

УДК 658.012.23

Н.В. Замирец¹, С.А. Баулин²¹ГП Научно-исследовательский технологический институт приборостроения, Харьков²Национальное космическое агентство Украины, Киев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ГОСУДАРСТВЕННОГО УРОВНЯ НА ОСНОВЕ ФИНАНСОВЫХ И РЕСУРСНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Предложены математические модели профилей ресурсного и финансового обеспечения для моделирования обобщенного плана Общегосударственной космической программы Украины (ОКПУ) на 2008-2012 годы. Рассмотренные в работе профили представляют собой математические модели планов ОКПУ различной степени детализации. Комплекс профилей является моделью обобщенного плана программы, на основании которой на этапе планирования осуществляется проверка корректности обобщенного плана.

Ключевые слова: профиль, математическая модель, обобщенный план, финансы, ресурсы.

Введение

При планировании реализации программы государственного уровня важной задачей является составление планов выполнения всех входящих в нее проектов и согласование этих планов между собой с учетом возможностей исполнителей.

Примером такой программы может служить Общегосударственная космическая программа Украины на 2008-2012 годы (ОКПУ). Она имеет все особенности, присущие программам государственного уровня: объединяет комплекс взаимосвязанных проектов и программ, направленных на решение важных проблем развития государства и отдельных отраслей экономики, которые осуществляются с использованием средств государственного бюджета Украины и согласованы по срокам выполнения, составу исполнителей, ресурсному обеспечению [1].

Системный анализ ОКПУ, основные цели и задачи которой представлены в [2], позволил сделать вывод о необходимости составления множества согласованных планов ее реализации на разных уровнях управления и горизонтах планирования для получения обобщенного плана всей программы.

В процессе составления обобщенного плана проектов и программ последовательно проводятся этапы разработки концептуального плана, организационной структуры программы, иерархической структуры работ, сетевого и календарного планов. На их основании в конечном итоге рассчитываются планы потребления ресурсов во времени $Res(t)$, которые определяют динамику общих затрат на всех уровнях планирования:

$$Zf^{Ur}(t) = f(Res(t)),$$

где $Zf^{Ur}(t)$ - требуемые затраты на ресурсы ОКПУ во времени, $Ur = \langle \text{ОКПУ, ЦП, РКК, ИРКТ, ПД} \rangle$ - уровни ОКПУ, целевых программ, проектов создания ракетно-космических комплексов, проектов создания изделий ракетно-космической техники и проектных действий проектов соответственно.

Эффективное планирование, а следовательно, и дальнейшее управление реализацией ОКПУ как сложной системы, можно осуществить на базе комплексной оценки финансовых и материальных ресурсов и их распределения между проектами. Причем финансовое планирование осуществляется на основе анализа затрат по проектам и имеет своей целью определение возможных объемов финансовых ресурсов, капитала и резервов [3].

При реализации ОКПУ и каждого проекта в ее составе для выработки управляющих воздействий необходимо проводить динамический анализ потребления ресурсов, связанных с ними затрат и анализировать динамику поступления денежных средств на покрытие этих расходов. Для анализа динамики финансирования используются финансовые профили проекта [4], которые также могут быть использованы для планирования и контроля выполнения проектов и программы. Поэтому актуальной задачей при разработке обобщенного плана государственного уровня является разработка моделей финансово и ресурсного обеспечения ОКПУ на различных уровнях планирования с применением аппарата ресурсных и финансовых профилей, что позволит моделировать и анализировать проекты на разных горизонтах планирования и разных уровнях управления. Для этого предлагается модифицировать аппарат финансовых и ресурсных профилей программы и проекта таким образом, чтобы обеспечить возможность совместного анализа комплекса планов на разных горизонтах и уровнях планирования ОКПУ.

Решение задачи

Под **финансовым профилем** будем понимать кривую в пространстве координат «время – денежные средства», отражающей движение денежных средств при выполнении элементов программы государственного уровня. Под **элементом программы** государственного уровня будем понимать структурную единицу программы по уровням ее декомпозиции. В

частности, для ОКПУ как элементы программы рассматриваются проектные действия, программы по созданию ИРКТ, проекты создания РКК, целевые программы и вся ОКПУ в целом. Под **ресурсным профилем** будем понимать кривую в пространстве координат «время – объём ресурсов», отражающей движение ресурсов при выполнении элементов программы государственного уровня. Ресурсные и финансовые профили можно представлять в различном виде, в зависимости от целей их анализа и дальнейшего использования для построения обобщенных планов выполнения ОКПУ. Рассмотрим базовые действия при построении и обработке профилей.

