

ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ПЛАНОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, РАЗРАБОТОК И ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ

Баришполец В. А.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук, <http://www.ccas.ru>
119333 Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 30 января 2015

В статье рассматривается подход к формированию долгосрочных планов научных исследований, разработок и производства в отрасли промышленности на основе целевых прогнозов жизненных циклов и сквозных планов перспективных сложных технических и человеко-машинных систем (СТС и ЧМС), идея которого была предложена в работе [1]. Главную роль в процессе планирования играет система взаимосвязанных матриц «цели-средства», обеспечивающих системный подход при формировании планов.

Ключевые слова: план, наука, техника, планирование, сложная техническая система, человеко-машинная система, научные исследования, разработка образцов техники, серийное производство, матрица «цели-средства».

УДК 519.61

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ (48)
 2. СОЗДАНИЕ МАССИВА ЦЕЛЕВЫХ ПРОГНОЗОВ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ И СКВОЗНЫХ ПЛАНОВ СТС (ЧМС) (49)
 3. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ МАТРИЦ "ЦЕЛИ-СРЕДСТВА" (50)
 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ (54)
- ЛИТЕРАТУРА (54)

1. ВВЕДЕНИЕ

В зависимости от длительности планового периода различают *краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное планирование*. При планировании развития науки и техники в нашей стране краткосрочными планами являются годовые планы, среднесрочными – пятилетние, а долгосрочными – планы, которые рассчитаны на сроки, занимающие несколько пятилетий. Эти виды планов различаются не только сроками, но и по содержанию.

Рассмотрим, например, план выпуска образцов техники какой-либо отрасли промышленности. При краткосрочном планировании планируется производство установленной на начало года номенклатуры образцов техники. При среднесрочном планировании планируется производство образцов техники с новыми, но

технически достижимыми характеристиками. Это означает, что в сферу среднесрочного планирования включается планирование ОКР, подготовки производства и капитального строительства. Долгосрочный план является перспективным и проблемным в том смысле, что планируется выпуск образцов техники, которые представляются перспективными с точки зрения сегодняшнего дня, но разработка и производство которых представляет собой проблему (проблемы). В сферу долгосрочного планирования попадают все фазы жизненного цикла образцов новой техники, начиная с проработки замысла перспективного образца и кончая его серийным производством.

Таким образом, только при долгосрочном планировании представляется возможность осуществить сквозное планирование и управление развитием образцов новой техники, начиная с проработки замысла и кончая серийным производством и эксплуатацией [2]. На базе долгосрочного планирования происходит интеграция науки и производства. Долгосрочные планы служат основой формирования среднесрочных и краткосрочных планов, вследствие чего качество последних существенно повышается

за счет придания им целевой направленности. Долгосрочное планирование должно осуществляться с проработкой многих альтернативных вариантов, что невозможно без широкого применения системного анализа, методов исследования операций, экономико-математических методов и ЭВМ. Кроме того, необходимо также отметить, что долгосрочные планы должны быть скользящими, то есть корректироваться через 2-3 года. Скользящий характер долгосрочных планов предполагает, что соответствующими службами непрерывно производятся предшествующие этим планам прогнозы, например, в области науки, техники, экономики, развития внешнего мира и т.д.

2. СОЗДАНИЕ МАССИВА ЦЕЛЕВЫХ ПРОГНОЗОВ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ И СКВОЗНЫХ ПЛАНОВ СТС (ЧМС)

Рассмотрим, как должно происходить формирование долгосрочных планов научных исследований, разработок и производства СТС (ЧМС) применительно к машиностроительным и электронно-приборостроительным отраслям на примере комплексов вооружения и военной техники (ВВТ). Глобальные задачи Вооруженных Сил (защита государства в ракетно-ядерной войне, защита государства в безъядерной войне и т.д.), в конечном счете, разветвляются как расчетные боевые задачи, т.е. задачи, ориентированные на вооружение и военную технику. Комплексы ВВТ, выпускаемые каждой такой отраслью, предназначаются для решения множества расчетных боевых задач:

$$P(t) = \{p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t)\}, \quad (1)$$

которое является функцией времени t (p_i – единичная задача или элемент множества задач).

