

Труды МАИ. 2022. № 122
Trudy MAI, 2022, no. 122

Научная статья
УДК 303.732.4
DOI: [10.34759/trd-2022-122-17](https://doi.org/10.34759/trd-2022-122-17)

ПРОЦЕДУРА ФОРМАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ МЕТОДИКИ УЧЕТА ФАКТОРОВ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Алексей Валерьевич Блинов^{1✉}, Дмитрий Анатольевич Разумов²

^{1,2}Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ,
Москва, Россия

¹alexei_alexei_300@mail.ru✉

²DmitriRazumov@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается подход к формализации возможных стратегий реализации программ создания космической техники с учетом стратегических приоритетов и приоритетности программных мероприятий. В процедуре формализации стратегий предлагается использовать последовательность Фишберна и последовательный перебор различных вариантов.

Ключевые слова: фактор, стратегия, двух уровневая система приоритетов, программа создания космической техники

Для цитирования: Блинов А.В., Разумов Д.А. Процедура формализации стратегий как элемент методики учета факторов неопределенности при прогнозировании

показателей реализации программ создания космической техники // Труды МАИ.

2022. № 122. DOI: [10.34759/trd-2022-122-17](https://doi.org/10.34759/trd-2022-122-17)

THE PROCEDURE OF FORMALIZATION OF STRATEGIES AS AN ELEMENT OF THE METHODOLOGY FOR TAKING INTO ACCOUNT UNCERTAINTY FACTORS IN FORECASTING THE INDICATORS OF THE IMPLEMENTATION OF SPACE TECHNOLOGY DEVELOPMENT PROGRAMS

Alexey V. Blinov¹, Dmitry A. Razumov²

^{1,2}Moscow Aviation Institute (National Research University),

Moscow, Russia

¹alexei_alexei_300@mail.ru✉

²DmitriRazumov@yandex.ru

Abstract. In the process of space technology development programs realization, various factors affect the program activities and implementation indicators. Development of respective technique for the factors considering is required. The forecasts of programs realization are based on the variant basics.

The program realization strategies defining is the initial stage of the uncertainty factors considering while the program indicators forecasting. The realization strategies are being based on the goals and priorities of the State policy of the Russian Federation in the field of space activities.

The two-level system of priorities is applied when defining strategies. The first level is strategic priorities based on the priorities of the State policy of the Russian Federation. The second level is the priority of the event within the strategic priority.

Program activities are being distributed among separate groups, affecting various properties of the program. When forming various options for strategies, a sequential search of the formed groups of program activities is used. The program activities priority is distributed by the Fishburn method according to the number of results achieved.

Possible strategy options are sequentially considered. Program activities are being ranked according to the degree of their impact on the contribution to various properties of the program.

The strategy under consideration will focus the allocated resources on the realization of a group of program activities aimed at achieving one of the properties of the program. The results changing of the program activities realization occurs due to the funding redistribution between the various groups activities. The funds of the lower priority groups of program activities are distributed in favor of the activities of the group with the highest priority.

Formation of groups' priority of program activities aimed at achieving various tasks and properties is being performed. Further, the priority group's program activities are filled at the expense of the lower priority group, with account for the effect of the uncertainty factors. Funding redistribution of program activities according to the formed options of strategies takes place.

Sequential consideration of the the program realization options will allow selecting the most rational strategy.

Keywords: factor, strategy, two-level system of priorities, program of creation of space equipment

For citation: Blinov A.V., Razumov D.A. The procedure of formalization of strategies as an element of the methodology for taking into account uncertainty factors in forecasting the indicators of the implementation of space technology development programs. *Trudy MAI*, 2022, no. 122. DOI: [10.34759/trd-2022-122-17](https://doi.org/10.34759/trd-2022-122-17)

В процессе реализации программ создания космической техники (далее - программа) на сроки разработки, создания, объемы финансирования и результаты мероприятий оказывают влияние различные факторы [1]. Это влияние приводит к изменению сроков активного существования космических аппаратов, переносам сроков запусков, аварийности ракет-носителей и изменениям изначально запланированных сроков и результатов программ создания космической техники.

В целях учета факторов, негативно влияющих на реализацию программных мероприятий требуется разработка соответствующей методики при прогнозировании программ [2]. Прогнозы реализации программ основываются на вариантных основах. Так процедура формализации стратегий является одним из элементов методики учета факторов неопределенности при прогнозировании показателей реализации программы и используется для получения возможных вариантов стратегий её реализации.

