

Информационно-технологические факторы развития кооперации в оборонно-промышленном комплексе и риск-ориентированный подход к ее формированию при создании системы воздушно-космической обороны

Дроговоз Павел Анатольевич —

заведующий кафедрой предпринимательства и внешнеэкономической деятельности (ИБМ-6) МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор экономических наук, профессор.

Ралдугин Олег Валерьевич —

заместитель генерального директора по правовым вопросам и корпоративной политике АО «ВНИИРТ».

УДК 65.011.4+65.012.6

В статье изложены технико-экономические вопросы обеспечения обороноспособности в воздушно-космической сфере в условиях нарастания военных и технологических вызовов и угроз и реализации стратегии импортозамещения. Выполнен анализ информационно-технологических проблем развития отечественных предприятий оборонно-промышленного комплекса — разработчиков систем воздушно-космической обороны, выявлены резервы повышения их эффективности за счет внедрения интегрированных информационных систем. На примере АО «ВНИИРТ» представлены перспективы реализации концепции бережливого производства на базе технологий управления жизненным циклом продукции. Дана сравнительная характеристика бизнес-моделей кооперации в ОПК в зарубежных странах и в России. Выявлены технологические и организационно-экономические факторы развития кооперации финальных интеграторов, субинтеграторов и поставщиков комплектующих изделий при производстве продукции военного назначения. Изложены системообразующие элементы риск-ориентированного подхода к формированию кооперации в ОПК. Предложена математическая модель показателя степени риска предприятия-финалиста при выборе состава предприятий — участников кооперации, основанная на агрегировании частных показателей научно-технических, производственно-технологических и финансово-экономических рисков. Сформулированы перспективные задачи по реализации предложенного подхода с использованием нейросетевых технологий.

Ключевые слова

Оборонно-промышленный комплекс, кооперация, воздушно-космическая оборона, информационные технологии, импортозамещение, управление жизненным циклом продукции, риск, методика.

Современная военно-политическая ситуация требует от нашего государства создания эффективных средств парирования новых военных вызовов и угроз. Сегодня перед предприятиями оборонно-промышленного комплекса (ОПК) поставлена задача



перехода на инновационный путь развития, повышения качества и конкурентоспособности продукции военного, двойного и гражданского назначения, сокращения издержек при ее разработке и производстве. Бурное развитие ИТ и появление CALS/PLM-технологий стало принципиально новым и доминирующим фактором, оказывающим воздействие на все мировые военно-экономические процессы. Уже сейчас и в обозримом будущем обороноспособность любой страны в значительной степени будет определяться уровнем информатизации. Этот аспект приобретает особое значение при создании системы воздушно-космической обороны (ВКО) на основе функционально-технического сопряжения существующих и перспективных систем ракетно-космической и противовоздушной обороны в едином информационном

пространстве и контуре боевого управления.

АО «Всероссийский научно-исследовательский институт радиотехники» (ВНИИРТ), ведущий свою историю от созданной в 1908 г. Научно-технической лаборатории Военного ведомства, является одним из старейших оборонных научно-исследовательских предприятий России. С момента своего основания институт разработал свыше 17 тыс. радиолокационных средств (РЛС), более 120 типов радиолокационных станций, многие из которых освоены в серийном производстве и нашли применение в нашей стране и за рубежом [1]. В настоящее время роль института в общей системе ВКО РФ заключается в выполнении научных исследований, разработок, изготовлении опытных образцов и участии в серийном производстве современных РЛС и систем обнаружения, наведе-

ния и целеуказания межвидового применения для военно-воздушных сил (ВВС), сухопутных войск (СВ) и военно-морского флота (ВМФ), а также средств защиты РЛС от противорадиолокационных ракет и высокоточного оружия в интересах реализации приоритетных направлений деятельности АО «Концерн ВКО „Алмаз-Антей“» по комплексному обеспечению обороноспособности и безопасности РФ в воздушно-космической сфере и созданию глобальной информационно-управляющей системы разведки и упреждающей защиты от воздушно-космического нападения.

Важнейшими факторами эффективного развития института являются реализация стратегии импортозамещения и концепции бережливого производства, которые приобретают особую значимость и актуальность в условиях обострения военно-политической ситуации и усиления военно-экономического противоборства в средне- и долгосрочной перспективе, обеспечивают эффективное парирование как военных, так и экономических угроз. При этом необходимо объединить научно-технический, производственно-технологический и кадровый потенциал входящих в состав института структурных подразделений, дочерних и зависимых обществ для технологической модернизации и инновационного развития, совершенствования существующей и создания новой продукции военного назначения в соответствии с государственной программой вооружения (ГПВ) и государственным оборонным заказом (ГОЗ), а также контрактами по системе военно-технического сотрудничества (ВТС) с иностранными государствами.

Внешняя среда деятельности института определяется параметрами военно-технических вызовов и угроз в воздушно-косми-



ческой сфере на средне- и долгосрочную перспективу:

- развитие технологий, позволяющих существенно наращивать военный потенциал в воздушном и космическом пространстве (ударные и обеспечивающие космические аппараты);
- увеличение количества БПЛА, стоящих на вооружении, и совершенствование их боевых возможностей (скорость, дальность, высота, вооружение, управление);
- расширение возможностей средств нападения, ударных комплексов, высокоточного оружия, беспилотных летательных аппаратов (в том числе гиперзвуковых).

Указанные вызовы и угрозы обуславливают необходимость строительства комплексных эшелонированных систем контроля и защиты воздушно-космического пространства с повышенной помехозащищенностью, объединенных в общую информационно-коммуникационную сеть.

Проблемы информационно-технологического развития оборонной промышленности

В настоящее время передовые информационные системы стали стратегически важными активами для предприятий оборонной промышленности, а военная экономика вступила в новую фазу своего развития — в эпоху информационного противоборства. В странах блока НАТО разработана, апробирована и активно внедряется в практику боевых действий теория сетецентричных войн, которая претендует на качественное превосходство над прежними стратегическими концепциями индустриальной эпохи. В соответствии с новым подходом основные стратегические операции военного характера, а также их медийное, дипломатическое, экономическое и тех-

В современных условиях масштабной информатизации всех аспектов военно-экономической деятельности, перехода на принципы информационного противоборства и сетецентрических войн важнейшим методологическим вопросом становится создание и развитие новой технологической платформы отечественной оборонной промышленности, основанной на передовых достижениях в области информатики и систем управления.

ническое обеспечение развертываются в едином информационном пространстве [2].

