

## ПРИНЦИПЫ САМООРГАНИЗАЦИИ В РАЗРАБОТКЕ И РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ\*

Александр Васильевич ЛЕОНОВ<sup>а\*</sup>, Алексей Юрьевич ПРОНИН<sup>б</sup>

<sup>а</sup> доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник,  
46-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны РФ, Москва, Российская Федерация  
alex.clein51@yandex.ru

<sup>б</sup> кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
46-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны РФ, Москва, Российская Федерация  
pronin46@bk.ru

\* Ответственный автор

### История статьи:

Принята 02.03.2016  
Принята в доработанном виде  
21.03.2016  
Одобрена 14.05.2016

УДК 355.359

JEL: G18, G28, H11, O21

### Ключевые слова:

самоорганизация, принципы,  
государственная программа,  
программно-целевое  
планирование, методология

### Аннотация

**Тема.** При разработке и реализации государственных программ особое внимание уделяется эффективности их использования, что не в последнюю очередь определяется совершенством используемой для разработки и реализации государственных программ методологии программно-целевого планирования. Одним из актуальных направлений дальнейшего совершенствования этой методологии является использование современных принципов самоорганизации наряду с традиционным системным подходом и принципом системности.

**Цели.** Комплексный анализ сущности и принципов самоорганизации в программно-целевом планировании развития сложных технических систем, уточнение теоретической основы программно-целевого планирования на основе совместного использования системного и синергетического подходов (теории самоорганизации).

**Методология.** В статье проведен анализ содержания программно-целевого планирования и установлено его принципиальное сходство с причинным механизмом самоорганизации Аристотеля. На основе ретроспективного анализа зарубежного и отечественного опыта в области программно-целевого планирования сложных военно-технических систем установлены принципы и физическая сущность самоорганизации.

**Результаты.** Сделана попытка осмысления процесса программно-целевого планирования развития сложных технических систем как процесса управляемой самоорганизации, выявлены цели, причины, условия и движущие силы самоорганизации. Сформулированы принципы и критерии самоорганизации в программно-целевом планировании развития инновационных систем. Уточнены теоретико-методологическая база программно-целевого планирования и перспективы его использования в интересах проектирования устойчивой динамики развития сложных систем на долгосрочную перспективу.

**Значимость.** Результаты исследования могут быть полезны при разработке и реализации долгосрочных программ развития сложных технических систем, определения способов и путей обеспечения устойчивого развития сложных технических систем в сфере социально-экономического развития, обеспечения обороны и национальной безопасности Российской Федерации.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

Государственная программа (ГП) – это документ стратегического планирования, содержащий комплекс планируемых мероприятий, взаимоувязанных 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<sup>1</sup>.

В последние годы на разработку и реализацию ГП из государственного бюджета выделяются значительные финансовые ресурсы. При этом особое внимание государством уделяется результативности их использования, что не в последнюю очередь определяется совершенством используемого для разработки ГП научно-методологического аппарата.

Разработка и реализация ГП в Российской Федерации осуществляется в соответствии с нормативно-правовыми актами<sup>2</sup> на основе использования методологии программно-целевого

\* Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых, грант № 7627.2015.10.

<sup>1</sup> Экономика и финансы оборонного комплекса России: учеб. пособие. М.: Узовский учебник: ИНФРА-М, 2016. 360 с.

планирования (ПЦП). Одним из актуальных направлений дальнейшего совершенствования методологии ПЦП является использование, наряду с традиционным принципом системности, и новых принципов, к числу которых относятся принципы самоорганизации. В связи с этим данная статья посвящена рассмотрению следующих вопросов:

- 1) сущности программно-целевого планирования;
- 2) принципам самоорганизации в программно-целевом планировании развития сложных технических систем;
- 3) предложениям по уточнению теоретической основы программно-целевого планирования.

### Сущность программно-целевого планирования

Отечественная практика программно-целевого планирования берет свое начало еще с работы Комиссии по созданию плана ГОЭЛРО (1920 г.), однако вплоть до середины 1960-х гг. эта практика носила сугубо ведомственный или отраслевой характер. Началом перехода, можно сказать поворотным моментом в развитии ПЦП, по праву считается 1969 г. Тогда вступило в силу знаменитое Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 10.06.1969 № 433-157 «О дальнейшем улучшении планирования развития вооружения и военной техники». Указанный документ послужил основой для разработки в 1970–1980-е гг. межведомственных, межведомственных, а впоследствии и надведомственных программ.

Таким образом, на рубеже 1960–1970-х гг. в нашей стране была принята новая концепция планирования развития экономики (в том числе ее отраслей, больших организационных структур, а также сложных технических систем и крупномасштабных проектов по их созданию и развитию), ориентированная на конечный результат и реализуемая на основе методологии программно-целевого планирования. Число публикаций по различным аспектам применения ПЦП за рубежом и в России чрезвычайно велико и имеет тенденцию к увеличению, что свидетельствует о его эффективности. Одной из традиционных сфер применения ПЦП были и остаются задачи оборонного характера, главным образом создания и развития сложных технических систем на основе внедрения

<sup>2</sup> О стратегическом планировании в Российской Федерации: Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ; Об утверждении порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 02.08.2010 № 588.

в перспективную технику новых инновационных технологий (био-, нано-, информационных и др.), а также достижений когнитивной науки [1–4, 7].

Примеры государственных программ развития технических систем приведены в табл. 1.

Наиболее важными направлениями совершенствования ПЦП являются [5]:

- расширение сферы его применения (вплоть до тотального использования в различных областях человеческой деятельности, связанных с планированием);
- повышение эффективности использования бюджетных средств, то есть результативности;
- обеспечение прямой взаимосвязи между распределением бюджетных средств и фактическими (или планируемыми) результатами их использования в соответствии с установленными приоритетами.

Методология ПЦП определяет принципы, приемы и способы разработки программ и отражает последовательность принятия программных решений во времени и пространстве. Особенностью применения ПЦП является не прогнозирование будущих состояний системы, а разработка конкретной программы достижения поставленных целей. Основные этапы применения программно-целевого планирования в концептуальной форме могут быть представлены в виде следующей логической схемы: цель – ресурсы, необходимые для достижения цели – программа (варианты, пути достижения цели) – результат (реализация программы). Сущность программно-целевого планирования отражена на рис. 1.

Таким образом, в основе программно-целевого планирования лежат четыре главных категории: цель, ресурсы, программа и результат.

Цель системы увязывается с ресурсами посредством комплекса мероприятий. Естественно, планирование развития любой сложной системы направлено на достижение определенной конкретной цели. Целью планирования является либо конечное состояние, в котором система должна оказаться в процессе управляемого развития к заданному моменту времени, либо перечень требований, которым она должна удовлетворять.