Показатели реализации программы учитывают затраты, сроки создания космической техники, её перспективность, эффективность использования и отражают реализацию различных свойств программы [3-11]. Показатели позволяют на этапе разработки и реализации программ осуществлять мониторинг их эффективности и соответствие требованиям решаемых задач [12, 13].

Начальным этапом решения задачи учета факторов неопределенности при прогнозировании показателей реализации программы при заданных исходных данных для известных условий и ограничений является определение стратегий реализации программы (S) с учетом целей и приоритетов государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности – стратегических приоритетов программных мероприятий (p_b).

$$S = \{s_k \in S | k = \overline{1, K}\}.$$

Под стратегией реализации программы (s_k) подразумевается набор правил, ограничений и допущений, определяющих назначение мероприятий программы (m_n), сроки их реализации (t_a), приоритетность мероприятий (внутрипрограммные приоритеты) (q_v) и финансовые ресурсы (c_a) по годам программного периода (a).

Формирование стратегий реализации программы базируется на приоритетности реализации программных мероприятий, на которую влияют график распределения финансирования, требования различных законов, правил, приоритетов (Основные положения основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу. Постановление Правительства Российской Федерации "О реализации федерального закона "О поставках продукции для федеральных государственных нужд" от 26 июня 1995 г. N 594 (с изменениями и дополнениями)) [14].

Текущая практика формирования различных вариантов реализации программ основывается лишь на стратегических приоритетах [15]. При определении стратегий применим двух уровневую систему приоритетов мероприятий. Первый уровень –

стратегические приоритеты, второй уровень – приоритетность мероприятия (внутрипрограммный приоритет) внутри стратегического приоритета. Стратегические приоритеты определяются программно-плановыми документами верхнего уровня и остаются неизменными, приоритетность же мероприятия может изменяться в зависимости от рассматриваемых законов, правил, условий.

Процедура направлена на решение задачи получения возможных вариантов стратегий реализации программы и может быть представлена в следующей постановке:

Дано (исходные данные):

$T = \{t_a \in T | a = \overline{1, A}\}$ – длительность реализации программы;

$C = \{c_a \in C | a = \overline{1, A}\}$ – лимиты финансовых ресурсов на выполнение программы, распределенные по годам ее реализации;

$P = \{p_b \in P | b = \overline{1, B}\}$ – стратегические приоритеты мероприятий (задаваемые документами стратегического планирования);

$Q = \{q_v \in Q | v = \overline{1, V}\}$ – приоритетность мероприятия внутри стратегического приоритета (внутрипрограммный приоритет);

$W = \{w_a \in W | a = \overline{1, A}\}$ - результаты (промежуточные и конечные), получаемые в ходе реализации мероприятия, распределенные по годам реализации мероприятия и влияющие на значения показателей реализации;

N – количество программных мероприятий ($n = \overline{1, N}$);

$M = \{m_n(t_n; c_n; p_b; q_v; \overline{w_n}) | n = \overline{1, N}, b = \overline{1, B}, v = \overline{1, V}\}$ – множество выполняемых программных мероприятий, c_n – требуемое финансирование n-ого

мероприятия, p_b - стратегический приоритет n -ого мероприятия, q_v - внутрипрограммный приоритет n -ого мероприятия, \overline{w}_n - совокупность результатов n -ого мероприятия (промежуточные и конечные).

Принимается следующее допущение - перераспределение внутрипрограммных приоритетов программных мероприятий осуществляется на основании количества достигаемых результатов в программном периоде (контрольных событий) - \overline{w}_n .