Из каждой задачи множества $P(t)$ вытекают требования к ВВТ, с помощью которой она будет решаться. Поскольку некоторые задачи потребуют создания новых комплексов, то исходя из этого формулируется множество заданий на разработку их целевых прогнозов жизненных циклов. После осуществления прогнозов формируется массив целевых прогнозов жизненных циклов перспективных комплексов ВВТ $V^*(t)$. Процесс прогнозирования должен быть непрерывным. Задания на прогнозы должны разрабатываться

периодически (например, ежегодно). Также периодически должно происходить пополнение и обновление (корректировка) массива целевых прогнозов жизненных циклов перспективных комплексов ВВТ. Каждый целевой прогноз жизненного цикла комплекса ВВТ носит многоальтернативный характер, а количество целевых прогнозов жизненных циклов в массиве всегда должно превосходить число, которое в соответствии с финансовыми ограничениями можно будет включить в долгосрочный план выпуска комплексов ВВТ отрасли промышленности.

Массив целевых прогнозов жизненных циклов перспективных комплексов ВВТ указывает на потенциальные возможности научно-технического прогресса в отрасли в смысле создания новых комплексов ВВТ.

При формировании долгосрочных планов научных исследований, разработок и производства комплексов ВВТ отрасли промышленности необходимо из множества целевых прогнозов жизненных циклов выбрать подмножество $V(t) \subset V^*(t)$ таким образом, чтобы, с одной стороны, наилучшим образом решались задачи (1), а с другой, – удовлетворялись бы финансовые ограничения по заказам на научные исследования, разработки и серийное производство. По мере создания комплексов ВВТ массив целевых прогнозов жизненных циклов $V(t)$ также служит базой для формирования совокупности их сквозных планов $W(t)$, которые содержат всю необходимую информацию для составления соответствующих среднесрочных планов.

На основе массива целевых прогнозов жизненных циклов перспективных комплексов ВВТ $V(t)$ и совокупности сквозных планов $W(t)$ осуществляется программно-целевое планирование и управление научно-техническим прогрессом в каждой отрасли промышленности (рис. 1). Соответствующие решения в год планирования принимаются, исходя из задач $P(t)$ с учетом как финансовых ограничений, так научно-технических и производственных возможностей. Очевидно, что оценить эти возможности можно только путем проведения различных оптимизационных и балансовых расчетов с помощью ЭВМ. Таким образом,

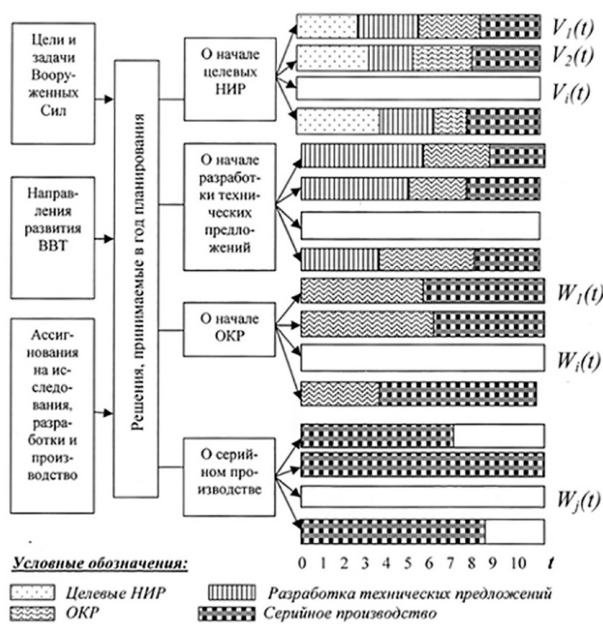


Рис. 1. Схема программно-целевого планирования и управления научно-техническим прогрессом в отрасли промышленности.

программно-целевой подход к планированию и управлению научно-техническим прогрессом в отрасли промышленности обеспечивает увязку планов развития науки и техники с планами производства, капитального строительства и материально-технического снабжения.

3. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ МАТРИЦ «ЦЕЛИ-СРЕДСТВА»

При формировании долгосрочных планов научных исследований, разработки и производства комплексов ВВТ необходимо учитывать фактор взаимопользования, когда один комплекс ВТ используется для решения нескольких расчетных боевых задач или одна задача решается с помощью нескольких комплексов, когда для выполнения какого-либо прикладного исследования требуются результаты ряда фундаментальных исследований, или результаты одного фундаментального исследования могут быть использованы при проведении нескольких прикладных исследований и т.д.

Взаимосвязь между расчетными боевыми задачами, комплексами ВВТ, разработками, прикладными, фундаментальными и поисковыми научными исследованиями может быть установлена с помощью матриц «цели-средства».

Под матрицами с таким названием понимаются некие таблицы, позволяющие установить структурные и количественные

связи экспертного характера между некоторым множеством задач (целей) Y и множеством средств X , с помощью которых, по мнению экспертов, могут быть решены эти задачи.

Пусть множества X и Y некоторым образом упорядочены и состоят, соответственно, из m средств и n задач. Заметим, что в общем случае то или иное средство x_i ($1 \leq i \leq m$) может использоваться для решения более чем одной задачи из множества Y , а та или иная задача y_j ($1 \leq j \leq n$) может решаться несколькими разными средствами из множества средств X . Поэтому при формировании матрицы «цели-средства» в первую очередь встает вопрос о выявлении подмножеств задач $Y_i \subset Y$, которые можно решать, используя средство $x_i \in X$.

Подмножества Y_i для новых средств $x_i \in X$ формируются, главным образом, специалистами по развитию средств решения задач из рассматриваемого множества Y . Если, например, множество Y — множество расчетных боевых задач, а x_i — новый комплекс ВВТ, то для определения подмножества Y_i экспертами нужного профиля являются специалисты по разработкам комплексов того типа ВВТ, к которому относится комплекс x_i .

Что касается существующих средств x_i , то в этом случае в формировании подмножеств Y_i заметную роль играют специалисты по решению задач, так как именно в процессе практического использования средства выявляются его действительные возможности.

Следует отметить, что при формировании подмножеств Y_i у экспертов может возникать представление о более широких возможностях использования средств $x_i \in X$, что в конечном итоге может привести и приводит к расширению множества решаемых задач по отношению к исходному множеству Y .

После того, как подмножества Y_i сформированы, можно выписать матрицу «цели-средства» $H = |||h_{ij}|||_{m,n}$, отображающую установленные экспертным путем структурные связи между множествами X и Y (рис. 2). Для средства x_i ($1 \leq i \leq m$) элементы матрицы H определяются следующим образом:

	y_1	y_2	y_j	y_n	
x_1					X
x_2					
\dots					
x_i			h_{ij}		
\dots					
x_m					

Рис. 2. Матрица «цели-средства».

$$h_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } y_j \in Y_i, \\ 0, & \text{если } y_j \notin Y_i. \end{cases}$$

С помощью матрицы H в свою очередь можно сформировать множества

$$X_j = \{x_i \in X \mid h_{ij} = 1, (1 \leq i \leq m)\}$$

средств, каждое из которых позволяет решать задачу $y_j \in Y$.

Выявленная структура связей между множествами средств X и целей Y дает возможность перейти к определению количественных связей между этими множествами, позволяющих оценивать эффективность применения того или иного, средства $x_i \in X$ для решения задачи $y_j \in Y$. Экспертами в этом вопросе являются, главным образом, специалисты по решению задач, которые, рассматривая возможности каждого имеющегося средства $x_i \in X_j$ для решения задачи y_j , оценивают в каких-либо принятых единицах эффективность применения этого средства.

