Тогда есть:

$$n'_2 = \alpha_1 q(p_2 + k_2); \quad (11)$$

$$g'_2 = \alpha_2 q(1 - p_2 - k_2); \quad (12)$$

$$P''_2 = \alpha_1 (1 - q)r_2; \quad (13)$$

$$G''_2 = \alpha_2 (1 - q)(1 - r_2). \quad (14)$$

Из уравнений (11)...(14) видно, что во втором раунде переговоров ожидания риска частной стороны и государственного сектора следующие:

$$n_2 = n'_2 + n''_2 = \alpha_1 q(p_2 + k_2) + \alpha_1 (1 - q)r_2; \quad (15)$$

$$G_2 = G_2' + G_2'' = \alpha_2 q (1 - r_2 - k_2) + \alpha_2 (1 - q)(1 - r_2); \quad (16)$$

Если государственный сектор принимает результаты второго раунда переговоров, переговоры заканчиваются, в противном случае он вступает в третий раунд переговоров.

В третьем раунде переговоров частная сторона предлагает коэффициент распределения риска r_3 , тогда государственный сектор равен $(1 - r_3)$, и государственный сектор передает долю риска k_3 частной стороне с вероятностью q . Тогда есть:

$$n_3' = \alpha_1^2 q (p_3 + k_3); \quad (17)$$

$$g_3' = \alpha_2^2 q (1 - p_3 - k_3); \quad (18)$$

$$P_3'' = \alpha_1^2 (1 - q) r_3; \quad (19)$$

$$G_3'' = \alpha_2^2 (1 - r_3). \quad (20)$$

Ожидание риска третьего раунда может быть получено как n_3 знак равно

$$n_3' + n_3'' = \alpha_1^2 q (p_3 + k_3) + \alpha_1^2 (1 - q) p_3; \quad (21)$$

$$G_3 = G_3' + G_3'' = \alpha_2^2 q (1 - r_3 - k_3) + \alpha_2^2 (1 - q)(1 - r_3). \quad (22)$$

Переговорный процесс циклически повторяется до тех пор, пока не будет достигнуто соглашение.

Основываясь на теории перехода Хессани в сочетании с анализом игрового процесса, результаты раундов переговоров с нечетными номерами неразличимы, поскольку все участники торгов являются частными сторонами, а третий раунд переговоров выбран в качестве точки инверсии.

Решим модель. Если предположить, что во втором раунде переговоров заявка государственного сектора приводит к ожидаемому риску частной стороны $P_2 > P_3$, то частная сторона отказывается, и игра переходит на третий этап. Исходя из предположения рационального экономического человека, обе стороны будут стараться избежать вступления в третий раунд переговоров, поэтому государственный сектор избежит появления $P_2 > P_3$ и минимизирует собственное ожидание риска G_2 . Поэтому оптимальная стратегия игры в это время такова:

$$P_2 = P_3 \dots \quad (23)$$

Подставим уравнения (15) и (21) в уравнение (23), чтобы получить

$$\alpha_1 q (r_2 + k_2) + \alpha_1 (1 - q) r_2 = \alpha_1^2 q (r_3 + k_3) + \alpha_1^2 (1 - q) r_3.$$

Тем самым

$$r_2 = \alpha_1 r_3 - q k_2 + \alpha_1 q k_3. \quad (24)$$

В настоящее время ситуация с распределением рисков в государственном секторе выглядит следующим образом:

$$G_2 = \alpha_2 (1 - \alpha_1 r_3 - \alpha_1 q k_3); \quad (25)$$

$$G_3 = \alpha_2^2 (1 - q k_3 - r_3)$$

$$G_2 - G_3 = \alpha_2 [(1 - \alpha_2) + (\alpha_2 - \alpha_1)(r_3 + q k_3)]. \quad (26)$$

Поскольку $\alpha_1 > \alpha_2 > 1$, $r > 0$ и $q > 0$, можно получить $G_2 - G_3 < 0$, то есть $G_2 < G_3$, и ожидание риска государственного сектора во втором раунде переговоров ниже, чем в третьем раунде, по-видимому, государственный сектор отложил отказ от переговоров до третьего раунда.