Ограничения на формирование данных по выбранным объемам финансирования приоритетов:

условие 1 - общий объем финансирования по годам должен соответствовать предусмотренным годовым лимитам финансирования:

$$\sum_{n=1}^N c_n(a) = c_a,$$

условие 2 - допустимая доля снижения финансирования более высокого стратегического приоритета меньше, чем для более низкого приоритета:

$$\Delta_3 c_n < \Delta_2 c_n < \Delta_1 c_n,$$

где Δ - изменение финансирования программных мероприятий,

условие 3 - минимальный не снимаемый остаток финансирования мероприятия обычно составляет 15-20 % от изначально запланированного объема. Для определения размера снижения финансирования используем последовательность Фишберна [16]:

для e -ой сформированной группы с n_e мероприятий имеется объем финансирования программного мероприятия, начальная приоритетность его выполнения и максимальный процент снятия финансирования:

$$\Delta c_{n_e} = c_{n_e} * \alpha * n_e / \sum n_e,$$

где c_{n_e} – объем финансирования программного мероприятия m_n e -ой группы;

α – коэффициент величины перераспределяемого финансирования с учетом не снимаемого остатка;

n_e – порядковый номер (приоритетность) реализации мероприятия m_n в e -ой группе;

$\sum n_e$ – сумма порядковых номеров (приоритетности) реализации мероприятий m_n e -ой группы.

Требуется сформировать:

возможные стратегии реализации программы с учетом стратегических приоритетов и приоритетности программных мероприятий $S (P, Q)$.

Алгоритм определения стратегий реализации программы включает:

Шаг 1 Распределение программных мероприятий на группы, влияющие на различные свойства программы.

Распределим программные мероприятия на отдельные группы (m^e), оказывающие свое влияние на различные свойства программы (рассмотрим следующие свойства: эффективность, перспективность, преемственность и амбициозность):

$$M = m_n^e = \begin{cases} m^{\text{эфф}} \\ m^{\text{перс}} \\ m^{\text{преем}} \\ m^{\text{амб}}, \end{cases}$$

где $m^{\text{эфф}}$ - мероприятия программы, оказывающие наибольшее влияние на такое свойство программы как её эффективность (максимальные значения показателей реализации к концу программно периода);

$m^{\text{перс}}$ – мероприятия программы, оказывающие наибольшее влияние на такое свойство программы как её перспективность (разработка новых технологий, создание научно-технического задела, в рамках программно периода и за его пределами);

$m^{\text{преем}}$ - мероприятия программы, оказывающие наибольшее влияние на такое свойство программы как её преемственность (те мероприятия, срок реализации которых завершается за пределами рассматриваемого временного интервала и которые в программном периоде не влияют на свойства эффективности и перспективности);

$m^{\text{амб}}$ - мероприятия программы, оказывающие наибольшее влияние на такое свойство программы как её амбициозность (уникальные перспективные проекты с мировым приоритетом).

При формировании различных вариантов стратегий, применяя последовательный перебор сформированных групп программных мероприятий, получается $e!$ различных вариантов (e – количество сформированных групп мероприятий) изменений программы в зависимости от количества рассматриваемых свойств программы (таблица 1) [17, 18, 19].

В первой совокупности вариантов реализации программы (стратегии 1-6) наивысший приоритет отдан выполнению программных мероприятий, оказывающих наибольшее влияние на эффективность реализации программы.

Во второй совокупности (стратегии 7-12) - решению приоритетных задач по созданию перспективной космической техники.

В третьей совокупности (стратегии 13-18), в качестве наиболее приоритетной рассмотрена задача выполнения программных мероприятий, оказывающих наибольшее влияние на результаты следующего программного периода и в четвертой совокупности (стратегии 19-24) - выполнение уникальных мировых перспективных проектов.

Таблица 1 – Варианты последовательности реализации групп программных мероприятий

№ стратегии	Последовательность реализации групп программных мероприятий
1	$t^{\text{эфф}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{амб}}$
2	$t^{\text{эфф}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{перс}}$
3	$t^{\text{эфф}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{преем}}$
4	$t^{\text{эфф}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{преем}}$
5	$t^{\text{эфф}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{амб}}$
6	$t^{\text{эфф}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{перс}}$
7	$t^{\text{перс}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{амб}}$
8	$t^{\text{перс}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{преем}}$
9	$t^{\text{перс}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{амб}}$
10	$t^{\text{перс}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{эфф}}$
11	$t^{\text{перс}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{эфф}}$
12	$t^{\text{перс}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{преем}}$
13	$t^{\text{преем}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{перс}}$
14	$t^{\text{преем}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{эфф}}$
15	$t^{\text{преем}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{перс}}$
16	$t^{\text{преем}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{амб}}$
17	$t^{\text{преем}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{амб}}$
18	$t^{\text{преем}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{амб}} > t^{\text{эфф}}$
19	$t^{\text{амб}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{эфф}}$
20	$t^{\text{амб}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{перс}}$
21	$t^{\text{амб}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{перс}}$
22	$t^{\text{амб}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{преем}}$

№ стратегии	Последовательность реализации групп программных мероприятий
23	$t^{\text{амб}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{эфф}} > t^{\text{преем}}$
24	$t^{\text{амб}} > t^{\text{перс}} > t^{\text{преем}} > t^{\text{эфф}}$

Шаг 2 Распределение программных мероприятий по стратегическим приоритетам.