Отличительной особенностью ИТ является универсальность используемых концепций, методов, моделей и технологий, а также широкие возможности военно-гражданской интеграции. В 1980-е годы протоколы связи TCP/IP, изначально разработанные в США для нужд управления системами ПВО, послужили базой для возникновения глобальной компьютерной сети Интернет.

В 1990-е годы для обеспечения согласованной работы всех предприятий, участвовавших в проектировании, производстве, реализации и эксплуатации сложной техники, были разработаны средства информационной поддержки всех этапов жизненного цикла промышленной продукции, включая высокотехнологичные образцы ВВСТ. Такие средства в первоначальной редакции получили наименование CALS (*Computer Aided Logistics Support* — компьютерная логистическая поддержка). В настоящее время этот термин принято расшифровывать иначе: *Continuous Acquisition and Lifecycle Support* — непрерывное сопровождение и поддержка

жизненного цикла. Поскольку термин CALS появился в Министерстве обороны США в целях совершенствования материально-технического обеспечения армии, в гражданской сфере производства получил распространение другой термин — PLM (*Product Life Management* — управление жизненным циклом продукции), который по существу имеет тот же смысл, что и CALS. В отечественной терминологии аналогом понятия CALS является аббревиатура ИПИ (информационная поддержка жизненного цикла изделий) [3, 4].

В настоящее время CALS/PLM-технологии позволяют реализовать глобальную стратегию и тактику перехода предприятий на электронный документооборот и информационную поддержку всех стадий жизненного цикла изделий.

Одним из наиболее значительных шагов в регулировании процессов управления жизненным циклом ВВСТ стала разработка и последующее внедрение оборонным ведомством США в конце 1990-х — начале 2000-х годов принципиально новой концепции поддержки эксплуатации систем и образцов ВВСТ, ориентированной на конечный резуль-

тат, — PBL (*Performance Based Lifecycle Product Support*) [5].

Основной идеей концепции явился отказ от жесткого разграничения ответственности между военным заказчиком и гражданским поставщиком за постпроизводственные стадии жизненного цикла ВВСТ. Тыловые службы оборонных ведомств перестали быть простыми покупателями, а предприятия ОПК — продавцами услуг и предметов материально-технического обеспечения. Появилась возможность заключения долговременных и взаимовыгодных соглашений о сервисной поддержке между военными заказчиками и гражданскими поставщиками ВВСТ. Предметом таких соглашений стали не конкретные запасные части, материалы или услуги, а нормируемые показатели конечного результата сервисной поддержки — исправность, надежность, экономичность в эксплуатации, время простоя боевой техники в войсках.

С момента своего зарождения PBL-концепция получила широкое распространение, непрерывно развивалась и претерпела ряд существенных изменений. Сегодня Министерство обороны США считает PBL предпочтительным подходом к сервисной поддержке вновь создаваемых и уже эксплуатируемых ВВСТ.

В современных условиях масштабной информатизации всех аспектов военно-экономической деятельности, перехода на принципы информационного противоборства и сетевых войн важнейшим методологическим вопросом становится создание и развитие новой технологической платформы отечественной оборонной промышленности, основанной на передовых достижениях в области информатики и систем управления. Ученые и исследователи, руководители и специалисты ведущих предприятий обо-

ронно-промышленного комплекса ведут активный научный поиск новых методов информационного менеджмента, обеспечивающих управляемость созданных за последнее десятилетие интегрированных структур и их ориентацию на создание эффективных образцов вооружения и военной техники (ВВТ) и конкурентоспособной продукции гражданского и двойного назначения.

В работе [6] предложена методология организационно-экономического проектирования оборонно-промышленных корпораций, основанная на системном анализе и синтезе базовых организационных структур и определения функциональных связей между ними в процессе создания наукоемкой продукции военного, двойного и гражданского назначения. Вопросы интегрированного управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятий ОПК раскрыты в работе [7]. Проблемам адап-

тации передового зарубежного опыта инновационного развития в отечественной промышленности посвящены работы [8, 9]. Перспективы применения технологий искусственного интеллекта для анализа экономических показателей в интегрированных структурах ОПК и гражданских отраслей промышленности представлены в работах [10, 11].

Необходимо признать, что, несмотря на объективное наличие конкурентных преимуществ, прежде всего в области научно-технических достижений, российские предприятия ОПК пока не могут в полной мере реализовать свой потенциал. Во многом причиной такого положения является неэффективное управление, отсутствие надежной и достоверной информации для принятия решений. Для того чтобы выдержать жесткую конкуренцию с зарубежными военно-промышленными корпорациями и обеспечить с ними технологический паритет, отечественным



интегрированным структурам ОПК требуется значительно усилить информационную составляющую процессов организации и управления бизнесом. Анализ текущего уровня информатизации управленческих процессов на отечественных предприятиях ОПК позволяет констатировать их неудовлетворительное состояние и организационно-технологическое отставание по сравнению с передовой зарубежной практикой информационного менеджмента.

Разработка, проектирование и производство перспективных образцов ВВСТ в наибольшей степени требуют системных решений по стратегическому развитию информационных систем. Следует признать, что ИТ-инфраструктура предприятий ОПК крайне неоднородна в силу чрезвычайно широкого спектра ИТ разного назначения: от технологий, связанных с обеспечением безопасности информации и сетей, до технологий обработки знаний и искусственного интеллекта. При этом в большинстве случаев информационные

системы нуждаются в полной модернизации или проектировании и внедрении с нуля.

Перспективы реализации PLM-решений при создании систем воздушно-комической обороны

В отличие от существующей концепции бережливого производства [12] технологии PLM обеспечивают сокращение потерь на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) — от разработки до эксплуатации, а не только на производственной стадии [13]. Таким образом, система PLM представляет собой следующее поколение технологий бережливого производства, обеспечивающее сокращение материальных и временных потерь как внутри организации, так и за ее пределами — в цепочке поставок материалов и покупных комплектующих изделий (ПКИ). Такой подход предполагает информационно-технологическую интеграцию стадий разработки, производства, эксплуатации образцов ВВСТ и ориентацию на приобретение конечного результата — обеспе-

чение заданных ТТХ, а не конкретных продуктов и услуг.

К настоящему времени в институте осуществлено внедрение ряда подсистем программного комплекса T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM (далее — T-FLEX). Комплекс предназначен для решения задач автоматизации трехмерного проектирования и конструкторско-технологической подготовки производства в различных отраслях промышленности. Он объединяет программы для трехмерного проектирования, модули подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и инженерных расчетов. Все системы комплекса T-FLEX функционируют на единой информационной платформе системы PDM T-FLEX DOCs. Интеграционные возможности программных продуктов комплекса T-FLEX предоставляют гибкие программно-технические механизмы организации сквозного цикла проектирования и конструкторско-технологической подготовки производства.

