

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ СБАЛАНСИРОВАНИЯ НА ЭТАПАХ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Александр Васильевич ЛЕОНОВ^a, Алексей Юрьевич ПРОНИН^{b,*}

^a доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник,
46-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации,
Москва, Российская Федерация
alex.clein51@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^b кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
46-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации,
Москва, Российская Федерация
pronin46@bk.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 6833-7914

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 21.12.2017
Получена в доработанном
виде 09.01.2018
Одобрена 18.01.2018
Доступна онлайн 27.02.2018

УДК 355/359

JEL: A12, G18, G28, H61,
H62

Ключевые слова:

сбалансирование,
высокотехнологичная
продукция, модель,
самоорганизация,
технологическая программа

Аннотация

Предмет. Наиболее важным и ответственным этапом обоснования государственных программ по созданию высокотехнологичной продукции является сбалансирование программных мероприятий. Эта задача становится особенно актуальной при выполнении требований заказчика к эффективности и качеству высокотехнологичной продукции в условиях жестких ограничений на ассигнования.

Цели. Формирование общей модели сбалансирования на основе результатов комплексного анализа понятийного и методического аппарата сбалансирования в различных сферах деятельности, экономико-математическая постановка задачи сбалансирования и выбор эффективных методов ее решения.

Методология. В качестве исходной методологической предпосылки – научной гипотезы – обосновано совместное использование принципа научного силлогизма, включающего в себя общие и специальные посылки? и как результат – заключение, в котором содержится новое научное знание, и принципа самоорганизации для учета внутренних процессов сбалансирования.

Результаты. Сформирован понятийный аппарат сбалансирования в сфере обоснования создания высокотехнологичной продукции, на основе которого разработана общая модель и описаны ее основные части, в том числе цель сбалансирования, условия, критерии и параметры, результат сбалансирования. Раскрыты физические понятия, характеризующие процессы самоорганизации элементов при сбалансировании системы. Сформулирована в общем виде задача сбалансирования и предложены методы ее решения. Приведены конкретные примеры формулирования и решения задачи сбалансирования. Показано, что задачи сбалансирования и оптимизации, с одной стороны, и задача самоорганизации, с другой стороны, являются идентичными.

Выводы. Полученные результаты могут быть использованы в интересах совершенствования методического инструментария управления созданием высокотехнологичной продукции при разработке долгосрочных технологических программ, снижения риска при их реализации, определения способов и путей устойчивого инновационно-технологического развития страны, обеспечения обороны и национальной безопасности Российской Федерации.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Для цитирования: Леонов А.В., Пронин А.Ю. Анализ проблемы сбалансирования на этапах создания высокотехнологичной продукции // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 265 – 284. <https://doi.org/10.24891/ea.17.2.265>

Введение

Одним из наиболее важных и ответственных этапов обоснования государственных программ¹ по созданию высокотехнологичной продукции (ВТП) является сбалансирование программных мероприятий².

Типичными задачами сбалансирования на этапах программно-целевого планирования создания и развития ВТП являются [1–4]:

- на этапе планирования – сбалансирование технологий при обосновании перечня технологий;
- на этапе программирования – сбалансирование программы развития технологий (технологической программы);
- на этапе бюджетирования – сбалансирование потребного объема финансирования технологической программы с возможностями государства;
- на этапе реализации (исполнения и контроля) – сбалансирование перечня исполнителей технологической программы (перечня предприятий для участия в конкурсе).

В последние годы на создание ВТП из государственного бюджета выделяются значительные финансовые ресурсы. Эффективность (результативность) их использования напрямую зависит от качества плановых документов, что в свою очередь

в значительной степени определяется совершенством используемого для их разработки методического обеспечения. Однако практика формирования плановых документов по созданию ВТП показывает, что использование существующей методической базы сбалансирования не всегда возможно в силу присущих созданию ВТП внутренних процессов, связанных прежде всего с упорядочением программных мероприятий по различным аспектам (направлениям). Использование традиционных методов сбалансирования, базирующихся только на механизмах распределения ассигнований на различные программные мероприятия с учетом их важности, оказывается не всегда достаточным. Требуются новые подходы и методы, позволяющие получать результаты сбалансирования с учетом внутренних процессов, связанных с упорядочением и согласованием программных мероприятий.

Современная тенденция к рациональному использованию ассигнований, выделяемых на создание высокотехнологичной продукции, объективно вызывает необходимость совершенствования существующих и поиска новых теоретических подходов, методов и способов сбалансирования. Принимая во внимание указанную тенденцию, в настоящее время представляется целесообразным использовать новые технологии сбалансирования, основанные на принципе самоорганизации³ [5–11], в соответствии с которым процессы согласованного (коллективного) поведения элементов системы на микроуровне приводят к макроскопическим феноменам на уровне системы в целом. Эти процессы достаточно подробно изучены на фундаментальном уровне, но применительно в основном к физическим системам. Поэтому представляется целесообразным использовать достижения, полученные в фундаментальной науке, применительно к процессам сбалансирования элементов ВТП как одного из ключевых этапов обоснования и формирования государственных программ.

¹ Государственная программа – это документ стратегического планирования, содержащий комплекс планируемых мероприятий, взаимосвязанных по задачам, срокам осуществления, исполнителям и ресурсам, и инструментов государственной политики, обеспечивающих в рамках реализации ключевых государственных функций достижение приоритетов и целей государственной политики в сфере социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации (Иванов А.В., Кузнецов О.В., Хурсевич С.Н. и др. Экономика и финансы оборонного комплекса России. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2016. 360 с.).

² Программные мероприятия – это мероприятия, выполняемые в процессе реализации государственных программ, в том числе оборонного назначения. Важнейшими программными мероприятиями являются научно-исследовательские (в том числе фундаментальные и поисковые) и опытно-конструкторские работы по созданию высокотехнологичной продукции.

³ Зимон А.Д. Физическая химия. М.: Агар, 2006. 320 с.; Руденко А.П. Самоорганизация и прогрессивная химическая эволюция открытых каталитических систем // Синергетика. Труды семинара. Т. 7. М.: МГУ, 1999.

В данном случае под сбалансированием понимается такое упорядочение элементов в каждом из возможных вариантов построения ВТП, при котором выполняются некоторые требования заказчика к высокотехнологичной продукции, например: обеспечение максимальной эффективности и качества в рамках выделяемых ресурсов; или обеспечение минимальных затрат на создание ВТП при заданных требованиях к ее эффективности и качеству. Если сбалансирование понимать как упорядочение элементов, то в обязательном порядке необходимо учитывать внутренние возможности совокупности элементов, то есть их способность к самоорганизации. Систему нельзя считать полностью сбалансированной, если не использованы внутренние ресурсы самоорганизации при обосновании и формировании государственных программ по созданию высокотехнологичной продукции.