Каждая сформированная группа включает ряд программных мероприятий, направленных на реализацию отдельных свойств программы. В каждой сформированной группе программные мероприятия делятся по отдельным приоритетам – стратегическим приоритетам. Стратегические приоритеты программных мероприятий (p_b) определяются стратегическими приоритетами задач программы, в ходе решения которых выполняются мероприятия. Стратегические приоритеты определяются документами стратегического планирования верхнего уровня и остаются неизменными. Основами государственной политики установлены следующие приоритеты космической деятельности:

$$M = m_n^{eb}.$$

первый приоритет ($b = 1$) – мероприятия, связанные с обеспечением гарантированного доступа Российской Федерации в космос со своей территории, с развитием и использованием космической техники, технологий, работ и услуг в интересах социально-экономической сферы Российской Федерации;

второй приоритет ($b = 2$) – мероприятия, связанные с созданием изделий ракетно-космической техники в интересах науки;

третий приоритет ($b = 3$) – мероприятия, связанные с осуществлением пилотируемых полетов, включая создание научно-технического задела для осуществления проектов в рамках международной кооперации (Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года (утв. Президентом РФ 14 января 2014 г. N Пр-51)).

Шаг 3 Определяется значение приоритетности программных мероприятий внутри сформированных групп и стратегических приоритетов.

$$Q = \{q_v \in Q | v = \overline{1, V}\}.$$

В каждой сформированной группе и стратегическом приоритете также существует отдельная – внутренняя приоритетность реализации мероприятий.

Определяются для каждого мероприятия m_n значения приоритетов:

стратегический приоритет p_b и приоритетность мероприятия q_v внутри стратегического приоритета: $p_b \rightarrow q_v \rightarrow m_n^{b,v}$;

$q_{1_n}^a > q_{\dots n}^a > q_{v_n}^a$, где v – количество внутрипрограммных приоритетов внутри стратегического приоритета p_b , n – номер мероприятия, которое соответствует количеству реализуемых мероприятий внутри стратегического приоритета рассматриваемой группы программных мероприятий.

С учетом приоритетности осуществляется ранжирование мероприятий для распределения (перераспределения, уменьшения) ограниченных объёмов ресурсного обеспечения между программными мероприятиями. Процесс ранжирования

усложняется тем, что мероприятия различаются по своей сложности, ресурсоёмкости, срокам реализации, типам создаваемых продуктов, влиянию на решение задач программы.

Как один из возможных вариантов, распределим приоритетность программных мероприятий по количеству достигаемых результатов (контрольных событий - w) внутри отдельного стратегического приоритета одной из сформированных групп. Так, чем больше значимых контрольных событий запланировано в программном периоде у мероприятия, тем большим приоритетом оно обладает.

Расчет изменений приоритетности осуществляется по следующим соотношениям:

Имеется q_v^0 – начальная приоритетность мероприятий и w_v^0 – начальная совокупность результатов реализации мероприятий:

$$q_v^0 \rightarrow q_v^j \rightarrow \Delta w_v,$$

где q_v^0 – начальная приоритетность мероприятий;

q_v^j – измененная приоритетность мероприятий;

Δw_v – изменение совокупности результатов реализации мероприятий,

имея начальное (w_v^0) и откорректированное (w_v^j) количество результатов мероприятий определяем изменение приоритетности мероприятий:

$$w_v^0 \rightarrow w_v^j \rightarrow \Delta w_v,$$

где w_v^0 – начальная совокупность результатов реализации мероприятий;

w_v^j – измененная совокупность результатов реализации мероприятий,

изменение совокупности результатов реализации мероприятий определяется следующим образом:

$$\Delta w = \frac{w_v^0 - w_v^j}{w_v^0},$$

в результате расчетов могут быть получены следующие варианты:

- если $\Delta w = 0$, то:

$$q_v^j = q_v^0,$$

- если $\Delta w > 0$, то:

$$q_v^j = q_v^0 * \left(1 - \frac{w_v^j}{w_v^0}\right),$$

- если $\Delta w < 0$, то:

$$q_v^j = q_v^0 * \frac{w_v^j}{w_v^0}.$$

Шаг 4 Перераспределение финансирования между программными мероприятиями в зависимости от приоритетности выполнения сформированных групп мероприятий.