Было доказано, что внедрение электронного документооборота на базе T-FLEX переводит разработку, учет, хранение и обращение технической документации на качественно новый уровень. Электронный документооборот способствует повышению производительности труда всех задействованных в процессе разработки-производства участников и, как следствие, позволяет снизить сроки конструкторско-технологической подготовки производства и финансовые затраты на оплату труда. Ниже приведены качественные и количественные показатели для отдельных операций процесса (см. *таблицу*).

Учитывая вес вышеприведенных операций в процессе разработки конструкторской и технологической документации, можно сказать, что внедрение электронного документооборота на



базе T-FLEX позволяет повысить эффективность работы в среднем на 60% и существенно сократить потери времени и средств. Анализ опыта внедрения PLM-решений в АО «ВНИИРТ» при создании систем воздушно-космической обороны убедительно свидетельствует о наличии значительного резерва повышения эффективности производства, что позволит обеспечить предприятию паритет с ведущими зарубежными компаниями по производственно-технологическим возможностям. Это дает возможность сделать вывод о необходимости дальнейшего упреждающего развития новых методов управления кооперацией в ОПК, позволяющих в полной мере задействовать их потенциал ИТ для повышения обоснованности управленческих решений.

Технологические и организационно-экономические факторы развития кооперации в ОПК

Создание и развитие комплексной эшелонированной системы ВКО предполагает необхо-

Российские предприятия ОПК пока не могут в полной мере реализовать свой потенциал. Во многом причиной такого положения является неэффективное управление, отсутствие надежной и достоверной информации для принятия решений.

димость формирования эффективной многоуровневой кооперации предприятий ОПК в условиях импортозамещения и перехода на современный технологический уровень производства. Следует признать, что существующие кооперационные связи не в полной мере соответствуют критериям повышения экономической эффективности ОПК при соблюдении жестких бюджетных ограничений. В частности, одной из проблем реализации государственного оборонного заказа является неконтролируемый рост цен на комплектующие изделия, ненадежность их поставок и снижение их качества. Эти негативные тенденции особенно про-

являются на нижних уровнях кооперации. Сложившаяся проблемная ситуация обусловлена недостаточным развитием отечественной базы поставщиков комплектующих изделий и монопольными позициями отдельных предприятий-производителей. Во многом она является следствием нарушения кооперационных связей и закрытия предприятий-дублеров в постсоветском периоде. Следует признать, что в настоящий период развитию эффективной кооперации и формированию отечественной базы поставщиков комплектующих изделий препятствует ряд барьеров организационно-экономического и управленческого характера. В частности, головные предприятия ОПК, выпускающие финальную продукцию военного назначения (ПВН), не заинтересованы в передаче производства комплектующих изделий за пределы своих интегрированных структур. Кроме того, производство комплектующих изделий для ГОЗ имеет низкую инвестиционную привлекательность для частного сектора экономики, а эффективная работа с цепочками поставщиков требует капиталоемкого внедрения соответствующих информационных технологий и подготовки кадров с соответствующими профессиональными компетенциями.

Сравнительная характеристика бизнес-моделей, сложившихся в зарубежной и отечественной практике организации кооперации в ОПК, представлена

Перспективы повышения эффективности производства за счет дальнейшего внедрения системы T-FLEX

Функция	Ожидаемый эффект
Доступ с рабочего места к нормативной документации	Сокращение затрат времени на поиск и получение документа в библиотеке нормативной документации с 30–40 до 5–10 мин
Доступ с рабочего места к библиотекам стандартных изделий	Сокращение затрат времени на создание стандартных изделий конструктором с 20–40 до 5–10 мин. Снижение стоимости изготовления конечной продукции за счет повышения степени унификации по стандартным изделиям
Доступ с рабочего места к библиотекам ЭРИ для САПР	Сокращение затрат времени на создание библиотечного компонента в САПР с 30–60 до 5–10 мин. Снижение стоимости изготовления конечной продукции за счет повышения степени унификации по ЭРИ
Доступ с рабочего места к шаблонам документов	Сокращение затрат времени на проверку документов в секторе нормоконтроля
Доступ с рабочего места к КД, разработанным ранее. Возможность поиска требуемой КД по широкому набору параметров	Повышение степени применимости ранее разработанных КД
Одновременная работа нескольких пользователей с одним и тем же документом	Устранение простоев пользователей вследствие ожидания документа
Возможность согласования КД на рабочем месте	Сокращение затрат времени на согласование документации

на рис. 1. В рамках современных бизнес-моделей ОПК в США и европейских странах выделяются отдельные финальные интеграторы, субинтеграторы — производители модулей и узлов ПВН на первом и втором уровнях кооперации, а также производители комплектующих изделий на нижнем уровне кооперации. Такая организация кооперационных связей обусловлена следующими технологическими и организационно-экономическими факторами.

Во-первых, в условиях роста наукоемкости и технологической сложности ПВН усиливается специализация компаний ОПК на определенных видах экономической деятельности [1]. Головные компании — поставщики финальных образцов ПВН концентрируют свои ресурсы на ключевых компетенциях в сфере интеграции конечных решений. При этом широко используется бизнес-модель «оригинальных производителей оборудования» (англ. OEM, *Original Equipment Manufacturer*), сущность кото-

Электронный документооборот способствует повышению производительности труда и позволяет снизить сроки конструкторско-технологической подготовки производства и финансовые затраты на оплату труда.

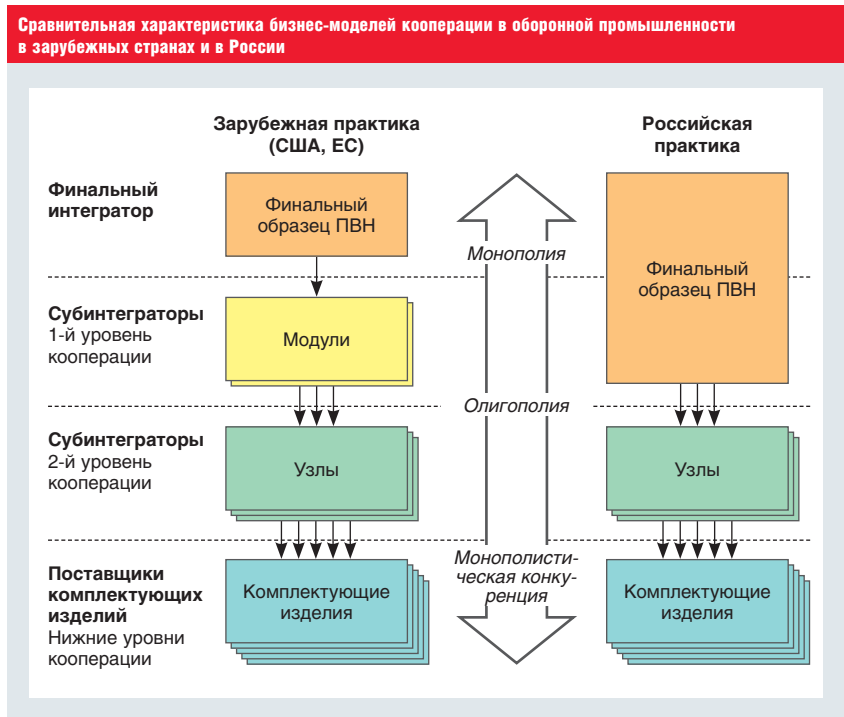
рой сводится к концептуальному проектированию, маркетингу, интеграции решений других компаний и поставкам финальной продукции под своим брендом с последующей организацией интегрированной логистической поддержки. Развитая сеть кооперации в ОПК позволяет таким компаниям-интеграторам снизить объемы постоянных затрат и сократить потребность в инвестициях в основные средства.