Аналогично, если вернуться к первому раунду, частная сторона предлагает коэффициент распределения рисков r_1 , а оптимальная стратегия участников такова:

$$G_1 = G_2 \dots \quad (27)$$

Подставим уравнения (10) и (16) в уравнение (27), чтобы получить

$$q(1 - r_1 - k_1) + (1 - q)(1 - r_1) = \alpha_2 q (1 - r_2 - k_2) + \alpha_2 (1 - q)(1 - r_2);$$

$$r_1 = 1 - q k_1 - \alpha_2 (1 - r_2 - q k_2). \quad (28)$$

Подставим уравнение (24) в уравнение (28), чтобы получить

$$r_1 = 1 - q k_1 - \alpha_2 (1 - \alpha_1 r_3 - \alpha_1 q k_3). \quad (29)$$

Известно, что бессрочные игры, начинающиеся с нечетных раундов, не имеют различий в своей структуре торга. Тогда есть

$$p_1 = p_3. \quad (30)$$

Подставим уравнение (29) в уравнение (30), чтобы получить

$$1 - q k_1 - \alpha_2 (1 - \alpha_1 r_3 - \alpha_1 q k_3) = r_3.$$

Доля риска, которую несет частная сторона,

$$R = \frac{(\alpha_2 + qk_1 - \alpha_1\alpha_2qk_3 - 1)}{(\alpha_1\alpha_2 - 1)}. \quad (31)$$

Доля риска, которую несет государственный сектор,

$$1 - R = \frac{(\alpha_1\alpha_2 - \alpha_2 - qk_1 + \alpha_1\alpha_2qk_3)}{(\alpha_1\alpha_2 - 1)}. \quad (32)$$

Пусть k – константа, равновесное решение может быть получено как

$$R^* = \frac{(\alpha_2 - 1)}{(\alpha_1\alpha_2 - 1) - qk}. \quad (33)$$

$$1 - R^* = \frac{(\alpha_1\alpha_2 - \alpha_2)}{(\alpha_1\alpha_2 - 1) + qk}. \quad (34)$$

Если государственный сектор передает риски частному сектору, коэффициент распределения рисков частного сектора равен $(\alpha_2 - 1)/(\alpha_1\alpha_2 - 1)$, а коэффициент распределения рисков государственного сектора равен $(\alpha_1\alpha_2 - \alpha_2)/(\alpha_1\alpha_2 - 1)$.

Представим модельный анализ.

1. Согласованный коэффициент потерь напрямую влияет на результат распределения рисков. Если переговорные издержки участвующих сторон уменьшаются, то коэффициент переговорных потерь обеих сторон уменьшится. Поскольку частная сторона имеет более высокую базу, абсолютное уменьшение коэффициента переговорных потерь будет больше, т. е. $\Delta\alpha_1 > \Delta\alpha_2$, если передача риска не рассматривается, то переговоры уменьшат общий риск каждого раунда игры, тем самым увеличив общую выгоду от проекта. Хотя повышенный риск, разделяемый частной стороной, несколько больше, чем риск государственного сектора, он получит большую дополнительную полезность от увеличения общей выгоды от проекта. Государственный сектор, утративший преимущество первопроходца, должен получить больший вклад в снижение фактора переговорных потерь в процессе переговоров, поскольку полученная от этого полезность больше, чем у частной стороны.

2. Неравный статус и информационная асимметрия публичной и частной сторон влияют на результат распределения рисков. Частная сторона, находящаяся в невыгодном положении на переговорах, должна получить как можно больше актуальной информации для

снижения негативного воздействия, а государственный сектор должен соответствующим образом ослабить свои преимущества, принять действенные меры для повышения энтузиазма частной стороны к участию в переговорах проекта и повысить привлекательность проектов для частной стороны, попытаться исключить передачу рисков частной стороне и достичь партнерства подлинного равенства и сотрудничества.

Заключение. Анализ статических игр участников инвестиционных проектов показывает, что в процессе первоначального разделения рисков разделение одностороннего риска и совместного риска, в основном, зависит от предпочтения риска и способности контролировать риск государственного сектора и частной стороны. В динамичном переговорном процессе о разделении рисков проекта организация предпочтительных торгов частной стороной в определенной степени повышает энтузиазм участия частной стороны и размера оптимального коэффициента распределения общего риска.

Исходя из этого, выдвигаются следующие предложения:

1. Государству следует улучшить правовую среду инвестиционных проектов, принимать меры по снижению альтернативных и транзакционных издержек, а также уменьшить коэффициент проигрыша при переговорах для достижения беспроектной ситуации.