Рассмотрим подход к наполнению финансирования программных мероприятий на примере одной из стратегий реализации программы.

Стратегия S_v : группу программных мероприятий, направленных на достижение эффективности реализации программы будем считать наиболее приоритетной. В данной ситуации приоритетность реализации программных мероприятий и сформированных групп и соответственно уровень распределения финансирования по группам в зависимости от приоритетности будет определен следующим образом (стратегия 1 по таблице 1):

$$m^{\text{эфф}} > m^{\text{перс}} > m^{\text{преем}} > m^{\text{амб}}.$$

Программные мероприятия ранжируются по степени своего влияния на вклад в различные свойства программы (вклад в достижение рассматриваемого свойства программы – её эффективность, перспективность, преемственность и амбициозность).

Данная стратегия сосредоточит выделяемые ресурсы на реализацию группы программных мероприятий, направленных на достижение максимальной эффективности реализации программы. Изменение результатов реализации программных мероприятий происходит за счет перераспределения финансирования между работами различных групп (средства менее приоритетных групп программных мероприятий распределяются в пользу мероприятий группы с максимальным приоритетом) (рисунок 1).

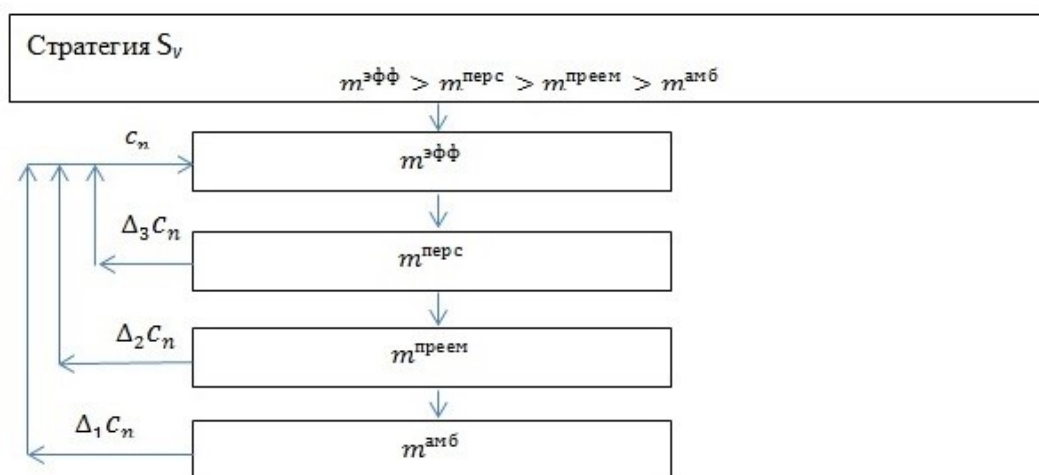


Рисунок 1 – Наполнение группы мероприятий, оказывающей наибольшее влияние на эффективность реализации программы

После формирования приоритетности групп программных мероприятий,

направленных на достижение различных задач и свойств программы выполняется наполнение программных мероприятий приоритетной группы за счет менее приоритетной с учетом влияния факторов неопределенности.

$\Delta_i c$ – изменение финансирования группы программных мероприятий, это та часть средств, которая снимается с менее приоритетных работ в пользу более приоритетных. Для возможных вариантов стратегий должно выполняться условие 2 изменений финансирования (соотношение 2.2).

Полученные значения снятия финансирования с менее приоритетной группы перераспределяются в более приоритетную, далее процесс снятия повторяется для группы с третьим приоритетом и перераспределяется на более приоритетную. Наполнение группы первого приоритета происходит до набора достаточного финансирования для реализации программных мероприятий в запланированном объеме.

Подобное соотношение приоритетности между сформированными группами выполняемых работ (групп мероприятий) позволит сосредоточиться на получении максимального текущего результата – эффективность реализации программы, в меньшей степени на перспективных работах, работах по преемственности и сократит работы, влияющие на амбициозность программы.