Во-вторых, формирование многоуровневых цепочек кооперации позволяет компаниям повысить эффективность своей производственно-экономиче-

ской деятельности за счет механизмов военно-гражданской интеграции [14]. Участники кооперационной сети, которые специализируются на производстве отдельных модулей и компонентов, используют эффекты экономики за счет коммерциализации (англ. *spin-off*) результатов военных разработок в виде продуктов гражданского назначения. Одновременно специализация головных компаний на интеграции и привлечение сторонних компетенций в части разработки модулей и компонентов позволяют использовать готовые коммерческие гражданские технологии и результаты прикладных НИОКР для создания ВВСТ (англ. *spin-off*) и сократить таким образом внутренние финансовые и временные затраты на разработку ВВСТ.

В-третьих, такие структуры кооперационных связей способствуют процессам формирования и диффузии технологических инноваций [15]. Финальные интеграторы, являясь, как правило, монополистами, развивают и внедряют технологии проектного управления (англ. PM, *Project Management*), управления цепочками поставок (англ. SCM, *Supply Chain Management*), поддержки жизненного цикла продукции с ориентацией на конечный результат (PBL, *Performance Based Lifecycle Product Support*) и др. Они заинтересованы в развитии базы внешних поставщиков, при этом финальные интеграторы по одному виду ВВСТ могут быть субинтеграторами для других видов ВВСТ. Компа-

Рисунок 1



нии-субинтеграторы в западных странах функционируют в условиях олигополии, занимают отдельную нишу и развивают компетенции в производстве модулей и узлов, в том числе с использованием технологических решений двойного назначения (англ. *dual use*). Это позволяет им осуществлять диверсификацию и выход на смежные рынки для увеличения масштаба производства, компенсировать риски и инвестиционную нагрузку финальных интеграторов.

В-четвертых, развиваются механизмы государственно-частного партнерства и обеспечивается инвестиционная привлекательность компаний — участников нижних уровней кооперации [16]. К производителям комплектующих изделий на нижнем уровне кооперации предъявляются высокие ценовые требования, которые реализуются за счет эффекта масштаба. Как правило, такие производители имеют широкую диверсификацию производства, а заказы по линии ОПК составляют для них незначительную долю. Это позволяет им осуществлять капиталовложения в базовые технологии и решения, применимые во многих отраслях. Таким образом, на этом уровне созданы условия монополистической конкуренции, где обладающие рыночной властью продавцы дифференцированного продукта конкурируют за объем продаж.

Риск-ориентированный подход к формированию кооперации в ОПК

Одним из важнейших эффектов от кооперации в ОПК является распределение рисков между предприятиями разных уровней. Для обеспечения максимизации данного эффекта возникает научно-практическая задача по оценке всевозможных



рисков на этапе формирования научно-производственной кооперации в ГОЗ, а также при реконфигурации кооперационных связей в процессе выполнения заданий ГОЗ и контрактов военно-технического сотрудничества (ВТС) с иностранными государствами.

В настоящей статье будем исходить из того, что конечной целью развития научно-производственной кооперации в ОПК является обеспечение реализуемости заданий ГОЗ в заданные сроки, в рамках установленных бюджетных ограничений и в соответствии с требуемыми показателями боевой эффективности создаваемых образцов ПВН. В качестве критерия эффективности кооперации предлагается использовать минимизацию интегрального показателя рисков создания образца ПВН, включающего следующие виды рисков:

- технический риск, характеризующий несоответствие тактико-технических характеристик требованиям технического задания, что приводит к снижению показателей боевой эффективности образца ПВН;

- экономический риск, характеризующий превышение фактических затрат над запланированными значениями и приводящий к увеличению показателей совокупной стоимости владения;

- временной риск, характеризующий отставание фактических сроков от заданных в календарном плане значений и приводящий к увеличению сроков поставки финальной продукции заказчику.

Идентификация и анализ факторов указанных рисков осуществляются по проблемным областям кооперации, определяемым в соответствии со следующими направлениями:

- по этапам реализации ГОЗ (формирование, контрактация, исполнение и контроль, постгарантийное обслуживание ПВН);
- по субъектам кооперации (федеральные органы законодательной власти и контролирующие органы, Минпромторг России, государственный заказчик, интегрированная структура, организация — головной исполнитель, организация-соисполнитель);
- по стадиям жизненного цикла ВВСТ (научно-исследователь-

ские и опытно-конструкторские работы, производство, интегрированная логистическая поддержка).

Обобщая основные положения современных научных работ по управлению высокотехнологичными проектами и программами [17, 18] и риск-менеджменту [19–22] примени-

тельно к специфике ОПК, выделим следующие основные положения риск-ориентированного подхода к анализу кооперации (рис. 2).