1. Сначала строится исходный профиль, обозначим его $I(t)$, который представляет собой график функции уровня ресурсов или денежных средств во времени.

2. Часто при анализе состояния проекта используется накопленное значение финансовых и ресурсных затрат во времени, в частности для методов освоенного объема [5]. Тогда исходный график $I(t)$ следует преобразовать к виду кумулянты. Обозначим операцию получения кумулятивного профиля как $Kum(I(t))$. Он получается из исходного профиля $I(t)$ путем суммирования всех его значений на заданном интервале с момента начала выполнения элемента ОКПУ.

Если имеет место непрерывный закон изменения параметров элементов программы во времени, то модель кумулятивного профиля определяется как:

$$Kum(I(t)) = I(t^{St}) + \int_{t^{St}}^{t^{Md}} I(t) dt, \quad (1)$$

где $I(t^{St})$ - значение профиля в момент времени начала элемента программы t^{St} ; интегрирование ведется по переменной t на интервале времени от начала до текущего момента времени t^{Md} , $t^{St} \leq t^{Md} \leq t^{Fn}$, где t^{Fn} - момент окончания элемента ОКПУ.

Если имеет место дискретный закон изменения параметров элементов ОКПУ, то модель кумулятивного профиля определяется как

$$Kum(I(t)) = \sum_{\kappa=0}^{\kappa'(t)} I(\Delta t \cdot \kappa), \quad (2)$$

где Δt – дискретный интервал изменения параметров; κ - определяет количество суммируемых интервалов для текущего момента времени t^{Md} на интервале $t^{St} \leq t^{Md} \leq t^{Fn}$;

$$\kappa'(t) = \left\lceil \frac{t^{Md} - t^{St}}{\Delta t} \right\rceil.$$

Выполнение операций (2) или (3) дает кумулятивный профиль, который отражает накопленные значения исходного профиля в каждый момент времени.

Графически зависимость между исходным и кумулятивным профилем показана на рис. 1.

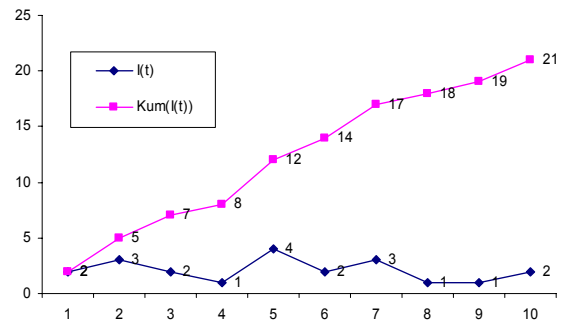


Рис. 1. График кумулятивного профиля

3. Для анализа нескольких графиков введем понятие агрегированного профиля, который получается при объединении нескольких профилей. Операцию агрегирования обозначим как $Ag(I_j(t))$, где $j=1..n$ – элементы программы, которые выполняются в данный момент времени.

Агрегирование осуществляется путём суммирования значений профилей $I_j(t)$ только по тем проектам, которые перекрываются по времени выполнения:

$$Ag(I_j(t)) = \sum_{j=1}^n I_j(t), \quad t_j^{St} \leq t < t_j^{Fn}, \quad (3)$$

где t_j^{St} , t_j^{Fn} – моменты начала и окончания j -того элемента программы. Интервал агрегирования профилей определяется наиболее ранним началом и наиболее поздним завершением рассматриваемых элементов программы:

$$t \in [\min_j(t_j^{St}), \max_j(t_j^{Fn})], \quad j = 1..n.$$

Графическое представление агрегирования профилей представлено на рис. 2.

Профили $I_1(t)$, $I_2(t)$ и $I_3(t)$ являются сходными, а профиль $Ag(I_1(t), I_2(t), I_3(t))$ – агрегированный.

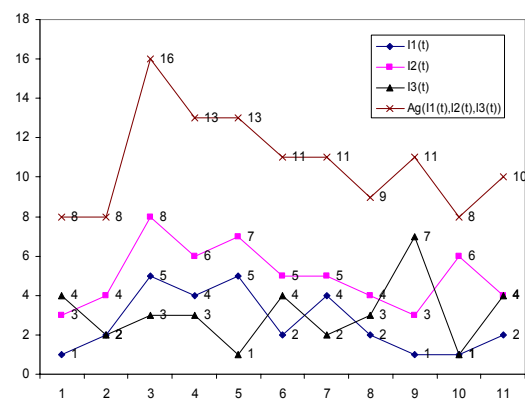


Рис. 2. График агрегированного профиля

4. Для моделирования приостановки выполнения элементов программы и последующего возобновления работ через некоторое время введем операцию сдвига профиля $Sdv(I(t), t_1, \Delta t)$.