Программа включает в себя упорядоченный комплекс мероприятий (работ), направленных на

достижение цели. Обычно формируется несколько вариантов программы (под планируемые или прогнозные объемы ресурсов), каждый из которых обеспечивает достижение заданной цели с требуемой эффективностью. Варианты могут отличаться по срокам и эффективности достижения цели, а также необходимыми для этого объемами ресурсов. Обоснование и выбор рационального варианта программы осуществляется на основе априори заданного вектора критериев предпочтения.

Сущность программно-целевого планирования заключается в обосновании и выборе на основе априори заданного вектора критериев предпочтения (или по заданному критерию) такого варианта программы, который рационально увязывает цель (цели) развития системы со временем их достижения и потребными для этого ресурсами. Программа всегда ориентирована на достижение конечной цели, установление которой является одним из наиболее сложных и ответственных этапов планирования. Однако в любом случае цель должна удовлетворять трем основным требованиям:

- 1) быть реалистичной;
- 2) учитывать место данной системы в иерархической структуре системы более высокого уровня;
- 3) характеризоваться количественно-качественными показателями, на основе которых можно выносить суждение о ее достижении.

Прообразом современного программно-целевого планирования можно считать причинный механизм самоорганизации древнегреческого философа Аристотеля (IV в. до н.э.), который представлял ее как движение «от возможности к действительности» [6]. Данный механизм базируется на цикло-динамическом взаимодействии четырех основных причин *всего сущего*: целевой; материальной; движущей и формальной<sup>3</sup>. Основные причины самоорганизации приведены в табл. 2.

К названным причинам причислялась еще одна – *самоорганизация (самопроизвольное, само по себе,*

*случайно*). Однако в конце концов был обоснован вывод о ее объективности, не выходящей за рамки целевой причины: самоорганизация – *это когда что-то происходит по совпадению с явлениями, возникающими ради чего-нибудь, то есть целевым образом*. В этом смысле самоорганизация – это явление *по совпадению* изначальной цели с одной из возможных форм ее реализации, а приставка *само-* в слове «самоорганизация» указывает на целевой характер процесса. Другими словами, самоорганизация представляет собой непрерывный процесс целе- и формообразования материи (*обретения формы*), приводящей ее к самодвижению и саморазвитию; механизм превращения возможности в действительность. Как видим, приведенный причинный механизм самоорганизации имеет принципиальные сходства с программно-целевым планированием, который в полной мере можно идентифицировать как процесс самоорганизации.

Рассмотрим примеры реализации приведенных принципов самоорганизации в программно-целевом планировании развития сложных технических систем.

### Принципы самоорганизации в программно-целевом планировании развития сложных технических систем

В практических целях основные положения метода ПЦП, базирующиеся на принципах самоорганизации, впервые были разработаны в интересах минобороны США (план Р. Макнамары, министра обороны Соединенных Штатов Америки в 1961–1968 гг.) и получили законодательное оформление в виде системы планирования, программирования и бюджетирования – PPBS (*Planning, Programming and Budgeting System*). На рубеже 1960–1970-х гг. эта система стала рабочим инструментом управления развитием сложных систем, в том числе военно-технических. Со временем система PPBS эволюционировала по двум основным направлениям [1].

*Первое направление* связано с внедрением новой идеологии планирования, ориентированной на «формирование возможностей» (*capability – based planning*) и предназначенной для повышения устойчивости динамики развития системы по отношению к ошибкам в определении приоритетов в перспективном планировании ее развития. Такой метод планирования позволял учесть неопределенность многих внешних и внутренних факторов при формировании программ развития сложных систем.

<sup>3</sup> «...изучая природу, необходимо искать в ней все четыре причины, сводя вопрос «почему» на каждую из них – материю, форму, движущее начало и цель. Более того, необходимо отдавать предпочтение целевой причине перед материальной, ибо она является причиной определенной материи, а не материя причиной определенной цели». См.: *Аристотель*. Сочинения. Т. 1. М., 1975.

*Второе направление* эволюции системы PPBS связано с появлением дополнительного этапа – этапа реализации программ. Начиная с 2002 г. система PPBS постепенно трансформировалась в PPBES (*Planning, Programming, Budgeting and Executing System*), что означало существенное изменение процесса бюджетирования программ. Система PPBES включает в себя новый этап анализа и контроля исполнения (*executing*), в ней уделяется значительно большее внимание этапу реализации, достижению конечных (конкретных) результатов планирования.

В качестве примера из отечественной практики, иллюстрирующего действенность приведенного причинного механизма самоорганизации, можно привести модель (табл. 3) процесса формирования Программы развития базовых военных технологий [7]. Основные этапы этого процесса (планирование, программирование, бюджетирование, исполнение и контроль) с определенной степенью обобщения и абстракции можно рассматривать как движение «от возможности к действительности».

Результаты каждого этапа, являясь одновременно элементами цикла самоорганизации, существенным образом отличаются по их финальному содержанию, в частности:

- на этапе планирования основными результатами является единая система исходных данных (ЕСИД) для программно-целевого планирования развития вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), включающая Перечень базовых и критических военных технологий;
- на этапе программирования – соответствующие разделы Программы развития базовых военных технологий;
- на этапе бюджетирования – объемы их финансирования;
- на этапе исполнения и контроля – пути реализации.

Таким образом, каждый этап программно-целевого планирования развития ВВСТ может рассматриваться как относительно самостоятельная часть единого цикла самоорганизации, каждый фрагмент которой является элементарным процессом самоорганизации. Следовательно, самоорганизация может осуществляться как по горизонтали, так и по вертикали, то есть в пространстве и во времени. Сущность

самоорганизации в этом случае заключается в искусстве делать правильный (рациональный) выбор относительно неопределенного будущего из множества возможных ситуационных вариантов, созревших и содержащихся в настоящем: «*акты нашего выбора не определяются нашим характером, а наоборот, их последовательность делает нас теми, кем мы являемся*» [6].

Важность этого вывода относительно искусства делать правильный выбор, сформулированного еще много веков тому назад, имеет исключительно важное значение для современного этапа инновационно-технологического развития отечественной системы вооружения. Ведь недостаточная осмотрительность в решении ключевого вопроса первоначального отбора базисных технологий для внедрения в перспективные образцы ВВСТ чревата крайне негативными последствиями для обороны и национальной безопасности страны. Базисными технологиями будущего цикла Кондратьева (ядро VI технологического уклада), скорее всего, будут: интеллектуальные технологии и нанотехнологии; мультимедиа, включая глобальные интеллектуальные информационные сети; сверхпроводники и экологически чистая энергетика; биотехнологии и геновая инженерия; новое природопользование; робототехника; аддитивные технологии (технологии послойного синтеза) и др. [8].