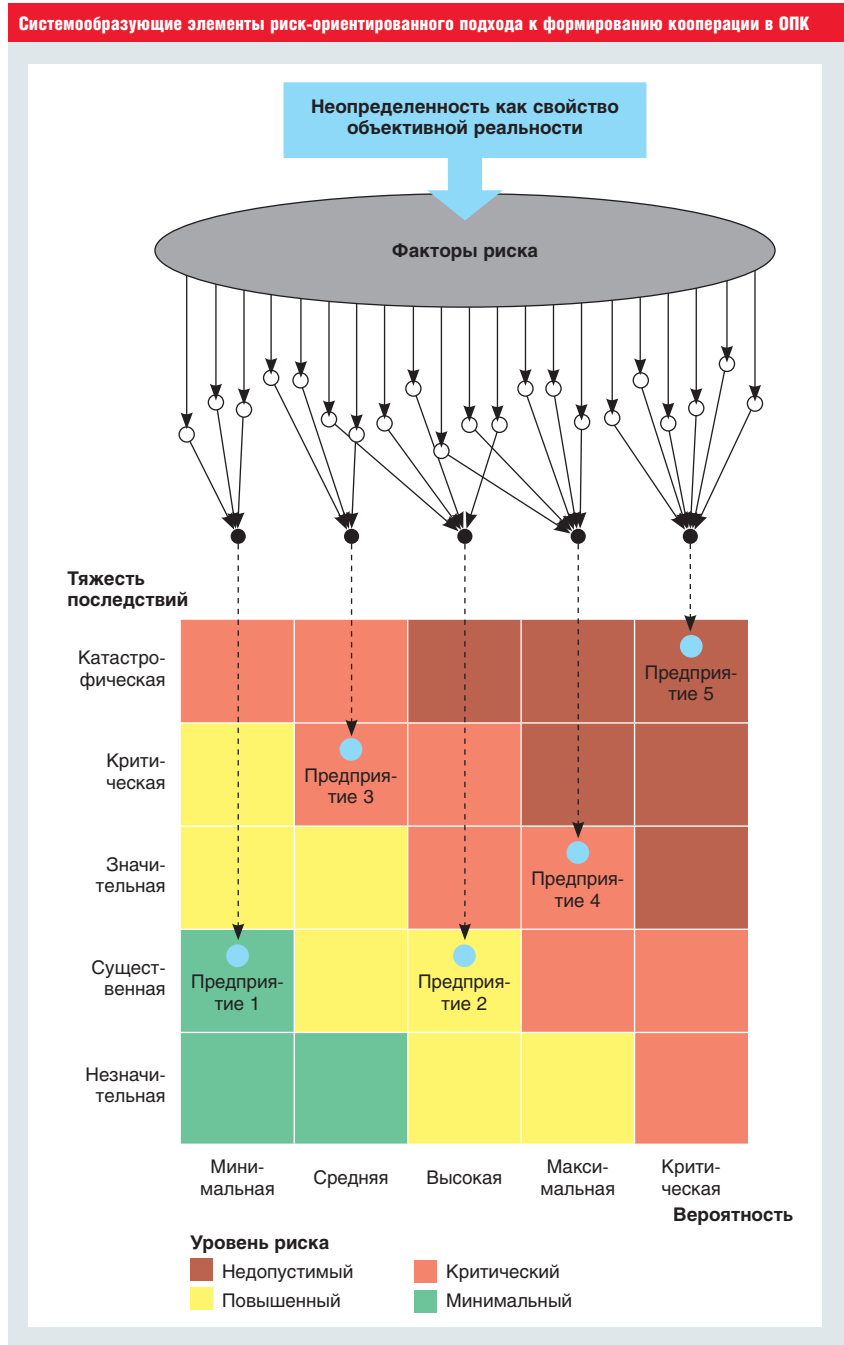
Неопределенность как свойство объективной реальности является ключевой категорией при идентификации и оценке рисков. Применительно к коопе-

рации в ОПК будем оценивать неопределенность как множественность возможных результатов реализации инновационных целей и задач кооперации предприятий — исполнителей ГОЗ при недетерминированности способов и методов их получения. Источниками неопределенности являются дефицит знаний, изменчивость и разнообразие факторов внутренней и внешней среды, а также случайность возможных сочетаний факторов и ошибки в процессе выполнения задания ГОЗ.

Действительно, при принятии решений по составу кооперации нет достоверной информации о возможных будущих технических и экономических проблемах на последующих стадиях жизненного цикла ПВН. Анализ проблемных ситуаций показал, что срывы выполнения ГОЗ обусловлены возникновением сочетаний как организационно-экономических, так и технологических факторов, которые не могут быть заранее учтены в расчетах. Кроме того, на современном этапе развития мировая экономика в целом и российская в частности характеризуется значительными глобальными и локальными шоками, которые связаны с изменением военно-политической ситуации. Следует отметить, что неопределенность не является непосредственной причиной риска как противодействия реализации намеченных целей, она может приводить и к удачному стечению обстоятельств. Кроме того, неопределенность может быть проигнорирована, если она не имеет непосредственной связи с кооперационной деятельностью предприятия.

Непосредственные причины возникновения риска, инициированные неопределенностью, образуют факторы риска. Они являются основными объекта-

Рисунок 2



ми анализа и управления рисками кооперационной деятельности, поскольку борьба с последствиями возникновения рисков ситуаций в большей степени относится к оперативному управлению (см. *рис. 2*). Таким образом, анализ неопределенности служит методологической основой для формирования методики идентификации и оценки рисков кооперации в ОПК.

Для визуализации результатов анализа и последующего обоснования управленческих решений по включению предприятий в кооперацию предлагается использовать метод построения карты рисков (см. *рис. 2*). Карта состоит из пяти квадрантов по вертикали и горизонтали. Вертикальные квадранты соответствуют шкале тяжести последствий, а горизонтальные — градациям эмпирической шкалы оценки уровня риска. Красным и коричневым цветом отражены квадранты с критическим и недопустимым уровнем обобщенного риска. Иллюстративный пример оценки рисков пред-

Анализ неопределенности служит методологической основой для формирования методики идентификации и оценки рисков кооперации в ОПК.

приятий кооперации, представленный на *рис. 2*, показывает, что предприятие 1 и предприятие 2 имеют допустимый уровень обобщенного риска и их целесообразно включить в кооперацию, исходя из полученных оценок рисков. В перспективе для визуализации результатов анализа предполагается использование методов искусственного интеллекта, реализованных авторами в технологии нейросетевого картирования показателей [22].

Следует отметить, что большинство существующих научно-методических подходов к анализу рисков кооперационной деятельности предприятий носит узконаправленный характер. К примеру, анализ рисков ком-

мерческих организаций нацелен главным образом на выявление факторов возможного банкротства. В целом можно выделить два основных направления, в рамках которых осуществляется анализ рисков [23]:

- анализ и оценка научно-технического и производственно-технологического потенциала предприятий;
- анализ и оценка финансово-экономического состояния и устойчивости предприятий.