При выполнении данной операции часть исходного профиля с момента времени t_1 переносится вправо по оси времени на величину Δt :

$$\text{Sdv}(I(t), t_1, \Delta t) = \begin{cases} I(t), & \text{при } t < t_1 \\ 0, & \text{при } t_1 \leq t < (t_1 + \Delta t) \\ I(t - \Delta t), & \text{при } t \geq (t_1 + \Delta t) \end{cases} \quad (4)$$

Операция (4) позволяет моделировать временную остановку работ с последующим их возобновлением в соответствии с первоначальным планом, но со сдвигом на более поздний срок.

Графически сдвиг профиля представлен на рис. 3. Тонкой линией показан исходный профиль, жирной линией – профиль, полученный в результате сдвига.

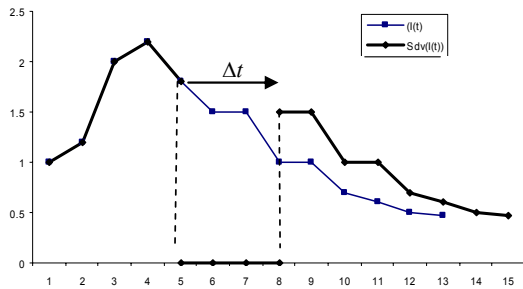


Рис. 3. Графическое представление сдвига профиля

Рассмотренные операции (1) – (4) позволяют оценивать значения ресурсных и финансовых показателей проектов и программы в каждый момент времени. Однако в плановых расчетах обычно оперируют данными об общем значении затрат и поступлений за определенный период. Для получения таких оценок используем операции суммирования и усреднения профилей.

5. Операция суммирования значений профиля $\text{Sym}(I(t), t_1, t_2)$ заключается в определении суммы всех его значений на заданном интервале. Если имеет место непрерывный закон изменения параметров элементов программы во времени, то сумма значений определяется путём интегрирования исходного профиля на заданном интервале $[t_1, t_2]$:

$$\text{Sym}(I(t), t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt. \quad (5)$$

Если имеет место дискретный закон изменения параметров, то сумма значений определяется путём суммирования значений исходного профиля:

$$\text{Sym}(I(t), t_1, t_2) = \sum_{\kappa=0}^{\kappa'} I(t_1 + \kappa \cdot \Delta t); \quad \kappa' = \left\lfloor \frac{t_2 - t_1}{\Delta t} \right\rfloor. \quad (6)$$

Различие между операциями построения кумулятивного профиля (1)-(2) и суммирования значений профиля (5)-(6) состоит в том, что в первом случае результатом является новый профиль, а во втором – число, полученное при суммировании значений исходного профиля на некотором интервале. Поэтому при определении операции построения кумулятивного профиля не задается интервал времени, так как кумулятивный профиль существует на том же интервале, что и исходный. Суммирование же значений может происходить на интервале более узком, чем область существования профиля.

6. Операция усреднения профиля $\text{Srd}(I(t), t_1, t_2)$ заключается в определении среднего значения профиля на интервале (t_1, t_2) :

$$\text{Srd}(I(t), t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \text{Sym}(I(t), t_1, t_2). \quad (7)$$

Операция агрегирования соответствует переходу на верхний уровень управления, на котором руководство рассматривает укрупнённые показатели по нескольким проектам. Операции суммирования и усреднения соответствуют переходу на более продолжительный горизонт планирования, на котором руководство рассматривает усреднённые показатели проекта по достаточно крупным календарным периодам. Результатом выполнения операций агрегирования, кумулятивного профиля и сдвига являются профили, а операций суммирования и усреднения – числа.

Предложенные операции позволяют построить модели ресурсного и финансового обеспечения планов ОКПУ с различной степенью детализации. Для построения математической модели обобщенного плана ОКПУ воспользуемся операциями (1) – (7) в отношении финансовых и ресурсных профилей элементов программы. Финансовый план ОКПУ отражает сроки выполнения и объемы финансирования элементов программы с разбивкой на этапы. Поэтому математическую модель финансового плана ОКПУ можно представить через финансовый профиль поступлений денежных средств:

$$\text{Dp}(t) = \sum_{n=1}^N \text{LP}_n(t) \cdot \text{Dp}_n \quad (8)$$

где Dp_n – финансирование n -го этапа элемента ОКПУ в соответствии с финансовым планом; N – количество этапов; $\text{LP}_n(t)$ – логический предикат, показывающий, что финансирование осуществляется в момент t .

Существует несколько схем финансирования проекта. Наиболее часто используются финансирование по завершении этапа, полная предоплата и частичная предоплата. Тогда финансовый профиль поступлений (8) при различных схемах финансирования представим следующим образом.