Рассмотрим два простейших примера определения эффективности средств по отношению к задаче. Пусть Y – множество расчетных боевых задач, а X – множество комплексов ВВТ, обеспечивающих решение этих задач. Тогда в качестве меры эффективности использования комплекса ВТ $x_i \in X_j$ для решения задачи y_j можно, например, принять величину $1/k_{ij}$ или $1/c_i k_{ij}$, где k_{ij} – полученная экспертным путем оценка количества единиц комплекса ВТ x_i , необходимых для решения задачи y_j , а c_i – стоимость этого комплекса.

Другой пример. Пусть Y – множество требующих численного решения математических задач, а X – множество имеющихся алгоритмов их решения, и пусть алгоритм $x_i \in X$ позволяет решать задачу $y_j \in Y$. Тогда в качестве меры эффективности применения алгоритма x_i к задаче y_j можно взять величину $1/\tau_{ij}$, где τ_{ij} – полученная экспертным путем оценка времени, затрачиваемого неким вычислительным устройством на получение решения задачи y_j при помощи этого алгоритма. Естественно, что при оценке различных алгоритмов из множества X в этом случае эксперты должны ориентироваться на одно и то же вычислительное устройство.

Обработка экспертных оценок эффективности средств X по отношению к задачам Y позволяет сформировать матрицу «цели-средства» $H = ||h_{ij}||_{m,n}$, элементы которой определяются следующим образом: $h_{ij} = 0$, если средство x_i не позволяет решать задачу y_j , в противном случае элементы $h_{ij} > 0$ и характеризуют эффективность средства x_i по отношению к задаче y_j . Кроме характеристики эффективности средств X , элементы $h_{ij} > 0$ матрицы H могут нести и другую смысловую нагрузку. Например, для комплексов ВВТ значение h_{ij} может указывать, на какой фазе жизненного цикла находится комплекс $x_i \in X$.

Таким образом, матрица H дает наглядное представление о том, с помощью каких средств решается какая-либо задача из множества Y и как то или иное средство используется для решения нескольких задач. В процессе анализа матрицы «цели-средства» может выясниться, что в множестве X для некоторых задач или вообще нет средств решения, то есть соответствующие множества $X_j = \emptyset$, или имеющиеся средства не обеспечивают достаточно эффективного решения этих задач. Тогда для успешного решения всех задач из множества Y необходимо найти или создать по крайней мере еще одно средство, чтобы с его помощью можно было решать задачи, необеспеченные или плохо обеспеченные представленными в множестве X средствами.

Вернемся теперь к формированию программ заказов на ВВТ. Матрицы «цели-средства» позволяют устанавливать связи экспертного характера между расчетными боевыми задачами,

множеством комплексов ВВТ, необходимых для решения этих задач, множеством необходимых разработок комплексов ВВТ, множеством обеспечивающих эти разработки прикладных, фундаментальных и поисковых исследований. Кроме того, эти матрицы удобны для систематизации и расширения множества расчетных боевых задач и средств их решения.

Обозначим матрицы «задачи–комплексы ВВТ» через $\Gamma^*(t) = \|\gamma_{ij}^*(t)\|$. Поскольку $t = 1, 2, \dots, T$, то матрица строится на каждый год/планируемого периода T . Каждому столбцу матриц $\Gamma^*(t)$ соответствует элемент множества задач (1.1), а каждой строке – элемент $q^*(t)$ множества $\mathcal{Q}^*(t)$ комплексов ВВТ, т.е. $\mathcal{Q}^*(t) = \{q_1^*(t), \dots, q_m^*(t)\}$. Все отличные от нуля элементы $\gamma_{ij}^*(t)$ в j -м столбце указывают на всю совокупность комплексов ВВТ, которые могут использоваться при решении j -й задачи. Все отличные от нуля элементы $\gamma_{ij}^*(t)$ в i -й строке указывают на возможность использования i -го комплекса ВВТ при решении ряда боевых задач (ракеты и самолеты для различных видов Вооруженных Сил, управляемые противотанковые снаряды и снаряды воздушного боя и т.д.). Кроме того, элемент $\gamma_{ij}^*(t)$ в зависимости от принимаемого значения может указывать, в каком состоянии находится комплекс ВВТ: в стадии производства и эксплуатации или же на одной из других фаз жизненного цикла (проведение целевых НИР, разработка технических предложений и т.д.).