Аналогичным образом происходит перераспределение финансирования программных мероприятий по остальным вариантам стратегий в зависимости от изменяемого параметра – приоритетности мероприятий (внутрипрограммного приоритета) (q_v).

Алгоритм определения стратегий реализации программ создания космической

техники представлен на рисунке 2.

Исходные данные

$T = \{t_a \in T | a = \overline{1, A}\}$ – длительность реализации программы;

$C = \{c_a \in C | a = \overline{1, A}\}$ – лимиты финансовых ресурсов на выполнение программы, распределенные по годам ее реализации;

$P = \{p_b \in P | b = \overline{1, B}\}$ – стратегические приоритеты мероприятий;

$Q = \{q_v \in Q | v = \overline{1, V}\}$ – приоритетность мероприятия внутри стратегического приоритета (внутрипрограммный приоритет);

$W = \{w_a \in W | a = \overline{1, A}\}$ – результаты (промежуточные и конечные), получаемые в ходе реализации мероприятия, распределенные по годам реализации мероприятия и влияющие на значения показателей реализации;

$M = m_n(t_n; c_n; p_b; q_v; \overline{w}_n)$ – программные мероприятия, n – количество мероприятий ($n = \overline{1, N}$), c_n – потребное финансирование мероприятия m_n , p_b – стратегический приоритет мероприятия, q_v – внутрипрограммный приоритет мероприятия, \overline{w}_n – совокупность результатов мероприятия (промежуточные и конечные).



Ограничения на формирование стратегий реализации программ создания космической техники
условие 1: общий объем финансирования по годам должен соответствовать предусмотренным годовым лимитам финансирования $\sum_{n=1}^N c_n(a) = c_a$

условие 2: допустимая доля снижения финансирования более высокого стратегического приоритета меньше, чем для более низкого приоритета $\Delta_3 c_n < \Delta_2 c_n < \Delta_1 c_n$

условие 3: минимальный не снимаемый остаток финансирования мероприятия не превышает 15-20 % от изначально запланированного объема $\Delta c_{n_a} = c_{n_a} * \alpha * n_e / \sum n_e$ (α – коэффициент перераспределения финансирования с учетом не снимаемого остатка)



Шаг 1 Распределение программных мероприятий на группы, влияющие на различные свойства

программы, $M = m_n^e = \begin{cases} m^{\text{эфф}} \\ m^{\text{перс}} \\ m^{\text{преем}} \\ m^{\text{амб}} \end{cases}$



Шаг 2 Распределение программных мероприятий по стратегическим приоритетам.

$P = \{p_b \in P | b = \overline{1, B}\}$



Шаг 3 Определяется значение приоритетности программных мероприятий внутри сформированных групп. $Q = \{q_v \in Q | v = \overline{1, V}\}$



Шаг 4 Перераспределение финансирования между программными мероприятиями в зависимости от приоритетности выполнения сформированных групп мероприятий. Условия: $\sum_{n=1}^N c_n(a) = c_a$, $\Delta_3 c_n < \Delta_2 c_n < \Delta_1 c_n$, $\Delta c_{n_e} = c_{n_e} * \alpha * n_e / \sum n_e$

Рисунок 2 – Алгоритм формирования стратегий реализации программ создания космической техники

Результатом процедуры определения стратегий реализации программы являются различные варианты стратегий реализации программы, которые далее используются в методике учета факторов неопределенности при прогнозировании показателей реализации программы для определения результатов выполнения вариантов (стратегий-сценарных условий) программы [20].

Актуальность обновления используемых методик и снижение неопределенности при прогнозировании программ создания космической техники возрастает с каждым годом. Разрабатываемые методики позволяют процесс принятия решений осуществлять на качественно новом уровне. Предложенная в работе процедура определения стратегий реализации программы, может помочь в формировании достаточного количества возможных стратегий программы для выбора более рационального варианта реализации программы.

Список источников

1. Жеребин А.М., Кропова В.В., Русак М.А. Методологический инструментарий оценки рисков реализации программ и планов создания авиационной техники // Труды МАИ. 2012. № 55. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=30109>
2. Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А. Анализ и оценка рисков в бизнесе. - М.: Изд-во Юрайт, 2018. - 381 с.