Вместе с тем отказ от принципа сбалансирования неизбежно приводит к диспропорциям, как отдельных элементов, так и всей ВТП в целом. В итоге несбалансированность приводит к снижению эффективности и качества высокотехнологичной продукции. Кроме того, сбалансирование предполагает также согласованное проведение всей совокупности работ по созданию высокотехнологичной продукции. В этом случае должен предусматриваться механизм распределения ответственности и согласованность действий всех участников процесса создания высокотехнологичной продукции.

В связи с изложенными положениями нами рассмотрены следующие основные вопросы: понятия сбалансирования, общая модель сбалансирования, учитывающая внутренние процессы самоорганизации, задача сбалансирования и методы ее решения.

Понятия сбалансирования

В работах по обоснованию создания ВТП понятие «сбалансирование» (и связанные с ним близкие понятия) употребляется довольно часто. Вместе с тем общепринятого определения этого термина сегодня нет, в

большинстве случаев данное понятие даже не поясняется, а приводимые определения носят общий, иногда противоречивый характер и пересекаются с другими понятиями, например в области программно-целевого планирования обоснования создания высокотехнологичной продукции.

Между тем работы по сбалансированию напрямую связаны с решением ряда сложнейших задач по рациональному распределению ресурсов, выделяемых государством на создание ВТП. Кроме того, корректность понятийного аппарата, используемого при обосновании создания высокотехнологичной продукции, способствует единому пониманию специалистами сути исследований, а также обеспечивает обоснованность выбранных критериев и показателей. Именно поэтому необходимо провести анализ существующих определений понятий «сбалансирование», «сбалансировать», «сбалансированность», «сбалансированный», а также критериальной базы сбалансирования и сформировать единую позицию по этим вопросам. Для выработки единой позиции по содержанию рассматриваемых понятий обратимся вначале к энциклопедическим определениям термина «сбалансированность» и сопредельных с ним терминов.

В толковом словаре русского языка С.И. Ожегова представлены следующие определения: «баланс – соотношение взаимно связанных показателей какой-нибудь деятельности, процесса...»; «сбалансировать – уравновесить, согласовать, соразмерить...»⁴. Например, в области рационального питания весьма важно соотношение между белками, жирами и углеводами, которое должно быть 1:1:4.

В Большой советской энциклопедии баланс определяется как равновесие, уравнивание и как количественное выражение отношений между сторонами какой-либо деятельности, которые должны уравниваться друг друга⁵.

⁴ Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: Азъ, 1992. 660 с.

⁵ Большая советская энциклопедия: 3-е изд., в 30 т. М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.

В Экономико-математическом словаре баланс рассматривается как общее понятие, отражающее метод изучения тех или иных экономических явлений путем сопоставления или противопоставления показателей, характеризующих разные стороны этих явлений. Чаще всего баланс выступает в виде равенства⁶.

Например, одним из основополагающих принципов бюджетной политики Российской Федерации является сбалансированность бюджета на этапах его формирования и исполнения. Принцип сбалансированности бюджета отражает количественное соответствие (равновесие) бюджетных расходов источникам их финансирования. Принцип сбалансированности определен в Бюджетном кодексе Российской Федерации в качестве одного из основных принципов построения бюджетной системы. Реализация этого принципа позволила прекратить распространенную в 1990-е гг. практику составления и утверждения фактически несбалансированных бюджетов. В соответствии с бюджетным законодательством принцип сбалансированности означает, что объем предусмотренных бюджетом расходов должен соответствовать суммарному объему доходов бюджета и поступлений из источников финансирования его дефицита.

Таким образом, принцип сбалансирования даже при наличии дефицита бюджета позволяет достичь равенства (баланса) между суммарной величиной бюджетных поступлений (доходов бюджета и источников финансирования дефицита) и объемом производимых расходов в соответствии с принятыми бюджетными обязательствами. Отсутствие бюджетного равновесия порождает несбалансированность. Если расходы превышают бюджетные поступления, бюджет в принципе неисполним. Составление бюджета с профицитом экономически нецелесообразно, поскольку связано с завышенной нагрузкой на экономику и снижением общей эффективности

использования бюджетных средств. Отсюда следует, что сбалансированность бюджета – это обязательное требование, предъявляемое к составлению и утверждению бюджета, призванное обеспечить нормальное функционирование органов управления всех уровней. Наилучший вариант обеспечения сбалансированности бюджета – разработка бездефицитного бюджета, в котором объем расходов, включая затраты на обслуживание и погашение государственного долга, не превышает величины доходов. Если же не удастся избежать дефицита бюджета, даже исчерпав полностью обычные источники финансирования, то для сбалансированности бюджета приходится прибегать к разным формам заимствований, что требует минимизации размеров дефицита бюджета на всех стадиях бюджетного процесса. При этом сбалансированность бюджета достигается разными методами: одни из них применяются при формировании бюджета, а другие – при его исполнении. Рассмотрим технологию сбалансирования бюджета.

На стадии планирования реализация принципа сбалансированности бюджета обеспечивается за счет следующих мероприятий:

- лимитирования бюджетных расходов с учетом экономических возможностей и объема централизованных доходов;
- совершенствования механизма распределения доходов между бюджетами разных уровней;
- выявления и мобилизации резервов роста бюджетных доходов;
- построения эффективной системы бюджетного регулирования и оказания финансовой помощи в сфере межбюджетных отношений;
- планирования направлений бюджетных расходов, положительно воздействующих на рост доходов и одновременно обеспечивающих решение социально-экономических задач при минимальных затратах и с требуемым эффектом;

⁶ Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. Словарь современной экономической науки. М.: Дело, 2003. 520 с.

- сокращения масштабов государственного сектора экономики на основе разумной приватизации государственной собственности;
- жесткой экономии расходов путем исключения из их состава лишних затрат, не обусловленных крайней необходимостью;
- использования наиболее эффективных форм бюджетных заимствований, способных обеспечить реальные поступления денежных средств с финансовых рынков.

На стадии составления проекта бюджета реализация принципа сбалансированности обеспечивается за счет полного и последовательного соблюдения другого принципа – общего (совокупного) покрытия расходов бюджета.

На стадии исполнения бюджета сбалансированность достигается с помощью:

- строгого соблюдения установленных лимитов бюджетных обязательств;
- определения оптимальных сроков осуществления расходов;
- использования механизма сокращения и блокировки расходов бюджета;
- совершенствования системы бюджетного финансирования;
- мобилизации дополнительных резервов роста бюджетных доходов;
- последовательного проведения финансового контроля над целевым и эффективным расходованием бюджетных средств и т.д.