Таким образом, учет принципов самоорганизации предоставляет нам потенциальную возможность выбора: создавая определенную совокупность условий, можно реализовать желательные возможности, превращая одну из них в действительность. Это и есть, в сущности, процесс самоорганизации, но уже целенаправленной, то есть управляемой самоорганизации. В этом случае технологию формирования Программы развития базовых военных технологий можно определить как технологию самоорганизации.

В качестве примера управляемой самоорганизации приведем механизм программно-целевого планирования развития системы вооружения Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ), сформированный в конце 1990-х – начале 2000-х гг. Данный механизм базируется на обосновании, формировании и реализации долгосрочных (на 10 и более лет), среднесрочных (3–5 лет) и краткосрочных (ежегодных) программ. Ярким примером первой является Государственная программа вооружения (ГПВ, формируется

каждые 5 лет на 10-летний период), а третьей – государственный оборонный заказ (ГОЗ), ежегодная разработка которых представляет собой способ (механизм) практической реализации долгосрочных программ. Сложившийся целостный механизм ПЦП ориентирован на условия рыночной экономики, наличие существенных финансовых ограничений и высокого риска реализации программ и планов развития системы вооружения и базируется на сочетании принципов долгосрочного и краткосрочного планирования [2, 3, 9]. Заметим, что сложность формирования ГПВ применительно к новым социально-экономическим условиям в 1990-х годах усугублялась необходимостью превращения доставшегося России фрагмента системы вооружения СССР в полноценную сбалансированную систему, отвечающую новым военным угрозам.

Государственная программа вооружения на период 2011–2020 гг. представляет собой комплекс мероприятий, согласованных по целям, задачам, направлениям развития, ресурсам и срокам выполнения. Они должны обеспечить поддержание необходимого уровня оснащения вооруженных сил современным ВВСТ исходя из потребностей их нового облика и требований нормативных документов, с учетом возможностей выделения государством необходимых финансовых средств для производства требуемых объемов ВВСТ<sup>4</sup>. Под программно-целевым планированием в данном случае понимается система мероприятий и целенаправленных действий федеральных органов исполнительной власти по разработке программных документов и планов, направленных на скоординированное по целям, ресурсам, времени, средствам и техническим направлениям развития системы вооружения в целях технического оснащения ВС РФ [9].

Главными особенностями нового механизма ПЦП являются:

- ориентация на конечный результат – достижение поставленной на долгосрочный период цели на основе макроэкономического, военно-политического, оперативно-стратегического, научно-технического (технологического) и военно-экономического прогнозов с учетом возможностей оборонно-промышленного комплекса (ОПК);

- синтез «прямой» и «обратной» постановок задач в едином алгоритме обоснования системы вооружения на основе использования комплексного критерия «эффективность – затраты – реализуемость» в минимаксном представлении;
- снижение уровня неопределенности относительно выделяемых ассигнований и требуемой эффективности системы вооружения за счет реализации технологии вариантного подхода;
- реализация технологии сбалансирования по множеству параметров (по задачам с учетом их важности, подсистемам и элементам системы, этапам их жизненного цикла).

Таким образом, самоорганизация системы вооружения ВС РФ в процессе программно-целевого планирования перспектив ее развития есть не что иное, как способность (способ) своевременно и адекватно реагировать на изменение внешних условий (военных угроз) и внутренних факторов (выделяемых ассигнований) посредством инновационного изменения своего состава и структуры.

Основное содержание этапов обоснования и формирования ГПВ (рис. 2), базирующихся на сформированной в Минобороны России методологии программно-целевого планирования развития системы вооружения, состоит в следующем [2].

*Первый этап.* Разработка исходных данных по целям, ресурсам и возможностям реализации планов развития системы вооружения.

*Второй этап.* Оценка состояния системы вооружения на начало программного периода (отправная точка процесса изменения состояния системы в плановом периоде). На основе полученных оценок в последующем определяются пропорции в объеме ассигнований, которые необходимо выделить на развитие той или иной подсистемы (элемента) системы.

*Третий этап.* Определение требований к системе вооружения на плановый период (какие задачи она должна будет решать, с какой эффективностью и т.п.).

*Четвертый этап.* Определение принципов развития системы вооружения в плановом периоде, а на этой основе – цели разработки ГПВ и задач, которые должны быть решены за счет ее реализации.

<sup>4</sup> Экономика и финансы оборонного комплекса России: учеб. пособие. М.: Вузский учебник: ИНФРА-М, 2016. 360 с.

*Пятый этап.* Формирование на основе разработанных требований и принципов исходного перечня элементов системы, которые предполагается включить в ГПВ.

*Шестой этап.* Определение вариантов финансирования системы вооружения на основе имеющегося прогноза объемов ассигнований и уточнение распределения ассигнований по каждому варианту.

Вариантные технологии являются способом преодоления существенных неопределенностей (особенно финансово-экономических), возникающих при формировании новой программы, в целях принятия необходимых и своевременных мер по их парированию. Кроме того, варианты технологии являются своеобразным механизмом адаптации системы вооружения к изменениям внешних и внутренних факторов. В целом многовариантность выступает и как способ преодоления неопределенностей, и как метод обеспечения рационального использования ресурсов, выделяемых на развитие системы вооружения.

Технологии сбалансирования используются для достижения такого соотношения значений показателей подсистем и элементов, при которых обеспечивается выполнение стоящих перед системой вооружения задач при минимальных затратах (сбалансирование осуществляется повариантно). Кроме того, механизм сбалансирования предполагает также согласованное проведение всей совокупности работ по развитию системы вооружения, включая распределение ответственности и согласованность функционирования всех участников разработки программы. Отказ от принципа сбалансирования неизбежно приводит к диспропорциям в развитии как отдельных элементов, так и всей системы в целом. В условиях существенных бюджетных ограничений использование вариантных технологий и сбалансирования представляет собой, по существу, способ адаптации системы вооружения к неопределенностям долговременного характера, новым факторам и условиям ее развития.

*Седьмой этап.* Выбор для уточненных объемов финансирования одного или нескольких рациональных вариантов развития системы вооружения, их технико-экономическая оценка.

*Восьмой этап (заключительный).* Формирование проекта ГПВ под выделенный объем ассигнований. Основа – сформированные на

предыдущем этапе рациональные варианты развития системы.

Выполнение перечисленных этапов осуществляется взаимосвязанно и итерационно по мере уточнения исходных данных и накопления результатов анализа различных вариантов развития системы вооружения. Такой механизм разработки и реализации ГПВ направлен на обеспечение потребностей государства в вооруженной защите суверенитета и территориальной целостности и способности оборонно-промышленного комплекса по техническому оснащению вооруженных сил для выполнения возложенных на них функций.

Практическая реализация приведенного механизма ПЦП достигается на основе использования ряда принципов самоорганизации (рис. 3).