2. Государственный сектор должен создать атмосферу справедливого и упорядоченного сотрудничества и в то же время активно улучшать свою собственную кредитоспособность, устранять мотивацию передачи рисков частной стороне и повышать энтузиазм частной стороны для участия в проектах.

3. Частная сторона должна понимать цель и миссию государственного сектора в запуске проектов и активно общаться с государственным сектором по нескольким каналам и методам, уменьшать степень асимметрии информации и сокращать свои собственные затраты на переговоры.

4. Рассмотреть возможность создания стороннего агентства для предоставления консультационных услуг по оценке рисков и распределению рисков проектов, и в то же время создать гибкий механизм распределения рисков и повторных переговоров для обеспечения рациональности в принятии управленческих решений.

Список литературы

1. Баранов А. О., Музыко Е. И., Павлов В. Н. Нечетко-множественная оценка параметров эффективности инновационного проекта // *Финансы: теория и практика*. 2017. С. 120–132.
2. Жолонко Т. О. Методологический инструментарий оценки инвестиционных рисков для компаний реального сектора экономики. Текст: электронный // *Журнал управления рисками и финансами*. 2021. № 78. URL: <https://doi.org/10.3390/jrfm14020078> (дата обращения: 17.01.2022).
3. Климовец О. В., Зубакин В. А. Методы оценки эффективности инвестиций в собственную генерацию в условиях риска // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2016. № 2. С. 78–84.
4. Клипин А. О. Методика оптимального распределения инвестиций в блоках промышленного кластера // *Перспективы развития фундаментальных наук: материалы XVI Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. Томск: Томск. гос. ун-т, 2019. С. 84–86.
5. Ковалев П. П. Анализ эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2017. Т.6. № 3. С. 182–185.
6. Линь Х., Ли Ф. Исследование структуры анализа игр для распределения рисков проектов ГЧП // *Academic Frontiers*. 2019. №1. С. 100–103.
7. Мамий Е. А., Яхимович Е. С. Современные подходы к оценке рисков инвестиционных проектов // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2018. С. 1–6.
8. Мухаммад А. Р. И., Нор И. Д., Ку М. Н. К. Всесторонний обзор методов гибридной теории игр и многокритериальных методов принятия решений. Текст: электронный // *Журнал физики. Серия конференций*. 2021. Т. 1988. Симпозиум Кебангсаан Сайнс Математик ке-28 (SKSM28) (28–29 июля 2021 г., Куантан, Паханг). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1988/1/012056/meta> (дата обращения: 17.01.2022).
9. Назарова Ю. Н. Применение информационных технологий для анализа рисков и оценки экономической эффективности инвестиционных проектов // *Мир науки, культуры, образования*. 2016. № 2. С. 314–316.
10. Ньютон Д. Эволюционная теория игр: возрождение // *Игры*. 2018. № 9. С. 31–43.
11. Пиравинан М. Применение теории игр в управлении проектами: структурированный обзор и анализ. Текст: электронный // *Математика*. 2019. № 7. С. 858–867. URL: <https://doi.org/10.3390/math7090858> (дата обращения: 17.01.2022).
12. Пожарская Г. И., Молодецкая С. Ф. Исследование инвестиционных рисков стартап-проекта методом нечеткого моделирования // *Вопросы управления*. 2018. С. 91–97.
13. Сяовэй Ц., Хайцзюнь В. Инвестиционное решение для повышения устойчивости цепочки поставок на основе теории эволюционных игр // *Университет науки и техники Хуачжун Ухань*. 2020. №7. С. 1–10.
14. Ха Тхи Минь Хуэ. Применение теории нечетких множеств при оценке риска неэффективности инвестиций // *Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки*. 2018. С. 1–7.
15. Чжоу Ч., Чжан С., Чжан П. Проблемы и контрмеры при применении модели ГЧП в условиях новой нормы // *China Soft Science*. 2015. № 9. С. 82–95.