На этой стадии исполнения бюджета дополнительными факторами, влияющими на сбалансированность бюджета, являются, с одной стороны, методы оперативного регулирования бюджетных потоков, позволяющие с наибольшей эффективностью маневрировать бюджетными средствами, с другой – механизм сокращения бюджетных расходов и бюджетные резервы, с использованием которых осуществляется финансирование внезапно возникших (непредвиденных) расходов.

В настоящее время сбалансированность бюджета должна обеспечиваться на каждом уровне управления. Большое значение в этих условиях приобретают устойчивость бюджета и ответственность финансового органа за его обеспечение. При этом подразумевается сбалансированность участников межбюджетных отношений. Сбалансированность – это установление отношений между участниками бюджетного процесса. В этом случае предусматривается механизм распределения ответственности и согласованность действий всех участников бюджетного процесса. В противном случае (отказ от принципа сбалансирования) неизбежно возникают диспропорции между отдельными элементами бюджета, что ведет к снижению его устойчивости.

Обобщая изложенное, следует отметить, что формирование эффективных механизмов и технологий сбалансирования для поиска рациональных балансов – одна из важнейших задач в любом виде человеческой деятельности. Например, в области стандартизации большое значение имеет сбалансированность интересов сторон – участников процесса стандартизации.

Таким образом, предварительные результаты анализа ключевых понятий в области сбалансирования показали следующее:

- сбалансированность – это процесс установления отношений между элементами системы (участниками процесса);
- сбалансированность – это результат установления отношений между элементами системы (участниками процесса), соотношение взаимно обусловленных частей, элементов, обеспечивающее нормальное функционирование системы.

Из приведенных определений следует, что термин «сбалансированность» подразумевает уравнивание (согласование) по некоторым признакам отдельных частей системы. Как правило, в качестве таких признаков выступают агрегированные экономические либо финансовые показатели.

Отметим синонимы сбалансированности: равновесие, уравновешенность, согласованность, слаженность, стройность, гармония, непротиворечивость, совместимость, связанность, координированность (антонимы: неравновесие, разбалансированность и др.).

Аналогично, синонимы термина «сбалансированный»: выровненный, уравновешенный, согласованный, соразмеренный (антонимы – разбалансированный, неустойчивый и др.).

Далее рассмотрим примеры сбалансирования сложных технических (технологических) систем.

В программно-целевом планировании развития системы вооружения с учетом ее структурной сложности и разнородности в работе [12] предлагается ввести несколько уровней рассмотрения термина «сбалансированность»:

- уровень системы в целом (в качестве балансируемых величин выступают объемы ассигнований на реализацию задач системы, критерием сбалансированности является соотношение уровней решения задач отдельными подсистемами);
- уровень подсистемы (в качестве балансируемых величин выступают объемы ассигнований на развитие функциональных компонентов подсистемы, критерием сбалансированности является соотношение уровней решения задач функциональными компонентами).

Технология сбалансирования подсистем и системы в целом заключается в следующем. На каждом выбранном уровне в качестве балансируемых величин выступают некоторые объемы ассигнований, а критерием сбалансированности является уровень решения соответствующих задач. Для каждой подсистемы задаются несколько (в соответствии с особенностями конкретной подсистемы) значений уровней финансирования внутри множества сформированных вариантов подсистемы и определяются (по критерию «эффективность – затраты – реализуемость») рациональные варианты их построения. Интеграция

(в различных сочетаниях) сформированных рациональных вариантов каждой из подсистем в единую систему позволяет сформировать сбалансированные варианты системы в целом. Последующая оценка таких сбалансированных вариантов по обобщенному критерию «эффективность – затраты – реализуемость» позволяет выбрать наиболее предпочтительный вариант системы с учетом выделенных ресурсов, в том числе финансовых. При этом необходимо учитывать сбалансированность ресурсов, то есть нужен учет всех видов ресурсов (материально-технических, финансово-экономических, кадровых, временных и др.), необходимых для достижения цели. В итоге сбалансированной является система, все подсистемы которой рациональны по критерию «эффективность – затраты – реализуемость». При этом рациональный (наиболее предпочтительный) вариант системы в целом определяется на множестве сформированных сбалансированных вариантов с использованием обобщенного критерия «эффективность – затраты – реализуемость».

Кроме того, сбалансирование может рассматриваться как метод учета неопределенностей при синтезе сложной системы для различных условий функционирования⁷. Принцип сбалансированности можно сформулировать следующим образом: при выборе рационального варианта проектируемого элемента для заданной системы необходимо учитывать лишь то множество вариантов условий применения, при которых система в целом способна выполнять поставленную перед ней задачу. Здесь же в качестве практической области использования принципа сбалансированности определяется модель условий применения сложной системы. При этом констатируется, что модель, построенная в соответствии с данным принципом, обеспечивает в определенном смысле равнопрочность элементов проектируемой системы относительно возможного противодействия.

⁷ Ильичев А.В., Волков В.Д., Грущанский В.А.

Эффективность проектируемых элементов сложных систем. М.: Высшая школа, 1982. 280 с.

Следует отметить роль сбалансирования в отечественном оборонно-промышленном комплексе (ОПК). Основной целью программно-целевого планирования ОПК является обеспечение баланса потребностей государства в вооруженной защите суверенитета и территориальной целостности и способности ОПК по техническому оснащению Вооруженных сил Российской Федерации [1–3].

Таким образом, изложенные подходы к определению ключевого понятия сбалансирования и понятий, связанных с ним в разных сферах деятельности, позволяют в достаточной степени раскрыть их содержание и сформировать перечень соответствующих данному понятию критериев и показателей. При этом целевая направленность проанализированных определений свидетельствует о частичном отождествлении сбалансированной системы с рациональной системой по критерию «эффективность – затраты – реализуемость».

В обобщенном виде смысл основных понятий сбалансирования представлен в *табл. 1*.

Представленные уточнения и обобщения, по нашему мнению, не противоречат основному смыслу понятий, используемых другими специалистами в области сбалансирования, и придают корректность понятийному аппарату сбалансирования в сфере обоснования создания высокотехнологичной продукции.

Общая модель сбалансирования

Общая модель сбалансирования основана на научной гипотезе – предположении о том, что задачи сбалансирования и оптимизации на этапах программно-целевого планирования создания высокотехнологичной продукции, с одной стороны, и задача самоорганизации, с другой стороны, являются эквивалентными. Доказательная база гипотезы относительно эквивалентности практических задач сбалансирования, оптимизации и самоорганизации основана на принципе научного силлогизма⁸ [13, 14], согласно которому из общих и собственных

(специальных) посылок формируется заключение, в котором содержится новое научное знание. Модель научного силлогизма представлена на *рис. 1*.