Отметим особенность системно-технологических принципов. Отечественные литературные источники дают различные трактовки термина «технология», однако большинство из них, помимо ориентации на определенные знания, имеют более или менее ярко выраженный «производственный уклон» (например, материальный, энергетический и др.). Вместе с тем в современное значение данного термина вкладывается гораздо более широкий смысл. Так, к технологиям все чаще относят методы и способы решения различных организационных, методологических (методических), управленческих, военных и экономических задач человеческой деятельности [9]. В последние годы появился совершенно новый класс технологий – так называемые когнитивные технологии. К ним относятся способы и алгоритмы достижения целей, опирающиеся на данные о процессах познания, обучения, коммуникации, обработки информации, на представления нейронауки, теории самоорганизации, компьютерные, информационные технологии (IT-технологии), математическое моделирование и другие научные направления, некоторые из которых еще недавно относились к сфере фундаментальной науки.

Именно поэтому, с учетом существенного расширения предметной области термина «технология» в современных условиях, а также отечественного и зарубежного опыта формирования терминологической базы в научно-технологической сфере, справедливо полагать, что значение термина «технология» распространяется на методы и принципы обоснования программ развития сложных систем.

Наличие триады системно-технологических принципов позволяет идентифицировать процесс программно-целевого планирования как механизм самоорганизации сложной системы, к раскрытию физической сущности которого следует подходить с позиций синергетического подхода (теории самоорганизации).

В современной теории самоорганизации [10–16] постулированы новые принципы систем, а именно: открытость, неравновесность и нелинейность (основные принципы самоорганизации)<sup>5</sup>. В науке рассматриваются процессы и системы «далекие от состояния равновесия» (то есть неравновесные), и совсем не потому, что они самопроизвольны, но обусловлены внутренними (в том числе, инновационными) свойствами, обеспечивающими ее способность за счет упорядочения своего состава и структуры адаптироваться к изменениям внешних условий.

Для обозначения таких «антиэнтропийных» процессов упорядочения, происходящих только в открытых неравновесных системах и имеющих другую природу, чем классический «энтропийный» процесс (для закрытых систем), направленный на бесконечное увеличение функции энтропии<sup>6</sup>, и стал применяться термин «самоорганизация». Широкая распространенность энтропийных и антиэнтропийных процессов на всех уровнях строения материи привела к осознанию в XX в., что в развитии сложных систем оба этих процесса сосуществуют одновременно, а антиэнтропийный принцип является таким же равноправным, как классический энтропийный принцип. Из этого следует, что в принципе возможно одновременное проявление трех сценариев развития инновационного процесса [18]: как равновесного (организация) и как неравновесного (самоорганизация), состоящего из двух стадий (фаз): а) классического энтропийного процесса; б) антиэнтропийного процесса (собственно самоорганизация). Возможные сценарии инновационного процесса в цикле программно-целевого планирования развития сложных систем схематически показаны на рис. 4.

Процесс самоорганизации сложной системы в каждом цикле программно-целевого планирования состоит из нескольких фаз, соответствующих этапам обоснования и формирования программы. Длительность этих фаз самоорганизации определяется (задается) нормативными

документами по разработке и реализации государственных программ, однако их интенсивность может быть различной.

На начальных этапах разработки программы интенсивность процессов самоорганизации невелика, преобладают в основном организационные мероприятия.

Наиболее активно процессы самоорганизации проявляются начиная с этапа формирования исходного перечня элементов системы, которые предполагается включить в программу, и далее – формирования вариантов развития системы на основе имеющегося прогноза объемов ассигнований, сбалансирования и выбора рациональных вариантов.

Таким образом, самоорганизация имеет свой специфический жизненный цикл, который и отражен на рис. 4 в форме неравновесного процесса, состоящего из двух стадий. Отсюда следует, что неравновесность порождает самоорганизацию и играет конструктивную роль в возникновении и росте самоорганизации. Неравновесное состояние, как показано на рис. 4, характеризуется двумя разнонаправленными процессами:

- а) классическим энтропийным процессом, направленным в сторону увеличения неравновесия (например, включение инновационных элементов в состав проекта программы, исключение уже устаревших и др.) с накоплением инновационного потенциала системы;
- б) антиэнтропийным процессом, направленным в сторону уменьшения неравновесия (например, формирование множества возможных вариантов развития системы, сбалансирование и выбор рациональных) с реализацией инновационного потенциала системы.

Из этого следует, что инновационное развитие сложной системы, осуществляемое в рамках программно-целевого планирования, представляет собой эволюционный процесс с устойчиво и точно повторяющимися внутренними циклами, включающими в себе сопряженный энтропийно-антиэнтропийный процесс. Процессы а и б взаимосвязаны, однако они имеют разную долю проявлений в инновационном развитии системы, совершаются в поле неравновесных событий и различаются лишь направленностью, то есть вектором изменений степени неравновесия. В соответствии с этим возможно векторное описание сложной динамики инновационного развития системы, при которой происходят

<sup>5</sup> Руденко А.П. Самоорганизация и синергетика.  
URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/rudenko1.htm>

<sup>6</sup> Зимон А.Д. Физическая химия: учебник для вузов.  
Изд. 3-е. М.: Агар 2006, 320 с.

сочетание, сопряжение и взаимный переход процессов *a* и *б*.

С учетом изложенного процесс изменения функции *S* состояния системы представляется возможным описать следующим динамическим уравнением<sup>7</sup>:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{d_e S}{dt} + \frac{d_i S}{dt} + \frac{d_j S}{dt}, \quad (1)$$

где: индекс *e* (от лат. *exterior* – внешний) означает энтропию, поступающую из внешней среды, с которой система обменивается энергией, веществом, информацией («негаэнтропия»);

индекс *i* (от лат. *interior* – внутренний) означает энтропию, возникшую в результате протекания неравновесного процесса;

индекс *j* означает компенсационную энтропию, возникающую в результате протекания антиэнтропийного процесса.

Рассмотрим последовательно отдельные члены данного уравнения.

Член  $\frac{d_e S}{dt}$  отражает процесс поступления в состав системы новых (инновационных) элементов, данный процесс приводит к резкому возрастанию энтропии в системе.

Член  $\frac{d_i S}{dt}$  отражает количество энтропии, производимое внутри системы за счет увеличения числа возможных состояний системы (определяется множеством возможных способов, которыми может быть реализовано данное состояние). Величина этой энтропии, вследствие поступления в состав системы новых элементов, всегда положительная (либо равна 0, в случае их отсутствия), то есть  $d_i S \geq 0$ .

Следовательно, приращение энтропии на этапе накопления инновационного потенциала системы обусловлено поступлением энтропии извне ( $d_e S$ ) и производством энтропии в самой системе ( $d_i S$ ).