Из анализа матриц $\Gamma^*(t)$ устанавливается, какие расчетные боевые задачи $P(t) \subset P^*(t)$ плохо или совсем не обеспечены ВВТ, и это служит решающим фактором при выборе множества разработок (ОКР или разработок технических предложений) $\mathcal{Q}(t) = \{q_1(t), \dots, q_m(t)\}$ и образовании матриц «задачи-разработки», которые будем обозначать через $\Gamma(t) = \|\gamma_{ij}(t)\|$. Каждый отличный от нуля элемент $\gamma_{ij}(t)$ указывает на взаимосвязь между задачей $p_j(t)$ и разработкой $q_i(t)$.

Очевидно, не для всех разработок может оказаться задел прикладных научных исследований. Для возможности начала некоторых разработок $\mathcal{Q}^*(T) \subset \mathcal{Q}(t)$ должны быть предварительно получены результаты прикладных исследований. Взаимосвязь между разработками $\mathcal{Q}^*(t) = \{q_1^*(t), \dots, q_m^*(t)\}$ и прикладными

исследованиями $R(t) = \{r_1(t), \dots, r_n(t)\}$ может быть отражена при помощи матриц «разработки–прикладные исследования», которые обозначим $B(t) = \|\beta_{ij}(t)\|$. Элементы $\beta_{ij}(t)$ в этих матрицах играют ту же роль, что и в матрицах $\Gamma(t)$.

Целями для матриц $B(t)$ являются множества $\mathcal{Q}^*(t)$, а средствами – множества $R(t)$. Заметим, что целями прикладных исследований могут являться не только множества $\mathcal{Q}^*(t)$, возникшие из задач $P(t)$, но и множества целей, порожаемые самими исследованиями. Достижение этих целей позволит решать новый класс задач, не содержащихся в исходном множестве $P^*(t)$. Этот факт отражает инициативу исследователей, предлагающих новые задачи, и приводит, следовательно, к расширению столбцов и строк матрицы $\Gamma(t)$.

Как правило, основой для проведения прикладных исследований являются результаты, полученные при проведении фундаментальных и поисковых исследований. Очевидно, не все прикладные исследования в момент времени t могут быть выполнены без предварительного проведения фундаментальных и поисковых исследований. Прикладные исследования группируются по военно-техническим проблемам. Каждую военно-техническую проблему можно рассматривать как цель для проведения фундаментальных и поисковых исследований. При этом одна военно-техническая проблема чаще всего решается в результате проведения ряда фундаментальных и поисковых исследований, ведущихся по различным научным направлениям. Фундаментальные и поисковые научные исследования могут проводиться также в интересах решения нескольких военно-технических проблем.

Имея перечень военно-технических проблем $R^*(t) = \{r_1^*(t), r_2^*(t), \dots, r_n^*(t)\}$ и перечень научных направлений $S(t) = \{s_1(t), s_2(t), \dots, s_k(t)\}$, можно построить матрицы $A(t) = \|\alpha_{ij}(t)\|$, столбцы которых соответствуют военно-техническим проблемам, а строки – научным направлениям. На пересечениях строк и столбцов этих матриц формируется перечень фундаментальных и поисковых научных исследований, которые ведутся по данному научному направлению в интересах решения конкретной военно-технической проблемы, а также элементы $\alpha_{ij}^{\xi}(t)$ ($\xi = \overline{1, k}$, где k – число НИР в перечне), значения которых могут

характеризовать важность научных исследований. Таким образом, каждый элемент $\alpha_{ij}(t)$ матрицы $A(t)$ содержит смысловую и количественную информацию о фундаментальных и поисковых исследованиях, ведущихся по i -му научному направлению в интересах решения j -й военно-технической проблемы.