3. Мальченко А.Н., Макаров Ю.Н., Карасев А.Г, Совершенствование методов программного целевого планирования развития космических средств с учетом инновационных технологий. - М.: НИИ «Энцитех», 2012. – 425 с.
4. Давыдов В.А., Конорев А.А., Макаров Ю.Н., Пайсон Д.Б. Перспективы развития ракетно-космической промышленности с учетом проводимой инновационной политики с стране и международной космической деятельности России. – М.: НИИ «Энцитех», 2008. – 312 с.
5. Макаров Ю.Н., Безбородов В.Г., Лукьященко М.А., Заичко В.А., Симонов М.П., Жиганов А.Н. Состояние и перспективы использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития её регионов. – М.: НИИ «Энцитех», 2014. - 312 с.
6. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. - М.: Граница, 2007. – 425 с.
7. Ключников В.Ю. Методический подход к автоматизации макропроектирования программ космической деятельности // Космонавтика и ракетостроение. 2016. № 6 (91). С. 5–11.
8. Ключников В.Ю., Романов А.А., Тюлин А.Е. Методология создания инновационного научно-технического задела в ракетно-космической отрасли // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2018. Т. 5. № 2. С. 53–64. DOI: [10.30894/issn2409-0239.2018.5.2.53.64](https://doi.org/10.30894/issn2409-0239.2018.5.2.53.64)
9. Ключников В.Ю. Методология целеполагания в области космической деятельности // Космонавтика и ракетостроение. 2015. № 5 (84). С. 11–20.

10. Буренок В.М. (ред.) Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. - М.: Граница, 2013. – 519 с.
11. Буренок В.М. и др. Теория и практика планирования и управления вооружением. - М.: Изд-во «Вооружение. Политика. Конверсия», 2005. – 520 с.
12. Ильина И.Ю. О введении индикаторов эффективности космической деятельности на примере метеорологических систем // Труды МАИ. 2012. № 51. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29124>
13. Kai Zhang, Haiyang Hao, Zhiwen Chen, Steven X. Ding, E.L. Ding. Comparison Study of Multivariate Statistics Based Key Performance Indicator Monitoring Approaches // IFAC Proceedings Volumes, 2014, vol. 47, issue 3, pp. 10628-10633. DOI:[10.3182/20140824-6-ZA-1003.01882](https://doi.org/10.3182/20140824-6-ZA-1003.01882)
14. Мантуров Д.В., Ключков В.В. Методологические проблемы стратегического планирования развития российской авиационной промышленности // Труды МАИ. 2012. № 53. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29364>
15. Райзберг Б.А., Лобко А.Г. Программно-целевое планирование и управление. - М.: ИНФРА-М, 2002. - 428 с.
16. Макарова И.Л. Анализ методов определения весовых коэффициентов в интегральном показателе общественного здоровья // Символ науки. 2015. № 7. С. 87–95.
17. Сеницын А.К., Навроцкий А.А. Алгоритмы вычислительной математики. – Минск: БГУИР, 2007. – 80 с.
18. Philippe Jorion. Risk Management // Annual Review of Financial Economics, 2010, vol. 2, pp. 347-365. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-073009-104045>

19. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л. Алгоритмы: построение и анализ. - М.: Бином, 2004. - 960 с.

20. Малышев В.В. Методы оптимизации в задачах системного анализа и управления. – М: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. – 440 с.

References

1. Zherebin A.M., Kropova V.V., Rusak M.A. *Trudy MAI*, 2012, no. 55. URL: <http://trudymai.ru/eng/published.php?ID=30109>

2. Kas'yanenko T.G., Makhovikova G.A. *Analiz i otsenka riskov v biznese* (Analysis and risk assessment in business), Moscow, Izd-vo Yurait, 2018, 381 p.

3. Mal'chenko A.N., Makarov Yu.N., Karasev A.G, *Sovershenstvovanie metodov programmogo tselevogo planirovaniya razvitiya kosmicheskikh sredstv s uchetom innovatsionnykh tekhnologii* (Improvement of methods of program target planning of development of space facilities taking into account innovative technologies), Moscow, NII «Entsitekh», 2012, 425 p.