В качестве общих исходных посылок в исследовании использованы мировоззренческо-философские и концептуально-теоретические основы самоорганизации [5–8], а также некоторые наши более ранние разработки [9–11], касающиеся вопросов самоорганизации сложных систем. Специальные послылки базируются на содержании оптимизационных задач на приведенных ранее этапах программно-целевого планирования создания высокотехнологичной продукции. В виде заключения сформирована общая модель сбалансирования и приведено содержание ее элементов, сформулированы задачи сбалансирования и предложены методы их решения.

Содержание общей модели сбалансирования представлено на *рис. 2*.

Рассмотрим основные составные части предлагаемой модели сбалансирования.

Основной целью сбалансирования является обоснование рационального состава элементов на этапах программно-целевого планирования создания ВТП, в том числе:

- формирование перечня технологий, включающего как новые, так и традиционные технологии, при обосновании научно-технического задела для создания ВТП (этап планирования);
- обоснование вариантов программы развития технологий (технологической программы) под различные варианты финансирования (этап программирования);
- обоснование потребного объема финансирования технологической программы и сопоставление его с возможностями государства (этап бюджетирования);
- формирование перечня исполнителей технологической программы, то есть перечня промышленных предприятий для

⁸ Научный силлогизм – это дедуктивное умозаключение.

участия в конкурсе (этап реализации – исполнения и контроля технологической программы).

Чтобы сформулировать и решить задачу сбалансирования с использованием математических методов, необходимо определить основные условия сбалансирования в следующей методической последовательности.

1. Определение конкретного этапа обоснования создания ВТП (из числа перечисленных ранее этапов).

2. Определение типа (аспекта) сбалансирования.

Поскольку изделия ВТП предназначены для выполнения своих функциональных задач во взаимодействии (совместно) с другими видами ВТП, то определение типа сбалансирования предполагает рассмотрение внешней и внутренней сбалансированности.

Внешняя сбалансированность – это сбалансированность элементов по выполняемым задачам и потребным для этого ассигнованиям.

Внутреннюю сбалансированность необходимо рассматривать в нескольких аспектах:

- функциональном (согласованность уровня характеристик элементов);
- структурном (наличие элементов, принципиально способных обеспечить выполнение функциональных задач изделия ВТП);
- компонентном (наличие в составе ВТП таких элементов и в таком количестве, что обеспечивает оптимальное функционирование изделия ВТП);
- динамическом (как согласованность элементов по срокам их создания);
- интегративном (как согласованность элементов, обеспечивающая синергетический эффект от их совместного использования).

Перечисленные пункты определения типа (аспекта) сбалансирования в целом отражают свойства рационального варианта построения

изделия ВТП, сформированного по критерию максимума эффективности при ограничениях затрат на его создание.

3. Определение уровня (масштаба) сбалансирования связано с глубиной декомпозиции изделия ВТП, в том числе:

- уровень изделия ВТП в целом;
- уровень подсистем (составные части) ВТП;
- уровень элементов ВТП.

В зависимости от выбранного уровня сбалансирования выбираются объекты сбалансирования.

4. В качестве объектов сбалансирования могут выступать следующие элементы ВТП: материалы, технологии, модули, функционально-технологические блоки, подсистемы и т.д.

Критерии и параметры сбалансирования. Для уровня изделия ВТП в целом критерий сбалансированности – соотношение показателей эффективности выполнения задач подсистемами ВТП, а балансируемыми величинами могут быть объемы ассигнований на создание изделия ВТП. Для подсистем изделия ВТП критерий сбалансированности – соотношение показателей эффективности выполнения задач элементами ВТП, а балансируемыми величинами могут быть объемы ассигнований на создание подсистемы изделия ВТП.

В принципе возможна обратная постановка задачи сбалансирования, при которой критерием сбалансированности является соотношение затрат на создание подсистем (элементов) ВТП, а балансируемыми величинами выступают показатели эффективности изделия ВТП (подсистем, элементов).

Результатом сбалансирования является рациональный состав изделия ВТП, который выводится путем интеграции (в различных сочетаниях) сбалансированных рациональных вариантов каждой из подсистем (каждого элемента) в сбалансированные варианты изделия ВТП с последующей их оценкой по обобщенному критерию «эффективность –

затраты» и выбора наиболее предпочтительного варианта изделия ВТП, который и подлежит практической реализации.

На *рис. 2* в качестве одного из параметров сбалансирования указана согласованность элементов. В работах по обоснованию и формированию государственных программ изделие ВТП можно считать полностью сбалансированным по отмеченному ранее набору условий, критериев и параметров сбалансирования, если использованы внутренние ресурсы самоорганизации. Современная тенденция к рациональному использованию ассигнований, выделяемых на создание ВТП, объективно вызывает необходимость совершенствования существующих и поиска новых теоретических подходов, методов и способов сбалансирования. Один из таких подходов связан с учетом при сбалансировании внутренних процессов самоорганизации. Основные физические параметры процесса самоорганизации, которые необходимо учитывать при сбалансировании, представлены в *табл. 2*.

Необходимость учета данных физических параметров процесса самоорганизации обусловлена возможностью каждого элемента образовывать с другими элементами определенные связи и объединяться в синергетические кластеры. Такую возможность можно определить как валентность (по аналогии с валентностью химических элементов): чем с большим количеством элементов данный элемент способен образовывать связи, тем больше его валентность. Инновационные элементы могут иметь большую валентность. Очевидно, что данный параметр необходимо учитывать при анализе внутренних процессов самоорганизации в ходе сбалансирования.

Рассмотрим приведенные в *табл. 2* понятия самоорганизации применительно к этапу сбалансирования технологической программы по созданию ВТП.

Взаимодействия. Все элементы системы прямо или косвенно связаны друг с другом.

Поэтому даже незначительные изменения (например, удаление из системы или добавление нового элемента в систему) в общем случае меняет отношения между остальными элементами, приводя к рассогласованию, разупорядоченности (разбалансированности) технологической программы, сформированной в предыдущем программном цикле.

Если взаимное влияние элементов не учитывать, то технологическая программа будет представлять собой просто совокупность не связанных между собой элементов. Если взаимодействия учитывать, то мы можем получить согласованную (упорядоченную), то есть сбалансированную технологическую программу.

Таким образом, под взаимодействием понимается такое взаимное влияние элементов в процессе сбалансирования технологической программы, которое приводит к появлению корреляционных связей, когерентности и в конечном счете – к возникновению резонансной структуры.

Корреляции – это процесс установления связей между элементами. По своему масштабу корреляции могут быть близкодействующими (между элементами системы) и далекодействующими – когерентность (между частями системы или технологической программы). Рассмотрим вначале близкодействующие корреляции.

Корреляции – это не сами взаимодействия, а связи элементов друг с другом (корреляционные связи). Согласованность достигается на основе целенаправленного налаживания и учета корреляционных связей между элементами при формировании государственных программ. Поясним различие между понятиями «корреляции» и «взаимодействия». Существенное различие между этими понятиями состоит в том, что взаимодействия элементов являются частью общего определения понятия «система», а корреляции описывают связи между этими же элементами в рамках работ по формированию технологической программы.