Как уже отмечалось, в процессе формирования цепочки

$$P(t) \rightarrow Q(t) \rightarrow R(t) \rightarrow S(t)$$

$$\Gamma(t) \quad B(t) \quad A(t)$$

происходит расширение всех участвующих в ней множеств за счет инициативы научных работников, которые считают, что их научные результаты позволят решить новый класс боевых задач. Другими словами, исходное множество расчетных боевых задач $P^*(t)$, вытекающее из задач Вооруженных Сил, расширяется за счет предложений и изобретений научных работников и инженеров. В результате этих двух информационных процессов сверху вниз от задач к науке и снизу вверх от науки к задачам окончательно формируются перечни $P(t)$, $Q(t)$, $R(t)$ и $S(t)$ и матрицы $\Gamma(t)$, $B(t)$ и $A(t)$.

Первоначальные перечни разработок, прикладных, фундаментальных и поисковых научных исследований, как уже указывалось, могут быть получены в результате развертывания цели создания каждого нового комплекса ВВТ на

ряд подцелей, т.е. на основе целевых прогнозов жизненных циклов комплексов ВВТ. На рис. 3 дается наглядное представление этой процедуры, а также связь между последовательностями матриц «цели–средства» $A(t)$, $B(t)$ и $\Gamma(t)$ для одного года. Эти матрицы периодически должны корректироваться в связи с возникновением идей о разработке перспективных комплексов ВВТ.

Заметим, что на этапах прогноза, согласования с заказчиками и т.п. перечни $P(t)$, $Q(t)$, $R(t)$ и $S(t)$ всегда превосходят по объему перечни, которые могут быть включены в планы. Поэтому коснемся частично вопроса о критериях отбора этих перечней для планов работ.

Придадим элементам $\alpha_{ij}^{\xi}(t)$, $\beta_{ij}(t)$ и $\gamma_{ij}(t)$ количественные значения, отражающие степень важности i -го средства для достижения j -й цели. Так, если взять матрицы $\Gamma(t) = ||\gamma_{ij}(t)||$, то здесь необходимо определить важность (предпочтительность) каждой разработки $q_i(t)$ при решении каждой расчетной боевой задачи $p_j(t)$. Для матриц $B(t) = ||\beta_{ij}(t)||$ можно говорить о различной значимости каждой прикладной научно-исследовательской работы $r_i(t)$ для разработки $q_j^*(t)$. Рассматривая матрицу $A(t) = ||\alpha_{ij}(t)||$, можно также указать на важность проведения каждого фундаментального или поискового научного исследования при решении каждой военно-технической проблемы. Таким