Член  $\frac{d_j S}{dt}$  отражает антиэнтропийный процесс; в этом случае энтропия упорядоченной совокупности элементов должна быть существенно меньше, чем энтропия неупорядоченной совокупности этих же элементов. Поскольку процесс целенаправленного упорядочения элементов направлен на компенсацию энтропии, произведенной на

предыдущем этапе накопления инновационного потенциала, то в уравнении энтропийной динамики (1) появляется дополнительный член ( $-\frac{d_j S}{dt}$ ), отражающий нарастание компенсационной энтропии. Знак «–» означает, что процесс упорядочения направлен в сторону, противоположную классическому энтропийному процессу.

Таким образом, с помощью энтропийных измерений (функции *S*) представляется возможным охарактеризовать все многообразие неравновесных процессов, происходящих при формировании инновационной системы в ходе реализации этапов программно-целевого планирования. Кроме того, возможно сформировать принципы и критерии самоорганизации, основанные на энтропийных представлениях, а также качественные характеристики этапов формирования инновационной системы в ходе программно-целевого планирования. Формирование способности сложной системы к самоорганизации обеспечивается на основе накопления системой своего инновационного потенциала.

Другими словами, самоорганизация – это особый процесс внутренней мобилизации возможностей и способностей сложной системы, активизация которых обязательна при осуществлении любых целенаправленных и заранее спланированных действий.

Учет вышеизложенных положений может существенно обогатить наши представления в области программно-целевого планирования развития сложных систем по инновационному пути.

### **Предложения по уточнению теоретической основы программно-целевого планирования**

В последние годы на обоснование, формирование и реализацию ГП из государственного бюджета выделяются значительные финансовые ресурсы, результативность использования которых напрямую зависит от качества программных документов, что не в последнюю очередь определяется совершенством используемого для их разработки научно-методологического аппарата.

Как известно, в основе метода ПЦП лежит общенаучный системный подход, основными методологическими инструментами которого являются: понятие системы, принцип системности, системный анализ и системный синтез. Рассматриваемые совместно, они являются

<sup>7</sup> Там же.



теоретической основой современной методологии программно-целевого планирования. При этом следует отметить, что за последние 50–60 лет парадигма системного подхода к исследованию проблем развития технических систем стала всеобщей и безальтернативной. В то же время результаты фундаментальных научных открытий в области самоорганизации не могли не сказаться на содержании системного подхода. Конечно, вплоть до 1990-х гг. синергетический подход, ввиду недостаточной разработанности методологического и понятийного аппарата его научной основы – теории самоорганизации, трудно было применить в области программно-целевого планирования развития сложных технических систем. Известные теоретические исследования в области самоорганизации объективно проводились на протяжении всего XIX в. и почти всего XX в. в основном на фундаментальном естественнонаучном уровне, то есть весьма далеко от проблем программно-целевого планирования. Только в последние годы появились практические приложения теоретических положений самоорганизации к сложным динамическим системам<sup>8</sup> [17].

Таким образом, на рубеже XX и XXI вв. объективно возникло противоречие между возрастающими требованиями к качеству программных документов в области ПЦП развития сложных технических систем и необходимостью использования современных методов и технологий их обоснования. Именно поэтому методология обоснования ГП настоятельно требует дальнейшего совершенствования, в том числе на основе принципов самоорганизации. Новый взгляд на теоретическую основу ПЦП можно представить в следующем виде (рис. 5).

Расширение теоретической основы за счет синергетического подхода может привести к преобразованию методологии программно-целевого планирования, основным предназначением которой станет проектирование устойчивой динамики развития сложных систем на долгосрочную перспективу. Такие методологические подходы активно развиваются в ряде научных школ на Западе и в России. В их основе лежат базовые синергетические закономерности научно-технического прогресса [7].

Самый новый подход такого рода – это модель NBIC-конвергенции, разработанная в 2002 г. Национальным научным фондом США. Данная модель описывает развитие нано-, био-, информационных технологий и когнитивной науки. Модель учитывает взаимное влияние и усиление этих областей, когда достижения в одной области прямо используются в другой. Она широко используется в США, Германии и ряде других развитых в экономическом отношении стран на уровне правительств, парламентских комитетов и научных фондов для среднесрочного и долгосрочного прогнозирования («технологического предвидения») развития сложных систем. При этом возможны как прямое (*forecasting*), так и обратное прогнозирование (*backcasting*). В последнем случае понимается реконструкция (восстановление) «субдинамик» развития сложной системы (например, в рамках работ по формированию долгосрочных и краткосрочных государственных программ) на основе нормативных (директивных) требований, предъявляемых к ней, исходя из необходимости реализации неких базовых принципов в развитии системы на долгосрочную перспективу.

В современной науке определились в общих чертах контуры новой синергетической парадигмы, а также выявляются ее потенциальные возможности для решения современных и перспективных задач в различных областях человеческой деятельности. Применение принципов самоорганизации видится наиболее эффективным в сфере обеспечения обороны и безопасности государства. Здесь возможна разработка широкого спектра новых технологий, связанных с обеспечением сбалансированного и устойчивого развития оборонно-промышленного комплекса и системы вооружения – как важнейших объектов военно-технической политики государства<sup>9</sup>. Именно поэтому проектирование устойчивой динамики развития сложных технических систем на основе современной теории самоорганизации становится одной из важнейших задач государства на современном этапе. В рамках методологии программно-целевого планирования ключевыми становятся технологии системной интеграции (системного синтеза), существенно дополнить которые в XXI в. призваны технологии самоорганизации.

<sup>8</sup> Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Нелинейная динамика и хаос. Основные понятия: учеб. пособие. М.: КомКнига, 2006. 240 с.; Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение: учеб. пособие. М.: КомКнига, 2006. 208 с.

<sup>9</sup> Леонов А.В., Пронин А.Ю. Инновационно-технологические пути обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 47. С. 2–10.