Роль корреляционных связей состоит в следующем. В случае их учета мы можем получить строго упорядоченную совокупность элементов, а в случае их неучета – обычную не связанную или слабо связанную совокупность элементов («вакуум корреляций»). Таким образом, несбалансированная система – это система, в которой взаимодействия, а следовательно, корреляции не учитываются (исключаются) при формировании технологической программы.

Корреляции могут быть парными, тройными и т.д. (поток корреляций, подобно общению между людьми при их встречах). В результате согласования элементов различные состояния корреляций переходят друг в друга. При этом информация от таких взаимодействий передается к большему числу элементов. Обобщая всю совокупность элементов, можно утверждать, что в результате согласования элементов в технологической программе различные состояния корреляций переходят друг в друга. Поток корреляций носит внутренний характер.

Корреляции могут быть разрушающими и созидательными. Разрушающие корреляции нарушают установившиеся связи между элементами. Как правило, это происходит в начальный период формирования технологической программы, когда появляются новые элементы или выводятся из ее состава устаревшие элементы и др. Созидательные корреляции, созданные по соответствующим механизмам, приводят к установлению порядка в технологической программе.

Динамика корреляций – это соответствующий процессу формирования технологической программы процесс установления связей между элементами.

Механизм корреляций может быть основан на установлении согласованности между ними в результате действия какого-либо оператора упорядочения, например, приоритетности элементов (параметр порядка) по их важности.

Таким образом, сбалансирование – это процесс установления корреляций между

элементами, а сбалансированная система – это система, в которой установлены корреляционные связи.

Распространение корреляционных связей на части технологической программы приводит к появлению далекодействующих корреляций – когерентности.

Когерентность – это способ осуществления далекодействующих корреляций между частями технологической программы. Поэтому далекодействующие корреляции зависят от граничных условий, то есть масштаба рассмотрения ВТП в рамках технологической программы. Если близкодействующие корреляции определяются взаимодействием между отдельными элементами, то далекодействующие корреляции (когерентность) определяются общими характеристиками технологической программы (затраты, эффективность).

Таким образом, учет далекодействующих корреляций при формировании технологической программы – это способ согласования ее частей. В этом случае сбалансированная технологическая программа представляет собой единое целое, каждая часть которого синхронно и адекватно реагирует на поведение всех остальных частей. Корреляционные связи между элементами и когерентно согласованное поведение частей технологической программы приводят к появлению резонансов.

Резонансы – это наивысшая форма корреляций и когерентности. Резонансы отвечают за невозможность исключить согласованное поведение элементов и частей технологической программы. Следовательно, сбалансированная технологическая программа будет представлять собой сложное когерентное образование – резонансную структуру, в которой все элементы согласованы и упорядочены в соответствии с заданными критериями сбалансирования. Таким образом, между элементами устанавливается *резонансно-индуктивная связь*, при которой поведение элементов строго согласовано. Источниками появления корреляций и когерентности, приводящих к

установлению резонансно-индуктивной связи, могут быть:

- перекрытие функциональных возможностей элементов по решению тех или иных задач, например, при совместном рассмотрении возможностей традиционных и новых технологий в рамках вновь формируемой технологической программы;
- перераспределение задач между традиционными и новыми элементами при их совместном действии, которое приводит к повышению эффективности решения какой-либо функциональной задачи (или множества задач), за счет возникновения синергетического эффекта при двух типах взаимодействий: традиционного и нового элемента; нового элемента с традиционным элементом.

Управление резонансами. Формирование резонансных структур – это управляемый процесс. Резонансы устанавливаются в процессе обоснования и формирования технологической программы по созданию ВТП. В этот период создаются, регулируются и корректируются резонансы. Резонансными воздействиями называются внешние воздействия на элементы технологической программы, согласованные с возможностями элементов и частей ВТП.

На основе учета корреляционно-когерентных связей и резонансов при создании ВТП можно построить *уравнение сбалансирования*, которое устанавливает *алгоритм упорядочения элементов* в соответствии с заданными (требуемыми) критериями сбалансированности, а учет корреляционно-когерентных связей и резонансов в этом уравнении позволит найти наиболее сбалансированные варианты ВТП. В наиболее общем виде уравнение сбалансирования можно записать в следующем виде:

$$S^* = S(R_1, R_2, \dots, R_n), \quad (1)$$

где S^* – сбалансированная технологическая программа (резонансная структура), в которой элементы строго упорядочены в соответствии с требуемыми критериями сбалансированности;

(R_1, R_2, \dots, R_n) – n -мерный вектор, характеризующий текущее состояние упорядоченности элементов.

В принципе есть два варианта решения уравнения сбалансирования: с учетом и без учета корреляционно-когерентных связей и резонансов, при этом оценки уровня сбалансированности вариантов системы будут различными.

Однако построение и решение уравнения сбалансирования аналитическими методами представляет собой весьма сложную задачу. Теоретически в принципе можно показать, что решение аналитической задачи по учету множества запутанных взаимодействий элементов сводится к сумме многочисленных простых взаимодействий между всего лишь двумя элементами. Затем, объединив результаты решения частных задач, можно получить решение общей задачи сбалансирования с учетом внутренних процессов самоорганизации. Однако эта теоретическая задача является предметом отдельного исследования. Поэтому при решении практических задач сбалансирования используют другой оптимизационный подход.

Суть данного подхода заключается в следующем. Поскольку каждому состоянию упорядоченности элементов соответствует какой-то вариант системы, то решение уравнения сбалансирования (1), по сути, сводится к формированию множества возможных вариантов упорядочения элементов с учетом корреляционно-когерентных связей и резонансов. Затем осуществляется анализ этих вариантов, который осуществляется дважды: вначале на предмет физической реализуемости вариантов, а после этого из оставшихся вариантов выбираются рациональные варианты (вариант), обеспечивающие выполнение заданных критериев сбалансированности. В этом случае представляется возможным сформулировать оптимизационную задачу сбалансирования при заданном уровне затрат на создание ВТП или ее эффективности (качества).

Задачи сбалансирования и методы их решения

В общем виде задача сбалансирования формулируется следующим образом.

Прямая задача. Необходимо найти такое распределение S_C^* заданного объема выделенных финансовых ресурсов $C_{\text{зад}}$ по подсистемам (элементам) ВТП, чтобы обеспечивался максимальный уровень $W(S_C^*)$ эффективности (качества) ВТП. В этом случае целевая функция будет иметь следующий вид:

$$W(S_C^*) \rightarrow \max W[S = S(R_1, R_2, \dots, R_n)], \text{ при } C \leq C_{\text{зад}}, \\ S_C^* \in S_C, \quad (2)$$

где S_C – множество возможных вариантов распределения финансовых ресурсов между подсистемами (элементами) с учетом корреляционно-когерентных связей и резонансов связей между ними.