В то же время главной особенностью анализа риска кооперации в ОПК является то, что основную ответственность за успешную реализацию проектов несет не столько конкретное предприятие — исполнитель ГОЗ, сколько государство в лице государственного заказчика. Кроме того, в сферу интересов государства входит и успешное развитие самих предприятий ОПК, повышение их конкурентоспособности на международном рынке. Данные обстоятельства предопределяет необходимость комплексного подхода к анализу рисков, обусловленных как самими проектами создания образцов ПВН, так и индивидуальными характеристиками предприятий потенциальных исполнителей заданий ГОЗ для разных этапов жизненного цикла проектов. В этом состоит первое отличие предлагаемого риск-ориентированного подхода, определяющее его новизну по сравнению с известными. Другое отличие предлагаемого подхода к идентификации и оценке рисков ПНК связано с расширением используемых методов формализации факторов нео-



пределенности на основе комплексирования теоретико-вероятностных, нечетко-множественных и интервальных подходов.

Математическую модель показателя степени риска предприятия-финалиста при выборе состава предприятий — участников кооперации представим в виде следующей функциональной зависимости:

$$R = f(R^{нт}, R^{пт}, R^{фз}, \alpha_i, \xi), i = 1, 2, 3, \quad (1)$$

где $R^{нт}$ — коэффициент, характеризующий степень научно-технического риска успешной реализации проекта предприятием;
 $R^{пт}$ — коэффициент, характеризующий степень производственно-технологического риска успешной реализации проекта предприятием;
 $R^{фз}$ — коэффициент, характеризующий степень финансово-экономического риска успешной реализации проекта предприятием;
 α_i — коэффициент важности частных показателей риска;
 i — переменная, характеризующая факторы неопределенности.

Показатели риска предприятия, представленные величинами $R^{нт}, R^{пт}, R^{фз}$, так же как и обобщенный показатель R , имеют интервальный характер, что учитывается в выражении (1) наличием переменной i . Для формализации указанной особенности перейдем к следующим обозначениям:

$$\begin{aligned} \bar{R} &= R(\xi), \bar{R}^{нт} = R^{нт}(\xi), \\ \bar{R}^{пт} &= R^{пт}(\xi), \bar{R}^{фз} = R^{фз}(\xi). \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, показатели рисков предприятий кооперации представлены в более общей по сравнению с традиционным подходом форме и могут выражаться не только детерминиро-

ванными (точечными), но и интервальными величинами.

С учетом дополнения (2) функции агрегирования $f(\cdot)$ аддитивного или мультипликативного типа могут быть представлены в следующем виде:

$$\bar{R} = \alpha_1 \bar{R}^{нт} + \alpha_2 \bar{R}^{пт} + \alpha_3 \bar{R}^{фз}; \quad (3)$$

$$\bar{R} = \left(\bar{R}^{нт}\right)^{\alpha_1} \cdot \left(\bar{R}^{пт}\right)^{\alpha_2} \cdot \left(\bar{R}^{фз}\right)^{\alpha_3} \quad (4)$$

Коэффициенты важности показателей риска α_i , как правило, определяются экспертными методами с учетом правила нормировки ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$).

В состав комплексной методики, реализующей рискориентированный подход к анализу кооперации в ОПК, предлагается включить методику оценки степени научно-технического риска $\bar{R}^{нт}$, методику оценки степени производственно-технологического риска $\bar{R}^{пт}$, методику оценки степени финансово-экономического риска $\bar{R}^{фз}$, процедуру обобщенной оценки рисков при формировании кооперации в ОПК R .

На основе обобщения вышеизложенного предлагается следующая формулировка научной задачи: разработать комплексную методику, включающую методики, обеспечивающие последовательный процесс идентификации рисков кооперационной деятельности предприятий — исполнителей ГОЗ, оценку частных и обобщенных показателей рисков, а также их мониторинг в процессе реализации проектов.

В формализованном представлении научная задача заключается в разработке комплексной методики M как совокупности взаимосвязанных методик $\{M_j\}$, обеспечивающих на основе исходных данных о технико-экономических характеристиках проектов P , макроэкономических параметрах внешней среды E и характеристиках

финансово-хозяйственной деятельности (ФХД) предприятий — исполнителей ГОЗ G идентификацию рисков, а также их количественную оценку на различных этапах жизненного цикла проекта:

$$M: P \times E \times G \xrightarrow{\{M_j\}} \{r_{ij}; p(r_{ij}); M(r_{ij})\}, \quad (5)$$

где r_{ij} , $i = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, M$, — идентификационный параметр i -й рискованной ситуации на j -м этапе жизненного цикла проекта;
 $p(r_{ij})$ — степень риска или оценка возможности возникновения рискованной ситуации r_{ij} ;
 $M(r_{ij})$ — мера риска или оценка последствий рискованной ситуации r_{ij} .

Обобщенная формальная модель рискованной ситуации в (5) представлена в виде

$$R_{ij} = \{r_{ij}; p(r_{ij}); M(r_{ij})\}. \quad (6)$$

Такое представление рискованной ситуации является вполне исчерпывающим, поскольку характеризует все экономические аспекты исследования категории риска. Кроме того, модель (2) содержит основу для разработки методологии анализа и в целом выработки рациональных стратегий управления рисками кооперации предприятий — исполнителей ГОЗ.

Структурный анализ этой модели позволяет выделить два основных взаимосвязанных направления анализа риска кооперации в ОПК:

- идентификацию риска кооперации, которая предполагает распознавание, формирование перечня и классификацию множества рискованной ситуации $\{r_{ij}\}$;
- оценку риска кооперации, которая предполагает определение количественных и качественных оценок степени и меры риска как возможности возникновения рискованной ситуации и тяжести их последствий $\{p(r_{ij}); M(r_{ij})\}$.

Предложенный риск-ориентированный подход позволит оценить обобщенные значения рисков при формировании научно-производственной кооперации в ОПК. Дальнейшим развитием этого подхода будет разработка частных методик для оценки научно-технических, производственно-технологических и финансово-экономических рисков, а на их основе — практических рекомендаций по выработке стратегий управления рисками кооперации предприятий — исполнителей ГОЗ. Разрабатываемые рекомендации должны включать информационное и методическое обеспечение, систему распределения прав, обязанностей, полномочий и ответственности предприятий — исполнителей ГОЗ, что в целом позволит сформировать организационно-экономические ме-

ханизмы управления рисками кооперации в ОПК. Перспективными ИТ-инструментами для реализации представленного риск-ориентированного подхода являются технологии искусственного интеллекта, в частности искусственные нейронные сети. Их применение позволяет осуществлять аналитическую обработку и визуализацию массивов организационно-экономических показателей в виде специальных нейросетевых карт, показывающих позиции предприятий ОПК, участвующих в кооперации при выполнении ГОЗ. Именно такие инструменты дают возможность количественно оценить и визуализировать степень риска предприятий-участников, осуществить их кластеризацию по ряду признаков, дать обоснованные рекомендации для формирования кооперации. ■