**Таблица 1**

**Примеры государственных программ развития технических систем**

**Table 1**

**Examples of State programs for the development of technical systems**

Наименование программы	Заказчик-координатор программы
Государственная программа вооружения на 2011–2020 гг.	Минобороны России
Государственная программа Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 гг.»	Минпромторг России
Государственная программа Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса на 2011–2020 гг.»	
Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 гг.»	
Государственная программа Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013–2020 гг.»	Роскосмос
Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий на 2013–2020 гг.»	Минобрнауки России
Государственная программа Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса»	ГК «Росатом»

Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

**Таблица 2**

**Причины самоорганизации**

**Table 2**

**Causes of self-organization**

Причина	Содержание
Целевая	«Ради чего?»; «Обусловленность через цель»; «Цель – это форма, которая еще должна стать внутренне присущей вещи»
Материальная	«Из чего?»; «Все дается дважды: сперва – как возможность, а потом – как действительность»; «Материя дается в возможности, потому что она может получить форму, а когда она существует в действительности, тогда она определена через форму»
Движущая	«Откуда начало движения? Движущее начало»
Формальная	«Что это есть?»; «Форма – это цель, которая уже стала внутренне присущей вещи»; «В возможности одно и то же может быть противоположными вещами, но в реальном осуществлении нет»

Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

**Таблица 3**

**Модель формирования Программы развития базовых военных технологий**

**Table 3**

**A model of formation of a basic military technology development program**

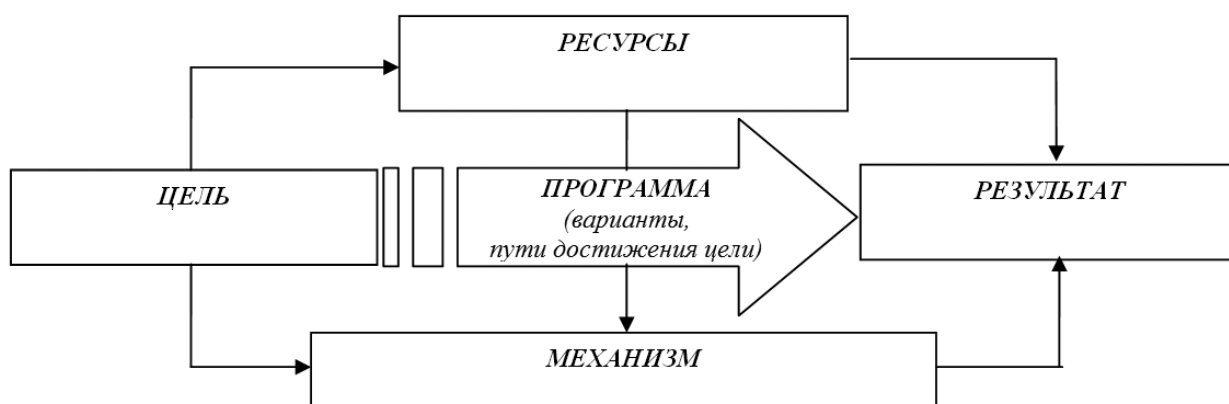
Этапы программно-целевого планирования	Элементы цикла самоорганизации			
	Целеполагание	Формирование вариантов	Выбор	Результат
1. Планирование	Разработка замысла формирования Перечня базовых и критических военных технологий. Сбор и подготовка необходимой информации из внутренних и внешних источников (приоритетные направления развития науки, технологий и техники в РФ, перечень перспективных военно-технических задач, информация о развитии технологий в стране и за рубежом, анализ существующего Перечня)	Формирование структуры Перечня базовых и критических военных технологий	Обоснование и выбор наиболее предпочтительных технологий для включения в проект Перечня	Проект Перечня базовых и критических военных технологий

2. Программирование	Формирование замысла Программы развития базовых военных технологий. Сбор и подготовка необходимой информации из внутренних и внешних источников (Перечень приоритетных образцов, перечень комплексных целевых программ предыдущего программного периода и результаты их выполнения, оценка текущего состояния развития базовых и критических военных технологий относительно мирового уровня)	Формирование возможных вариантов Программы развития базовых военных технологий	Обоснование выбора наиболее рационального варианта Программы развития базовых военных технологий	Программа развития базовых военных технологий
3. Бюджетирование	Формирование потребного объема финансирования Программы развития базовых военных технологий. Сбор и подготовка необходимой информации из внутренних и внешних источников (стоимостные показатели типовых успешных проектов, комплексных целевых программ предыдущего программного периода, дефляторы)	Формирование возможных вариантов финансирования (потребного, минимально-необходимого, критического) Программы развития базовых военных технологий (различных по объемам и заказчикам)	Обоснование выбора наиболее рационального варианта финансирования Программы развития базовых военных технологий	Объем финансирования Программы развития базовых военных технологий
4. Исполнение 5. Контроль	Формирование перечня исполнителей Программы развития базовых военных технологий. Сбор и подготовка необходимой информации из внутренних и внешних источников (перечень предприятий и организаций, участвующих в разработке образцов ВВСТ)	Формирование возможных вариантов реализации Программы (перечни предприятий для участия в конкурсе, требования к организации конкурса)	Обоснование выбора наиболее эффективных вариантов реализации Программы (конкурсное размещение заказа на предприятиях и плана проведения проверок)	Заключение контрактов, осуществление контроля и приемки (реализации) результатов, защита интеллектуальной собственности

Источник: [7]  
Source: [7]

**Рисунок 1**  
Сущность программно-целевого планирования

**Figure 1**  
The essence of program-targeted planning



Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

Рисунок 2

Основные этапы обоснования и формирования государственной программы вооружения

Figure 2

The main stages of justification and formation of a State armament program



Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

Рисунок 3

Принципы самоорганизации в программно-целевом планировании развития системы вооружения

Figure 3

Principles of self-organization in weapon-system program-targeted development planning