В выражении (2) балансируемыми параметрами являются объемы финансовых ресурсов на создание отдельных подсистем (элементов) ВТП с учетом корреляционно-когерентных связей и резонансов между подсистемами (элементами), а критерием сбалансированности – соотношение их показателей эффективности (качества).

Обратная задача. Необходимо минимизировать затраты C на создание ВТП, чтобы обеспечивался заданный (требуемый) $W_{\text{зад}}$ уровень эффективности (качества) ВТП. В этом случае целевая функция будет иметь следующий вид:

$$C(S_W^*) \rightarrow \min C[S = S(R_1, R_2, \dots, R_n)], \text{ при } W \geq W_{\text{зад}}, \\ S_W^* \in S_W, \quad (3)$$

где S_W – множество возможных вариантов соотношения эффективности (качества) подсистем (элементов) с учетом корреляционно-когерентных связей и резонансов связей между ними.

В выражении (3) балансируемыми параметрами являются уровни эффективности (качества) подсистем (элементов) ВТП с учетом корреляционно-когерентных связей и

резонансов между подсистемами (элементами), а критерием сбалансированности – соотношение затрат на создание отдельных подсистем (элементов) ВТП.

Чтобы сформулировать и решить задачу сбалансирования с использованием известных математических методов необходимо определиться с конкретными элементами модели сбалансирования (рис. 2): целью, условиями и параметрами сбалансирования. Приведем конкретные примеры задач сбалансирования.

Пример 1. Сбалансирование качества изделия ВТП при заданном уровне затрат на его реализацию.

Согласно ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения» качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Основными слагаемыми качества ВТП являются технический уровень, закладываемый при формировании научно-технического задела и степень реализации этого уровня в процессе создания ВТП.

При разработке изделий ВТП возникает задача максимального приближения качества создаваемого изделия ВТП к потенциально возможному уровню с учетом располагаемых финансовых ресурсов. В данном случае критерием сбалансированности является минимум отклонения реализуемого вектора качества от потенциально возможного вектора качества с учетом зависимости его компонент (показателей). Балансируемыми параметрами являются объемы финансовых ресурсов для достижения требуемого уровня компонент качества.

Постановка такой задачи формулируется следующим образом [15].

Известно, что качество изделия ВТП характеризуется n -мерным вектором $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$. Потенциально возможное (предельное) качество изделия ВТП

характеризуется вектором $\bar{a} = (\bar{a}_1, \bar{a}_2, \dots, \bar{a}_n)$. Каждая компонента качества характеризуется стоимостью c_k , так, что стоимость изделия ВТП с достигнутым вектором качества $\bar{a} = (\bar{a}_1, \bar{a}_2, \dots, \bar{a}_n)$ равна

$$C(a) = \sum c_k a_k \leq C_{\text{зад}}, k = (1, n).$$

В том случае, когда компоненты (показатели) вектора качества $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ предполагаются зависимыми (в этом случае изменение какой-либо компоненты качества неизбежно приводит к изменению других компонент), функцию стоимости изделия ВТП от вектора качества необходимо рассматривать как нелинейную, то есть $C(a) = \sum c_k(a_k)$, $k = (1, n)$, где $c_k(a_k)$ является неубывающей функцией с положительной производной $dc_k/da_k > 0$.

Требуется при заданной стоимости изделия $C_{\text{зад}}$ найти вектор качества, минимизирующий целевую функцию – средний квадрат отклонения возможного вектора качества от потенциально возможного уровня

$$\sum \delta_k (\bar{a}_k - a_k)^2 \rightarrow \min, \text{ при } C(a) = \sum c_k a_k \leq C_{\text{зад}}, k = (1, n), \quad (4)$$

где $\delta_k > 0$, $\sum \delta_k = 1$, $k = (1, n)$ – коэффициент значимости отклонения k -й компоненты вектора качества от ее потенциально возможного значения.

Для решения сформулированной задачи сбалансирования используется метод Лагранжа. Решением задачи является рациональное распределение ограниченных финансовых ресурсов по компонентам качества для достижения ими максимального их приближения к потенциально возможному уровню с учетом зависимости и значимости компонент качества.

Обратная задача сбалансирования формулируется так: по заданному уровню качества изделия ВТП найти минимальные затраты на его реализацию. В этом случае критерием сбалансированности являются минимальные затраты на реализацию заданного качества изделия ВТП, а балансируемыми параметрами – компоненты качества ВТП. В качестве ограничения

рассматривается заданное отклонение вектора качества изделия ВТП от потенциально возможного вектора качества.

Приведенный пример задачи сбалансирования может быть использован на этапах программно-целевого планирования создания и развития технологий, когда возникают проблемы обоснования перечня перспективных технологий, формирования технологической программы по созданию ВТП и обоснования потребного объема их финансирования, а также перечня исполнителей технологической программы.

Пример 2. Сбалансирование в условиях недостаточного объема финансирования создания изделия ВТП.

В этом случае перед разработчиками ВТП возникает необходимость решения задачи сбалансирования, связанной с распределением ограниченного объема финансовых ресурсов по этапам создания ВТП.

Общая математическая постановка этой задачи заключается в следующем [16].

Известны: $C(C = C_1, C_2, \dots, C_N)$ – совокупность затрат по N этапам создания ВТП; γ_i – коэффициент важности (значимости) каждого этапа, численно равный относительной стоимости выполнения этапа:

$$\gamma_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i}, (i = \overline{1, N}). \quad (5)$$

В ходе выполнения проекта реальный объем финансирования C_F оказался меньше запланированного

$$C_F \leq C_P = \sum_{i=1}^N C_i.$$

Требуется найти такое распределение выделенного объема финансовых средств C_F , чтобы все работы по созданию ВТП были выполнены в максимально полном объеме и в требуемые сроки.

В условиях недостаточности финансирования проекта по созданию ВТП далее

рассматривается стратегия регулирования экономической динамики для взаимосвязанных этапов создания ВТП. Оптимальная стратегия S^* устанавливается на основе максимизации следующей целевой функции:

$$S^*(x_1, x_2, \dots, x_N) \Rightarrow \max \sum_{i=1}^N \gamma_i x_i; \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N \gamma_i x_i \leq C_F, \quad (7)$$

где γ_i – относительная доля реализованной сметной стоимости проекта при данном уровне его финансирования; $x_i = 1$, если i -й этап проекта выполняется при данном уровне финансирования; 0 – в противном случае.