ПЭС 16146 / 17.10.2016

Источники

1. Всероссийский институт радиотехники [Сайт]. URL: <http://www.vniirt.ru>.
2. Smith E.A. Effects Based Operations: Applying Network Centric Warfare in Peace, Crisis, and War. DoD CCRP, 2002. 556 p. URL: http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/ccrp/ebo_smith.pdf.
3. Бакаев В.В., Судов Е.В., Гомозов В.А. и др. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия / Под ред. В.В. Бакаева. М.: Машиностроение-1, 2005. 624 с.
4. Соломенцев Ю.В., Митрофанов В.Г., Павлов В.В., Рыбаков А.В. Информационно-вычислительные системы в машиностроении. CALS-технологии. М.: Наука, 2003. 292 с.
5. Steve Geary S., Koster S., Randall W.S., Haynie J.J. Performance-based life cycle Product support strategies: Enablers for More Effective Government Participation // Defense Acquisition University. October 2010. URL: <http://www.dau.mil/>



pubscats/ pubscats/AR%20Journal/ arj56/Geary_ARJ56.pdf.

6. Дроговоз П.А., Попович Л.Г. Организационно-экономическое проектирование интегрированных научно-производственных структур в оборонно-промышленном комплексе РФ // Аудит и финансовый анализ. 2009. № 1. С. 284–302.

7. Попович Л.Г. Интегрированное управление финансово-хозяйственной деятельностью наукоемких предприятий оборонно-промышленного комплекса: концепция, методы, модели // Аудит и финансовый анализ. 2009. № 2. С. 294–321.

8. Дроговоз П.А., Пасхина О.М. Национальные инновационные системы в машиностроении: зарубежный опыт // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Машиностроение. 2011. Спецвыпуск (№ 3) Актуальные проблемы управления машиностроительными предприятиями. С. 45–59.

9. Пасхина О.М. Анализ европейского опыта построения технологических платформ // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Машиностроение. 2011. Спецвыпуск (№ 3) Актуальные проблемы управления машиностроительными предприятиями. С. 73–86.

10. Дроговоз П.А., Садовская Т.Г., Шиболденков В.А., Попович А.Л. Разработка нейросетевых инструментов интеллектуального анализа экономических показателей // Аудит и финансовый анализ. 2015. № 3. С. 431–440.

11. Садовская Т.Г., Шиболденков В.А., Иванов П.Д. Оптимизация портфеля партнеров с помощью инструментов интеллектуального анализа данных // Экономика и предпринимательство. 2015. № 9 (ч. 2). С. 1094–1097.

12. Вумек Д.П., Джонс Д.Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Паблишер, 2014. 472 с.

13. Grieves M. Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking. McGraw-Hill Education, 2005. 288 p.

14. Садовская Т.Г., Дроговоз П.А., Куликов С.А., Стрель-

цов А.С. Стратегическое управление процессами военно-гражданской интеграции высокотехнологичных предприятий в условиях глобализации экономики // Аудит и финансовый анализ. 2012. № 3. С. 325–344.

15. Чемезов С.В., Куликов С.А. Приоритеты и механизмы обеспечения единства государственной политики в области военно-технического сотрудничества и высоких технологий // Вестник Академии военных наук. 2011. № 1. С. 123–129.

16. Дынкин А.А., Чемезов С.В., Турко Н.И., Шеремет И.А. Государственно-частное партнерство в системе стратегического и технологического форсайта // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2013. № 8 (62). С. 37–43.

17. Грей К.Ф., Ларсон Э.У. Управление проектами. М.: Дело и сервис, 2004. 528 с.

18. Арчибальд Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами / Пер. с англ. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. 472 с.

19. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент. Принципы и методики / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2010. 496 с.

20. Круи М., Галэй Д., Марк Р.М. Основы риск-менеджмента / Пер. с англ. М.: Юрайт, 2011. 400 с.

21. Мильковский А.Г., Чурсин А.А. Анализ устойчивости наукоемких производств в условиях возникновения случайных факторов риска // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12 (ч. 4). С. 549–553.

22. Артяков В.В., Чурсин А.А., Русинов А.А. Моделирование устойчивости управления проектами предприятий наукоемких отраслей промышленности // Бизнес в законе. 2014. № 5. С. 270–273.

23. Дроговоз П.А., Шиболденков В.А., Иванов П.Д. Составление оптимального набора ключевых показателей деятельности предприятия с помощью прагматической оценки их информативности // Экономика и предпринимательство. 2015. № 6 (ч. 2). С. 548–553.

Information and Technological Factors of Developing Cooperation in the Military-Industrial Complex and Risk-Based Approach to its Formation While Creating the System of Aerospace Defense

Drogovoz Pavel Anatol'evich

Bauman Moscow State Technical University

Raldugin Oleg Valer'evich

"VNIIRT" JSC

The article describes technical and economic issues of providing defense potential in the aerospace sector under in conditions of increasing military and technological challenges and threats and implementing the strategy of import substitution. The paper presents analysis of the information-technological problems of development of domestic military-industrial complex enterprises — developers of aerospace defense systems, it identifies reserves for increasing their efficiency through introducing integrated information systems. On the example of "VNIIRT" JSC the paper presents prospects for implementing the lean manufacturing concept on the basis of product lifecycle management technology. It gives comparative characteristics of cooperation business models in the defense industry both in foreign countries and in Russia. The article identifies technological and organizational-economic factors of developing cooperation of the final integrators, sub-integrators and components suppliers in the military products manufacturing. It sets out system-forming elements of a risk-oriented approach to forming co-operation in the defense-industrial complex. The authors propose a mathematical model of risk indicator for the company-finalist when choosing the composition of enterprises participating in cooperation, based on aggregation of private indicators of scientific and technical, industrial and technological, financial and economic risks. They formulate long-term objectives for the proposed approach implementation with application of neural network technology

Keywords

Military-industrial complex, cooperation, aerospace defense, information technologies, import substitution, product lifecycle management, risk, methodology.