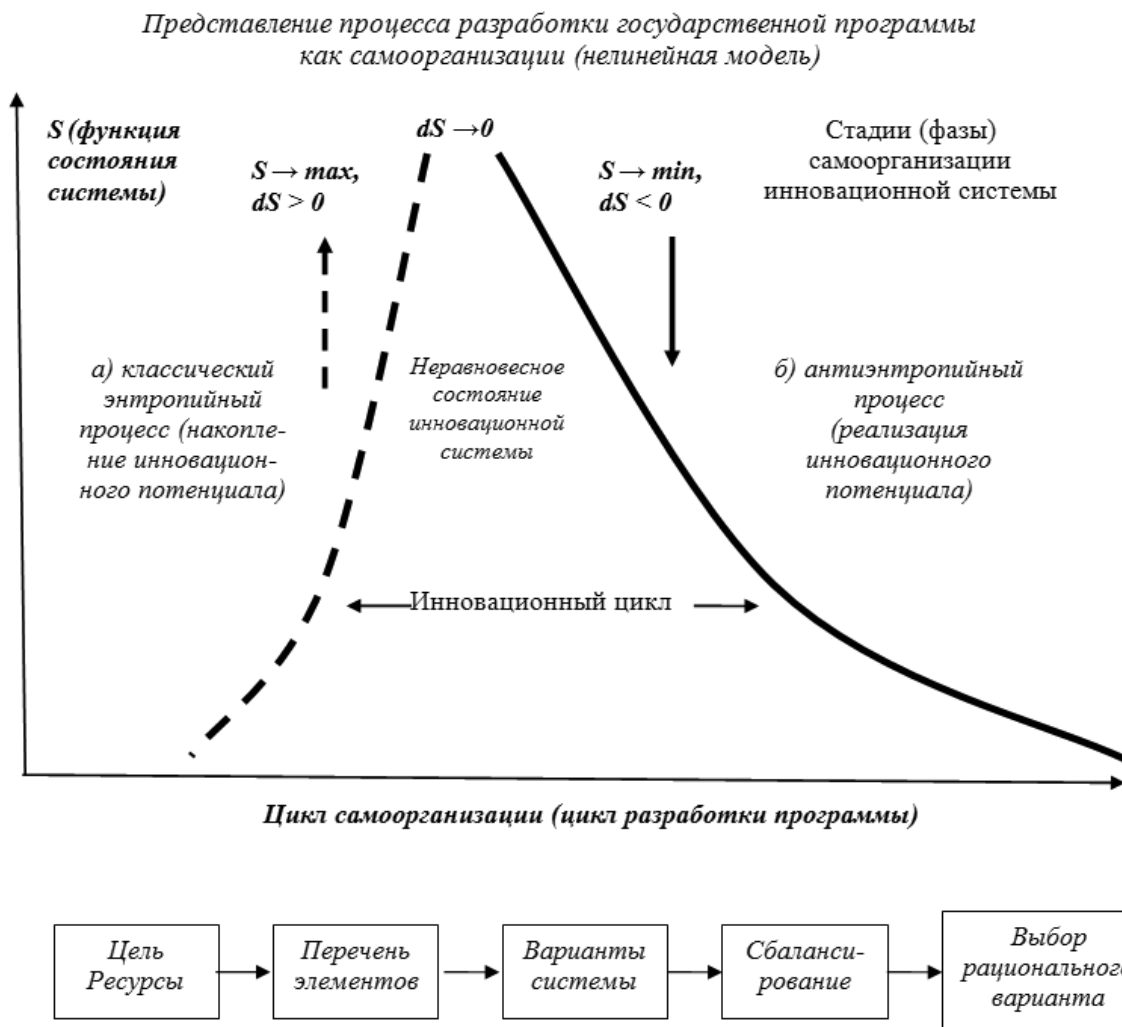
Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

Рисунок 4

Возможные сценарии инновационного процесса в цикле программно-целевого планирования развития сложной системы

Figure 4

Possible scenarios of the innovation process in the cycle of program-targeted planning of a complex system's development



Типовые этапы цикла обоснования государственной программы  
(организация – равновесное упорядочение, линейная модель)

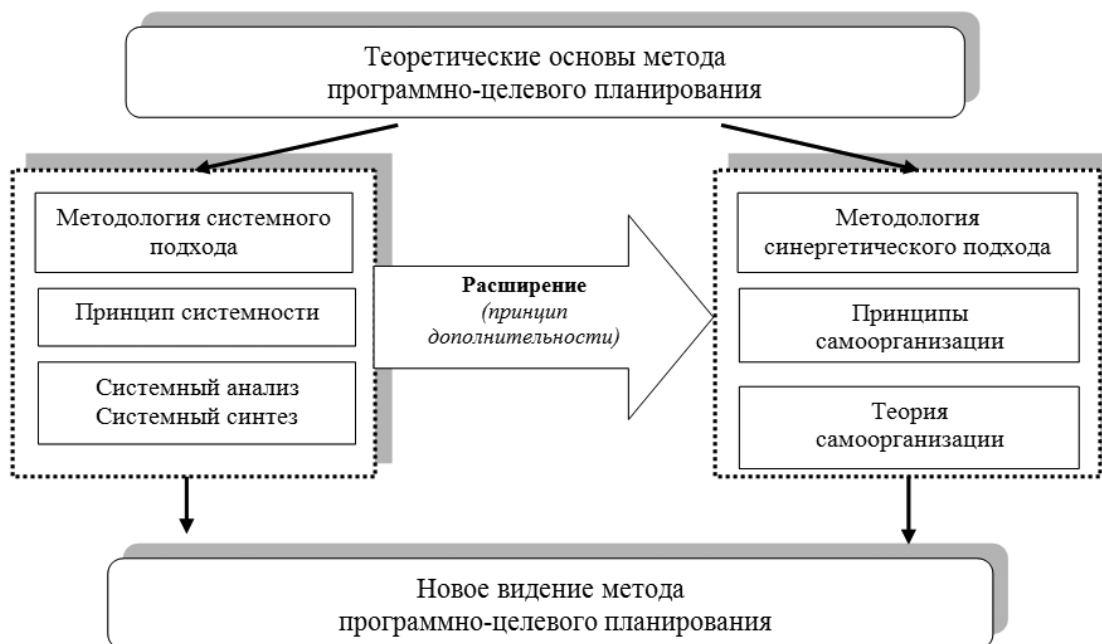
Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

Рисунок 5

Новое представление теоретической основы программно-целевого планирования

Figure 5

A new view on the theoretical framework of program-targeted planning



Источник: составлено авторами  
Source: Authoring

Список литературы

1. Корчак В.Ю., Леонов А.В. Метод программно-целевого планирования // Компетентность. 2008. № 5. С. 14–22; № 6. С. 18–23.
2. Буренок В.М. Эволюция и перспективы программно-целевого планирования развития системы вооружения Российской Федерации // Вооружение и экономика. 2012. № 4. С. 6–19.
3. Брезгин В.С., Буравлев А.И., Буренок В.М. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. М.: Граница, 2012. 512 с.
4. Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием сложных технических систем // Компетентность. 2008. № 7. С. 12–19.
5. Викулов С.Ф. Вопросы эволюции методологии программно-целевого планирования развития сложных систем // Вестник Военного финансово-экономического университета. 2006. № 1. С. 31–34.
6. Чаньшев А.Н. Аристотель. М.: Мысль, 1987. 221 с.
7. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. Тверь: Купол, 2009. 624 с.
8. Сценарий и перспективы развития России. В кн.: Будущая Россия / под ред. В.А. Садовниченко, А.А. Акаева, А.В. Коротаева, Г.Г. Малинецкого. М.: ЛЕНАНД, 2011. С. 288–304.
9. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. М.: Граница, 2007. 728 с.

10. Пригожин И.Р., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. М.: КомКнига, 2005. 232 с.
11. Пригожин И.Р. От существующему к возникающему: время и сложность в физических науках. М.: КомКнига, 2006. 296 с.
12. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 405 с.
13. Хакен Г., Хакен-Крель М. Тайны восприятия. М.: Центр компьютерных исследований, 2002. 272 с.
14. Курдюмов С.П., Князева Е.Н. Основания синергетики. Синергетическое мировидение. М.: КомКнига, 2005. 240 с.
15. Колесников А.А. Когнитивные возможности синергетики // Вестник РАН. 2003. Т. 73. № 8. С. 727–734.
16. Корчак В.Ю., Леонов А.В. Фундаментальные основы формирования программ развития технических систем // Компетентность. 2007. № 9-10. С. 12–23.
17. Малинецкий Г.Г. Экспертиза как императив российской науки: материалы VIII Международной конференции «Высокие технологии XXI века». М.: Изд-во ИПИМ РАН, 2007. С. 234–241.
18. 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.