References

1. Baranov A. O., Muzyko Ye. I., Pavlov V. N. *Finansy: teoriya i praktika* (Finance: theory and practice), 2017, pp. 120–132.
2. Zholonko T. O. *Zhurnal upravleniya riskami i finansami* (Journal of risk management and finance), 2021, no. 78. Available at: <https://doi.org/10.3390/jrfm14020078> (Date of access: 01/17/2022). Text: electronic.
3. Klimovets O. V., Zubakin V. A. *Strategicheskiye resheniya i risk-menedzhment* (Strategic decisions and risk management), 2016, no. 2, pp. 78–84.
4. Klipin A. O. *Perspektivy razvitiya fundamentalnyh nauk: materialy XVI Mezhdunarodnoy konferentsii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh* (Prospects for the development of fundamental sciences: Proceedings of the XVI International Conference of students, postgraduates and young scientists). Tomsk: Tomsk State University, 2019, pp. 84–86.
5. Kovalev P. P. *Azimut nauchnyh issledovaniy: ekonomika i upravleniye* (Azimuth of scientific research: economics and management), 2017, vol.6, no. 3, pp. 182–185.
6. Lin Kh., Li F. *Academic Frontiers* (Academic Frontiers), 2019, no. 1, pp. 100–103.
7. Mamiy Ye. A., Yakhimovich Ye. S. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktik* (Economics and business: theory and practice), 2018, pp. 1–6.
8. Mukhammad A. R. I., Nor I. D., Ku M. N. K. *Zhurnal fiziki. Seriya konferentsiy*. 2021. T. 1988. Simposium Kebangsaan Sayns Matematik ke-28 (SKSM28) (28–29 iyulya 2021 g., Kuantan, Pakhang) (Journal of Physics. Series

of conferences), 2021, vol. 1988. *Kebangsaan Science Symposium Mathematician ke-28 (SKSM28)* (July 28–29, 2021, Kuantan, Pahang). Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1988/1/012056/meta> (Date of access 01/17/2022). Text: electronic.

8. Nazarova Yu. N. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya* (World of science, culture, education), 2016, no. 2, pp. 314–316.

10. Nyuton D. *Igry* (Games), 2018, no. 9, pp. 31–43.

11. Piravinan M. *Matematika* (Mathematics), 2019, no. 7, pp. 858–867. Available at: <https://doi.org/10.3390/math7090858> (Date of access 01/17/2022). Text: electronic.

12. Pozharskaya G. I., Molodetskaya S. F. *Voprosy upravleniya* (Management issues), 2018, pp. 91–97.

13. Syaovey Ts., Khaytshyun V. *Universitet nauki i tekhniki Khuachzhun Ukhan* (Huazhong Wuhan University of Science and Technology), 2020, no. 7, pp. 1–10.

14. Kha Tkhi Min Khue. *Izvestiya Tulsogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskiye i yuridicheskiye nauki* (News of the Tula State University. Economic and legal sciences), 2018, pp. 1–7.

15. Chzhou Ch., Chzhan S., Chzhan P. *China Soft Science* (China Soft Science), 2015, no. 9, pp. 82–95.

Информация об авторе

Чжао Вэньфу, аспирант, кафедра менеджмента, институт экономики, управления и права, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия. Область научных интересов: инвестиции, промышленность, машиностроение, инвестиционная политика.
790100528@qq.com

Берегова Галина Михайловна, канд. экон. наук, профессор ВАК, профессор кафедры менеджмента, институт экономики, управления и права, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия. Область научных интересов: инвестиции, промышленность, машиностроение, инвестиционная политика.
gmberegova@mail.ru

Information about the author

赵文富, 研究生, 伊尔库茨克国立研究型技术大学, 俄罗斯, 伊尔库茨克, 经济、管理与法律研究所, 管理系。研究兴趣: 投资、工业、机械工程、投资政策。

加莉娜 米海洛弗纳 别列戈娃, 经济学博士, 教授, 管理学系教授, 伊尔库茨克国立研究型技术大学, 俄罗斯, 伊尔库茨克, 经济、管理与法律研究所, 管理系。研究兴趣: 研究兴趣: 投资、工业、机械工程、投资政策。

Для цитирования

Чжао Вэньфу, Берегова Г. М. *Разработка модели принятия рациональных управленческих решений с оптимальным соотношением распределения рисков // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 2. С. 120–129. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-2-120-129.*

赵文富, 别列戈娃 G. M. 具有最佳风险分布比率的合理管理决策模型开发[J] 《后贝加尔国立大学通报》, 2022 年, 第 28(2) 期: 第 120–129 页. 10.21209/2227-9245-2022-28-2-120-129.

Статья поступила в редакцию: 28.01.2022 г.
Статья принята к публикации: 14.02.2022 г.