4. Davydov V.A., Konorev A.A., Makarov Yu.N., Paison D.B. *Perspektivy razvitiya raketno-kosmicheskoi promyshlennosti s uchetom provodimoi innovatsionnoi politiki s strane i mezhdunarodnoi kosmicheskoi deyatel'nosti Rossii* (Prospects for the development of the rocket and space industry taking into account the ongoing innovation policy in the country and international space activities of Russia), Moscow, NII «Entsitekh», 2008, 312 p.

5. Makarov Yu.N., Bezborodov V.G., Luk'yashchenko M.A., Zaichko V.A., Simonov M.P., Zhiganov A.N. *Sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya rezul'tatov kosmicheskoi*

deyatelnosti v interesakh modernizatsii ekonomiki Rossiiskoi Federatsii i razvitiya ee regionov (The state and prospects of using the results of space activities in the interests of modernization of the economy of the Russian Federation and the development of its regions), Moscow, NII «Entsitekh», 2014, 312 p.

6. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. *Programmno-tselevoe planirovanie i upravlenie sozdaniem nauchno-tekhnicheskogo zadela dlya perspektivnogo i netraditsionnogo vooruzheniya* (Program-target planning and management of the creation of scientific and technical reserve for advanced and unconventional weapons), Moscow, Granitsa, 2007, 425 p.

7. Klyushnikov V.Yu. *Kosmonavtika i raketostroenie*, 2016, no. 6 (91), pp. 5–11.

8. Klyushnikov V.Yu., Romanov A.A., Tyulin A.E. *Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy*, 2018, vol. 5, no. 2, pp. 53–64. DOI: [10.30894/issn2409-0239.2018.5.2.53.64](https://doi.org/10.30894/issn2409-0239.2018.5.2.53.64)

9. Klyushnikov V.Yu. *Kosmonavtika i raketostroenie*, 2015, no. 5 (84), pp. 11–20.

10. Burenok V.M. *Metodologiya programmno-tselevogo planirovaniya razvitiya sistemy vooruzheniya na sovremennom etape* (Methodology of program-target planning of the development of the weapons system at the present stage), Moscow, Granitsa, 2013, 519 p.

11. Burenok V.M. et al. *Teoriya i praktika planirovaniya i upravleniya vooruzheniem* (Theory and practice of planning and management of armament), Moscow, Izd-vo «Vooruzhenie. Politika. Konversiya», 2005, 520 p.

12. Il'ina I.Yu. *Trudy MAI*, 2012, no. 51. URL: <http://trudymai.ru/eng/published.php?ID=29124>

13. Kai Zhang, Haiyang Hao, Zhiwen Chen, Steven X. Ding, E.L. Ding. Comparison Study of Multivariate Statistics Based Key Performance Indicator Monitoring Approaches, *IFAC Proceedings Volumes*, 2014, vol. 47, issue 3, pp. 10628-10633. DOI:[10.3182/20140824-6-ZA-1003.01882](https://doi.org/10.3182/20140824-6-ZA-1003.01882)
14. Manturov D.V., Klochkov V.V. *Trudy MAI*, 2012, no. 53. URL: <http://trudymai.ru/eng/published.php?ID=29364>
15. Raizberg B.A., Lobko A.G. *Programmno-tselevoe planirovanie i upravlenie* (Program-target planning and management), Moscow, INFRA-M, 2002, 428 p.
16. Makarova I.L. *Simvol nauki*, 2015, no. 7, pp. 87–95.
17. Sinitsyn A.K., Navrotskii A.A. *Algoritmy vychislitel'noi matematiki* (Algorithms of computational mathematics), Minsk, BGUIR, 2007, 80 p.
21. Philippe Jorion. Risk Management, *Annual Review of Financial Economics*, 2010, vol. 2, pp. 347-365. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-073009-104045>
19. Kormen T.Kh., Leizeron Ch.I., Rivest R.L. *Algoritmy: postroenie i analiz* (Algorithms: construction and analysis), Moscow, Binom, 2004, 960 p.
20. Malyshev V.V. *Metody optimizatsii v zadachakh sistemnogo analiza i upravleniya* (Optimization methods in problems of system analysis and management), Moscow, Izd-vo MAI-PRINT, 2010, 440 p.

Статья поступила в редакцию 29.11.2021; одобрена после рецензирования 15.12.2022; принята к публикации 21.02.2022.

The article was submitted on 29.11.2021; approved after reviewing on 15.12.2022; accepted for publication on 21.02.2022.