## PRINCIPLES OF SELF-ORGANIZATION IN THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF GOVERNMENT PROGRAMS

Aleksandr V. LEONOV<sup>a\*</sup>, Aleksei Yu. PRONIN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> 46th Central Research Institute of RF Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation  
alex.clein51@yandex.ru

<sup>b</sup> 46th Central Research Institute of RF Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation  
pronin46@bk.ru

\* Corresponding author

### Article history:

Received 2 March 2016  
Received in revised form  
21 March 2016  
Accepted 14 May 2016

**JEL classification:** G18, G28,  
H11, O21

**Keywords:** self-organization,  
principle, State program, program-  
targeted planning, methodology

### Abstract

**Subject** The article discusses the ways to use modern principles of self-organization, one of the topical directions of further refining the program planning methodology, along with the traditional systems approach and principle of consistency.

**Objectives** The purposes of the article are a comprehensive analysis of the essence and principles of self-organization in program-targeted planning of complex engineering systems' development, and a clarification of the theoretical framework of program-targeted planning by sharing a systems approach and synergistic approach (the self-organization theory).

**Methods** We analyzed the content of program-target planning and established its fundamental similarities with the causal mechanism of self-organization of Aristotle. On the basis of a retrospective analysis of foreign and domestic experiences in the program-targeted planning of sophisticated military-technical systems, we determined principles and the physical essence of self-organization.

**Results** We attempted to understand the process of program-oriented planning of the development of complex engineering systems as a process of controlled self-organization; we identified goals, causes, conditions and driving forces of self-organization. We formulate the principles and criteria of self-organization in target planning development of innovative systems. As well we refined the theoretical-methodological base of program-targeted planning and specified prospects for its use for designing sustainable development dynamics of complex systems for the long term.

**Relevance** The results of our research may be useful when developing and implementing long-term development programs of complex technical systems, identifying ways and means to achieve sustainable development of complex engineering systems in the sphere of socio-economic development, defense and national security of the Russian Federation.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2016

### Acknowledgments

The article was supported by the Russian Federation President research grant for young scholars, grant No. 7627.2015.10.

### References

1. Korchak V.Yu., Leonov A.V. [A method of program-targeted planning]. *Kompetentnost' = Competence*, 2008, no. 5, pp. 14–22, no. 6, pp. 18–23. (In Russ.)
2. Burenok V.M. [Evolution and prospects of program-targeted planning development of weapons in the Russian Federation]. *Vooruzhenie i ekonomika = Arms and Economics*, 2012, no. 4, pp. 6–19. (In Russ.)
3. Brezgin V.S., Buravlev A.I., Burenok V.M. *Metodologiya programmno-tselevogo planirovaniya razvitiya sistemy vooruzheniya na sovremennom etape* [A methodology of program-oriented planning of development of weapons systems at the present stage]. Moscow, Granitsa Publ., 2012, 512 p.
4. Korchak V.Yu. [Program-oriented planning and management of the creation of complex technical systems]. *Kompetentnost' = Competence*, 2008, no. 7, pp. 12–19. (In Russ.)
5. Vikulov S.F. [Evolution of the methodology of program-oriented planning of complex systems]. *Vestnik Voennogo finansovo-ekonomicheskogo universiteta = Bulletin of Military Finance and Economics University*, 2006, no. 1, pp. 31–34. (In Russ.)

6. Chanyshv A.N. *Aristotel'* [Aristotle]. Moscow, Mysl' Publ., 1987, 221 p.
7. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. *Razvitie voennykh tekhnologii XXI veka: problemy, planirovanie, realizatsiya* [The development of military technologies of the 21st century: problems, planning, implementation]. Tver, Kupol Publ., 2009, 624 p.
8. *Stsenarii i perspektivy razvitiya Rossii. V kn.: Budushchaya Rossiya* [Development scenarios and prospects for Russia. In: The future of Russia]. Moscow, LENAND Publ., 2011, pp. 288–304.
9. Burenok V.M., Kosenko A.A., Lavrinov G.A. *Tekhnicheskoe osnashchenie Vooruzhennykh Sil Rossiiskoi Federatsii: organizatsionnye, ekonomicheskie i metodologicheskie aspekty* [The Armed Forces of the Russian Federation equipment: the organizational, economic, and methodological aspects]. Moscow, Granitsa Publ., 2007, 728 p.
10. Prigogine I.R., Stengers I. *Vremya, khaos, kvant. K resheniyu paradoksa vremeni* [Time, Chaos, Quantum. On solution of the clock paradox]. Moscow, KomKniga Publ., 2005, 232 p.
11. Prigogine I.R. *Ot sushchestvuyushchemu k vznikayushchemu: vremya i slozhnost' v fizicheskikh naukakh* [From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences]. Moscow, KomKniga Publ., 2006, 296 p.
12. Haken G. *Sinergetika* [Synergetics]. Moscow, Mir Publ., 1980, 405 p.
13. Haken G., Haken-Krehl M. *Tainy vospriyatiya* [Secrets of Perception]. Moscow, Tsentr komp'yuternykh issledovaniy Publ., 2002, 272 p.
14. Kurdyumov S.P., Knyazeva E.N. *Osnovaniya sinergetiki. Sinergeticheskoe mirovidenie* [Foundations of Synergetics. The synergistic vision of the world]. Moscow, KomKniga Publ., 2005, 240 p.
15. Kolesnikov A.A. [Cognitive features of synergetics]. *Vestnik RAN = Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2003, vol. 73, no. 8, pp. 727–734. (In Russ.)
16. Korchak V.Yu, Leonov A.V. [Fundamentals of formation of programs for the development of technical systems]. *Kompetentnost' = Competence*, 2007, no. 9-10, pp. 12–23. (In Russ.)
17. Malinetskii G.G. [Examination as an imperative of Russian Science]. *Vysokie tekhnologii XXI veka – materialy VIII Mezhdunarodnoi konferentsii* [Proc. 8th Int. Conf. High Technologies of the 21st Century]. Moscow, Institute of Applied Mathematics of RAS Publ., 2007, pp. 234–241.
18. Burenok V.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu. *Voенно-ekonomicheskie i innovatsionnye aspekty integratsii netraditsionnykh vidov oruzhiya v sostav sistemy vooruzheniya* [Military-economic and innovative aspects of the integration of non-conventional weapons in the weapons system]. Moscow, Granitsa Publ., 2014, 240 p.