Поиск оптимальной стратегии регулирования экономической динамики сводится к определению значений булевых переменных $x_i (x_1, x_2, \dots, x_N)$, при которых достигается максимум целевой функции (6) при условии (7). Решение этой задачи может быть найдено с использованием алгоритма типа дерева поиска. Для этого все этапы проекта упорядочиваются по важности

$$\gamma_1 \geq \gamma_2 \geq \dots \geq \gamma_N.$$

Затем каждой переменной x_i , начиная с x_1 , последовательно присваивается значение «1» до момента нарушения условия (7). Набор этих переменных будет решением исходной задачи.

Приведенный пример задачи сбалансирования может быть использован при обосновании оптимальной стратегии регулирования экономической динамики на основе оптимального распределения финансовых средств на выполнение НИОКР по созданию нового типа ВТП в условиях ограниченного финансирования и определении минимально допустимого уровня финансирования НИОКР [16].

Как правило, техническое задание на выполнение НИОКР предполагает поэтапное выполнение ряда конкретных задач, например:

- анализ зарубежного и отечественного опыта создания ВТП;
- проведение патентных исследований;
- разработку предложений по перспективным направлениям исследований;
- разработку предложений по внедрению полученных результатов в новые типы ВТП;
- разработку экспериментальных (макетных) изделий ВТП и др.

Для выполнения в полном объеме всех перечисленных задач и достижения целей, поставленных перед НИОКР, обосновываются потребности для этого объемы финансовых средств как на всю НИОКР, так и на выполнение каждой ее конкретной задачи. В случае, когда объемы финансовых средств оказываются существенно ниже запланированных, возникает необходимость эффективного использования выделенных финансовых средств для решения всех задач НИОКР в максимально полном объеме и в требуемые сроки. Приведенная стратегия регулирования экономической динамики на основе алгоритма распределения финансовых ресурсов дает единственное решение, которое является оптимальным по критерию минимума квадрата отклонения выделенных ресурсов от планируемых для всей НИОКР в целом.

Заключение

Обосновать рациональный вариант создания ВТП в условиях ограничений по ассигнованиям и требованиям заказчика по эффективности (качеству) изделия ВТП не представляется возможным без сбалансирования.

Определены ключевые понятия сбалансирования и их сущность:

- сбалансирование – это процесс упорядочения (согласования) элементов системы;
- сбалансированность – конечное состояние системы, в которой все элементы согласованы между собой;

- сбалансированность или несбалансированность – характеристики противоположных состояний системы.

На основе принципа научного силлогизма сформирована общая модель сбалансирования и приведено описание ее основных составных частей: цели, условий, критериев и параметров, результатов сбалансирования.

Сформированы различные постановки задач сбалансирования, в том числе с учетом внутренних процессов и параметров самоорганизации, приведены методы их эффективного решения. Показана идентичность задач сбалансирования и оптимизации, а также самоорганизации при обосновании создания высокотехнологичной продукции.

Таблица 1

Смысл основных понятий сбалансирования

Table 1

The meaning of basic concepts of balancing

Понятие	Смысл
Сбалансирование	Вид, направление, этап обоснования создания высокотехнологичной продукции. Механизм рационального распределения ресурсов между элементами системы (балансируемые величины – объемы ассигнований; критерии сбалансирования – уровень решения задач, эффективность, качество). Процесс упорядочения (согласования) элементов системы. Технология эффективного управления развитием системы. Метод учета неопределенностей при синтезе сложной системы и разрешения противоречий, сложившихся в системе
Сбалансировать	Уравновесить, согласовать, соразмерить (например, силы, возможности и др.)
Сбалансированность	Результат процесса сбалансирования (например, пропорциональные соотношения между элементами). Равновесие между элементами системы. Внутренняя связь и взаимозависимость всех элементов системы
Сбалансированный	Характеристика системы. Принцип системы (принцип пропорциональности)

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2
Физические параметры процесса самоорганизации

Table 2
Physical parameters of self-organization process

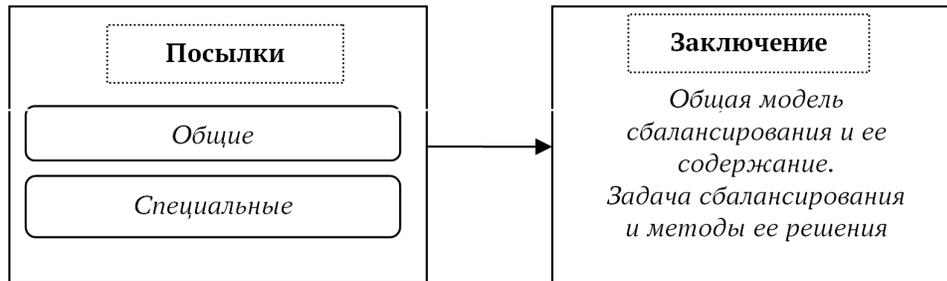
Физический процесс	Обозначение	Смысл физического параметра
Взаимодействия	R_1	Отражает взаимное влияние элементов
Корреляции	R_2	Отражает связи, возникающие между элементами (близкодействующие корреляции)
Когерентность	R_3	Отражает связи, возникающие между частями системы (дальнодействующие корреляции)
Резонансы	R_4	Отражает такую согласованность элементов, при которой выполняются критериальные требования к сбалансированности элементов

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1
Модель научного силлогизма

Figure 1
A model of scientific syllogism



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2
Общая модель сбалансирования

Figure 2
A General Balancing Model



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. Тверь: Купол, 2009. 624 с.
2. Буренок В.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю. Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения. М.: Граница, 2014. 240 с.
3. Батьковский А.М., Фомина А.В., Леонов А.В., Пронин А.Ю. и др. Совершенствование управления оборонно-промышленным комплексом: монография / под ред. А.М. Батьковского, А.В. Фоминой. М.: ОнтоПринт, 2016. 472 с.
4. Batkovskiy A.M., Leonov A.V., Pronin A.Y. et al. Models of Economic Evaluation of High-Tech Products. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, iss. 28.
URL: <http://indjst.org/index.php/indjst/article/view/97660/0>
5. Пригожин И.Р. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках. М.: КомКнига, 2006. 328 с.
6. Пригожин И.Р., Стингерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. М.: КомКнига, 2005. 255 с.