References

1. Vserossiyskiy institut radiotekhniki, available at: <http://www.vniirt.ru>.
2. Smith E.A. *Effects Based Operations: Applying Network Centric Warfare in Peace, Crisis, and War*. DoD CCRP, 2002, 556 p., available at: http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/ccrp/ebo_smith.pdf.
3. Bakaev V.V., Sudov E.V., Gomofov V.A. *Informatsionnoe obespechenie, podderzhka i soprovozhdenie zhiznennogo tsikla izdeliya* [Information Support, Maintenance and Support of the Product Lifecycle]. Moscow, Mashinostroenie-1, 2005, 624 p.
4. Solomentsev Yu.V., Mitrofanov V.G., Pavlov V.V., Rybakov A.V. *In-formatsionno-vychislitel'nye sistemy v mashinostroyeni. CALS-tehnologii* [Information and Computer Systems in Mechanical Engineering. CALS-Technologies]. Moscow, Nauka, 2003, 292 p.
5. Steve Geary S., Koster S., Randall W.S., Haynie J.J. *Performance-based life cycle Product support strategies: Enablers for More Effective Government Participation*. Defense Acquisition University. October 2010, available at: http://www.dau.mil/pubscats/pubscats/AR%20Journal/arij56/Geary_ARJ56.pdf.
6. Drogovoz P.A., Popovich L.G. Organizatsionno-ekonomicheskoe proekti-rovanie integrirovannykh nauchno-proizvodstvennykh struktur v oboronno-promyshlennom komplekse RF [Organizational-Economic Designing an Integrated Research and Production Structures in the Russian Military-Industrial Complex]. *Audit i finansovyy analiz*, 2009, no. 1, pp. 284–302.
7. Popovich L.G. Integrirovannoe upravlenie finansovo-khozyaystvennoy deyatel'nost'yu naukoemkikh predpriyatiy oboronno-promyshlennogo kompleksa: kontseptsiya, metody, modeli [Integrated Management of Financial-Economic Activities of the High-Tech Enterprises in the Military-Industrial Complex: Concepts, Methods, Models]. *Audit i finansovyy analiz*, 2009, no. 2, pp. 294–321.
8. Drogovoz P.A., Paskhina O.M. Natsional'nye innovatsionnye sistemy v mashinostroyeni: zarubezhnyy opyt [National Innovation Systems in Mechanical Engineering: Foreign Experience]. *Vestnik MGTU im. N.E. Baumana. Mashinostroenie, Spetsvypusk Aktual'nye problemy upravleniya mashinostroyitel'nymi predpriyatiyami*, 2011, Spetsvypusk, no. 3, pp. 45–59.
9. Paskhina O.M. Analiz evropeyskogo opyta postroyeniya tekhnologicheskikh platform [Analyzing European Experience of Technological Platforms Construction]. *Vestnik MGTU im. N.E. Baumana. Mashinostroenie, Spetsvypusk Aktual'nye problemy upravleniya mashinostroyitel'nymi predpriyatiyami*, 2011, Spetsvypusk, no. 3, pp. 73–86.
10. Drogovoz P.A., Sadovskaya T.G., Shiboldenkov V.A., Popovich A.L. Razrabotka neyrosetevykh instrumentov intellektual'nogo analiza ekonomicheskikh pokazateley [Developing Neural Network Tools for Intellectual Analysis of Economic Indicators]. *Audit i finansovyy analiz*, 2015, no. 3, pp. 431–440.
11. Sadovskaya T.G., Shiboldenkov V.A., Ivanov P.D. Optimizatsiya port-felya partnerov s pomoshch'yu instrumentov intellektual'nogo analiza dannykh [Optimization of the Partners Portfolio Using the Tools of Data Intellectual Analysis]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2015, no. 9 (chast' 2), pp. 1094–1097.
12. Vumek D.P., Dzhons D.T. *Berezhlivoe proizvodstvo. Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya protsvetaniya vashey kompanii* [Lean Manufacturing. How to Get Rid of Losses and to Achieve Your Company's Prosperity]. Moscow, Al'pina Publisher, 2014, 472 p.
13. Grieves M. *Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking*. McGraw-Hill Education, 2005, 288 p.
14. Sadovskaya T.G., Drogovoz P.A., Kulikov S.A., Strel'tsov A.S. Strategicheskoe upravlenie protsessami voenno-grazhdanskoy integratsii vysokotekhnologichnykh predpriyatiy v usloviyakh globalizatsii ekonomiki [Strategic Management of Civil-Military Integration of High-Tech Enterprises in a Globalized Economy]. *Audit i finansovyy analiz*, 2012, no. 3, pp. 325–344.
15. Chemezov S.V., Kulikov S.A. Prioritety i mekhanizmy obespecheniya edinstva gosudarstvennoy politiki v oblasti voenno-tekhnicheskogo sotrudnichestva i vysokikh tekhnologiy [Priorities and Mechanisms Ensuring the State Policy Integrity in the Sphere of Military-Technical Cooperation and High Tech]. *Vestnik Akademii voennykh nauk*, 2011, no. 1, pp. 123–129.
16. Dynkin A.A., Chemezov S.V., Turko N.I., Sheremet I.A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v sisteme strategicheskogo i tekhnologicheskogo forsyata [Public-Private Partnership in the System of Strategic and Technological Foresight]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova*, 2013, no. 8 (62), pp. 37–43.
17. Grey K.F., Larson E.U. *Upravlenie proektami* [Project Management]. Moscow, Delo i servis, 2004, 528 p.
18. Archibal'd R. *Upravlenie vysokotekhnologichnyimi programmami i proektami* [Hi-Tech programs and projects Management]. Moscow, Kompaniya AyTi; DMK Press, 2004, 472 p.
19. Damodaran A. *Strategicheskyy risk-menedzhment. Printsipy i metodiki* [Strategic Risk Management. Principles and Methods]. Moscow, Vil'yams, 2010, 496 p.
20. Krui M., Galey D., Mark R.M. *Osnovy risk-menedzhmenta* [Risk Management Fundamentals]. Moscow, Yurayt, 2011, 400 p.
21. Mil'kovskiy A.G., Chursin A.A. Analiz ustoychivosti naukoemkikh proizvodstv v usloviyakh vozniknoveniya sluchaynykh faktorov riska [Analysis of Knowledge-Intensive Industries Stability in Conditions of Accidental Risks Arising]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2014, no. 12 (chast' 4), pp. 549–553.
22. Artyakov V.V., Chursin A.A., Rusinov A.A. Modelirovanie ustoychivosti upravleniya proektami naukoemkikh otrasley promyshlennosti [Simulating Project Management Sustainability of Enterprises in High-Tech Industries]. *Biznes v zakone*, 2014, no. 5, no. 270–273.
23. Drogovoz P.A., Shiboldenkov V.A., Ivanov P.D. Sostavlenie optimal'nogo nabora klyuchevykh pokazateley deyatel'nosti predpriyatiya s pomoshch'yu pragmaticheskoi otsenki ikh informativnosti [Drafting Optimum Set of Enterprise Performance Key Indicators with the Help of Pragmatic Assessment of Their Informative Value]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2015, no. 6 (chast' 2), pp. 548–553.