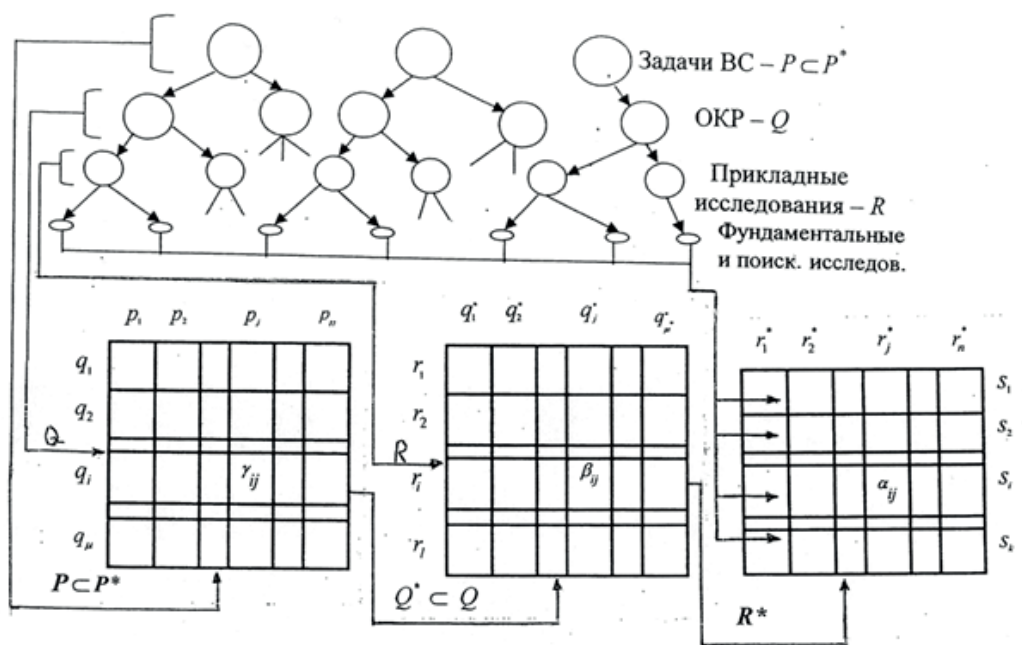


Рис. 3. Формирование планов научных исследований и разработок комплексов ВВТ с помощью матриц «цели–средства».

образом, элементы $\alpha_{ij}^{\xi}(t)$, $\beta_{ij}(t)$ и $\gamma_{ij}(t)$ можно рассматривать как коэффициенты вклада, важности или предпочтительности. Значения этих коэффициентов могут быть получены, в частности, в результате опроса экспертов в соответствующих областях науки, техники и народного хозяйства. Зная численные значения коэффициентов важности $\alpha_{ij}^{\xi}(t)$, $\beta_{ij}(t)$ и $\gamma_{ij}(t)$, можно оценить относительную важность или предпочтительность в данных или прогнозируемых условиях соответствующих разработок, прикладных, поисковых и фундаментальных научных исследований, а также отдельных научных направлений для решения боевых задач. Эти проблемы важности и предпочтительности постоянно возникают при принятии решений по заказам комплексов ВВТ в промышленности, а также при составлении планов научных исследований и разработок. Ранжирование по важности разработок, прикладных, фундаментальных и поисковых исследований существенно при распределении на их выполнение финансовых, материальных и людских ресурсов.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Только при долгосрочном планировании представляется возможным осуществить сквозное планирование и управление развитием образцов новой техники. Долгосрочные планы служат основой формирования среднесрочных и краткосрочных планов

научных исследований, разработок и серийного производства в машиностроительной и электронно-приборостроительной отраслях промышленности. Долгосрочные планы должны формироваться на основе целевых прогнозов жизненных циклов и сквозных планов перспективных СТС и ЧМС с использованием системы взаимосвязанных матриц «цели-средства», обеспечивающих системный подход к планированию фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, опытно-конструкторских разработок и серийного производства СТС и ЧМС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поспелов ГС, Барিশполец ВА, Новиков АС. *Программно-целевое планирование и управление созданием комплексов военной техники*. М., НТЦ «Информатика», 1990, 407 с.
2. Барিশполец ВА. Сквозное планирование и управление созданием сложных технических и человеко-машинных систем. *Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов*. М., ВЦ РАН, 2014, с. 37-53.

Барিশполец Виталий Анатольевич
д.т.н., проф., действительный член РАЕН
ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, в.н.с.
40, ул. Вавилова, 119333 Москва, Россия
+7 499 135 2489, wcan@ccas.ru

PROGRAM-TARGET APPROACH TO THE FORMATION PLANS OF RESEARCH, DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF COMPLEX TECHNICAL AND HUMAN-MACHINE SYSTEMS

Vitaly A. Barishpolets

*Dorodnitsyn Computing Centre of the Russian Academy of Sciences, <http://www.ccas.ru>
40, Vavilova str., 119333 Moscow, Russian Federation
wcan@ccas.ru*

Abstract. The paper reviews the approach to the formation long-term plans of research, development and production in industry-based target predictions of the life cycles and end-to-end plans for future complex technical and human-machine systems (CTS, HMS), the idea of which was suggested in [1]. The main role in the planning process is played by the system of interconnected matrix «means-end», which provides a systematic approach in the formation of plans.

Keywords: plan, science, technology, planning, complex technical system, human-machine system, research, development of equipment, serial production, matrix «means-end».

PACS: 89.75.Fb

Bibliographies – 2 references

RENSIT, 2015, 7(1):48-54

Received 30 January 2015

DOI: 10.17725/rensit.2015.07.048