7. Пригожин И.Р., Стингерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
8. Колесников А.А. Когнитивные возможности синергетики // Вестник Российской академии наук. 2003. Т. 73. № 8. С. 727–734.
9. Леонов А.В. Синергетический принцип военно-экономического обоснования нетрадиционного вооружения // Вооружение и экономика. 2009. № 3. URL: <http://www.viek.ru/7/115-121.pdf>
10. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Принципы самоорганизации в разработке и реализации государственных программ // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 7. С. 36–53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-samoorganizatsii-v-razrabotke-i-realizatsii-gosudarstvennyh-programm>
11. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Роль самоорганизации в инновационном развитии сложных технических систем // Компетентность. 2017. № 3. С. 4–11.
12. Мунтяну А.В., Печатнов Ю.А., Тагиров Р.Г. К вопросу о понятии «сбалансированная система вооружений» // Военная мысль. 2007. № 12. С. 30–34.
13. Чанышев А.Н. Аристотель. М.: Мысль, 1987. 222 с.
14. Юнусов А.Т. Принцип противоречия как аксиома: к вопросу о происхождении и статусе «общих начал» в философии Аристотеля // Вопросы философии. 2017. № 1. С. 15–26.
15. Буравлев А.И. Задача оптимизации качества изделия при заданном уровне затрат на его обеспечение // Вооружение и экономика. 2017. № 1. С. 48–56. URL: <http://www.viek.ru/38/45-48.pdf>
16. Буравлев А.И., Гладышевский В.Л. Оптимальное распределение ресурсов в задачах программно-целевого планирования развития вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2014. № 2. С. 21–36.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**ANALYZING THE BALANCING PROBLEM
AT THE STAGES OF CREATING HIGH-TECH PRODUCTS****Aleksandr V. LEONOV^a, Aleksei Yu. PRONIN^{b,*}**^a 46th Central Research Institute of Ministry of Defense of Russian Federation, Moscow, Russian Federation
alex.clein51@yandex.ru
ORCID: not available^b 46th Central Research Institute of Ministry of Defense of Russian Federation, Moscow, Russian Federation
pronin46@bk.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:Received 21 December 2017
Received in revised form
9 January 2018
Accepted 18 January 2018
Available online
27 February 2018**JEL classification:** A12, G18,
G28, H61, H62**Keywords:** balancing, high-
tech product, model,
self-organization,
technological program**Abstract****Importance** The most important and responsible stage of justifying State programs for high-tech product creation is the balancing of program activities. This task becomes especially urgent when fulfilling the customer requirements for efficiency and quality of high-tech products under tight constraints on fund allocation.**Objectives** The study aims to create a general balancing model based on a comprehensive analysis of the conceptual and methodological framework of balancing in various fields of activity.**Methods** As a starting methodological premise – a scientific hypothesis, we substantiate the use of the principle of scientific syllogism, which includes general and special premises and a conclusion containing new scientific knowledge, and the principle of self-organization to take into account internal processes of balancing.**Results** We formulated a conceptual framework for balancing to support the creation of high-tech products. On its basis we developed a general model and described its main parts, including the goal of balancing, conditions, criteria and parameters, and the result of balancing. We also formulated the general problem of balancing and methods to solve it. The paper shows that the problems of balancing and optimization on the one hand and the task of self-organization on the other hand are identical.**Conclusions** The obtained results can be used to improve methodological tools to manage the creation of high-tech products while developing long-term technological programs, mitigate the risk of their implementation, define of sustainable innovative and technological development of the country.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

Please cite this article as: Leonov A.V., Pronin A.Yu. Analyzing the Balancing Problem at the Stages of Creating High-Tech Products. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 2, pp. 265–284.
<https://doi.org/10.24891/ea.17.2.265>**References**

1. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. *Razvitie voennykh tekhnologii XXI veka: problemy, planirovanie, realizatsiya* [Developing the military technologies of the 21st century: Problems, planning, implementation]. Tver, Kupol Publ., 2009, 624 p.
2. Burenok V.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu. *Voенно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения* [Military-economic and innovative aspects of the integration of non-conventional weapons in the weapons system]. Moscow, Granitsa Publ., 2014, 240 p.

3. Bat'kovskii A.M., Fomina A.V., Leonov A.V., Pronin A.Yu. et al. *Sovershenstvovanie upravleniya oboronno-promyshlennym kompleksom: monografiya* [Improving the military industrial complex management: a monograph]. Moscow, OntoPrint Publ., 2016, 472 p.
4. Batkovskiy A.M., Leonov A.V., Pronin A.Y. et al. Models of Economic Evaluation of High-Tech Products. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, iss. 28.
URL: <http://indjst.org/index.php/indjst/article/view/97660/0>
5. Prigozhin I.R. *Ot sushchestvuyushchego k voznikayushchemu. Vremya i slozhnost' v fizicheskikh naukakh* [From the existing to the emerging: Time and complexity in physical sciences]. Moscow, KomKniga Publ., 2006, 328 p.
6. Prigozhin I.R., Stingers I. *Vremya, khaos, kvant. K resheniyu paradoksa vremeni* [Time, chaos, quantum. Towards the solution of the paradox of time]. Moscow, KomKniga Publ., 2005, 255 p.
7. Prigozhin I.R., Stingers I. *Poryadok iz khaosa. Novyi dialog cheloveka s prirodoj* [Order from chaos. A new dialogue between the man and the nature]. Moscow, Progress Publ., 1986, 432 p.
8. Kolesnikov A.A. [The Cognitive Potential of Synergetics]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk = Herald of Russian Academy of Sciences*, 2003, vol. 73, no. 8, pp. 727–734. (In Russ.)
9. Leonov A.V. [Synergetic principle of military-economic substantiation of nonconventional weapons]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2009, no. 3.
URL: <http://www.viek.ru/7/115-121.pdf> (In Russ.)
10. Leonov A.V., Pronin A.Yu. [Principles of self-organization in the development and implementation of government programs]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2016, no. 7, pp. 36–53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiy-samoorganizatsii-v-razrabotke-i-realizatsii-gosudarstvennyh-programm> (In Russ.)
11. Leonov A.V., Pronin A.Yu. [The role of self-organization in the innovative development of complex technical systems]. *Kompetentnost' = Competence*, 2017, no. 3, pp. 4–11. (In Russ.)
12. Muntyanu A.V., Pechatnov Yu.A., Tagirov R.G. [On the 'balanced armament system' concept]. *Voennaya mysl' = Military Thought*, 2007, no. 12, pp. 30–34. (In Russ.)
13. Chanyshhev A.N. *Aristotel'* [Aristotle]. Moscow, Mysl' Publ., 1987, 222 p.
14. Yunusov A.T. [Principle of Contradiction as an Axiom: Regarding the Origin and the Status of the "Common Principles" in Aristotle's Philosophy]. *Voprosy Filosofii*, 2017, no. 1, pp. 15–26. (In Russ.)
15. Buravlev A.I. [The task of optimizing the quality of the product at a given level of costs for its provision]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2017, no. 1, pp. 48–56.
URL: <http://www.viek.ru/38/45-48.pdf> (In Russ.)
16. Buravlev A.I., Gladyshevskii V.L. [Optimal allocation of resources in the tasks of the program-target planning of the development of arms and military equipment]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2014, iss. 2, pp. 21–36. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.