Для финансирования с полной предоплатой

$$\text{Dp}(t) = \sum_{n=1}^N \text{LP}_n^{\text{St}}(t) \cdot \text{Dp}_n, \quad (9)$$

где $\text{LP}_n^{\text{St}}(t)$ – логический предикат, показывающий, что начало n -того этапа происходит в момент времени t , т.е.: $\text{LP}_n^{\text{St}}(t) : (t_n^{\text{St}} = t)$.

Для финансирования по завершении этапа

$$\text{Dp}(t) = \sum_{n=1}^N \text{LP}_n^{\text{Fn}}(t) \cdot \text{Dp}_n, \quad (10)$$

где $\text{LP}_n^{\text{Fn}}(t)$ – логический предикат, показывающий, что окончание n -го этапа происходит в момент времени t : $\text{LP}_n^{\text{Fn}}(t) : (t_n^{\text{Fn}} = t)$.

Для финансирования с частичной предоплатой

$$Dp(t) = \varepsilon \sum_{n=1}^N LP_n^{St}(t) \cdot Dp_n + (1-\varepsilon) \sum_{n=1}^N LP_n^{Fn}(t) \cdot Dp_n, \quad (11)$$

$$Zf^{det}(t) = \sum_{i=1}^B c_i res_i(t) + Zf^{накл}, \quad (16)$$

где ε – доля финансирования, выделяющаяся в качестве предоплаты в начале этапа: $0 < \varepsilon < 1$.

Основной обобщенного плана составляет бюджет проекта и отчет о движении денежных средств. Они отражают динамику выделения и потребления финансовых средств. Для построения их математических моделей удобно перейти от обычных профилей поступлений и затрат к кумулятивным:

$$Dp(t) = Kum(Dp(t)); \quad Zf(t) = Kum(Zf(t)) \quad (12)$$

Представление поступлений и затрат в виде (12) позволяет получить профиль движения денежных средств $CF(t)$ как разность между кумулятивными профилями затрат и поступлений

$$CF(t) = Dp(t) - Zf(t). \quad (13)$$

После построения укрупненных планов осуществляется их детализация. При этом осуществляется переход от финансовых показателей к ресурсным и от крупных календарных периодов к небольшим.

Объемно-календарный план отражает основные производственные показатели по крупным календарным периодам. Он обычно строится на год и является основой для построения более детальных производственных планов. Сетевой график проектов в рамках программы госуорвня является уже достаточно подробным календарным планом. На его основе можно построить детальные ресурсные профили элементов ОКПУ:

$$res_i(t) = \sum_{w \in W(t)} res_i^w, \quad (14)$$

где $i = 1..B$ – количество видов ресурсов, задействованных на работе w , $W(t) = \left\{ w : t_w^{St} < t \leq t_w^{Fn} \right\}$ – множество работ, выполняющихся в момент времени t ; t_w^{St}, t_w^{Fn} – сроки начала и окончания работы i ; res_i^w – потребность в ресурсах вида i при выполнении w .

Кумулятивные ресурсные профили по каждому виду ресурса запишем как

$$Res_i(t) = Kum(res_i(t)), \quad i = 1..B. \quad (15)$$

На основании этих профилей строим детализированный финансовый профиль затрат проекта

где c_i – цена единицы ресурса вида i ; $Zf^{накл}$ – величина накладных затрат в единицу времени.

Для обеспечения плана проекта ресурсами строится план закупок. Его моделью является профиль закупки ресурсов $Rs_i(t)$:

$$Rs_i(t) = Kum(Rs_i(t)), \quad i = 1..B. \quad (17)$$

Заключение

Рассмотренные профили (8) – (17) представляют собой математические модели планов ОКПУ различной степени детализации. Комплекс профилей является моделью обобщенного плана программы, на основании которой на этапе планирования осуществляется проверка корректности обобщенного плана. На последующих этапах реализации ОКПУ с помощью моделирования ресурсных и финансовых профилей осуществляется анализ отклонений фактических показателей проекта от плановых и осуществляется управление выявленными рассогласованиями.

Список литературы

1. Закон Украины «О государственных целевых программах» №1621-IV от 18.03.2004 г.
2. Космічна діяльність України: результати та перспективи / Національне космічне агентство України. – К.: Спейс-Інформ, 2006. – 36 с.
3. Степанова Г.Н. Стратегический менеджмент. Планирование на предприятии. – М.: МГУП, 2001. – 136 с.
4. Лисенко Е.В., Яшина О.С. Динамічне моделювання процесів фінансування науково-технічних проектів // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Вип. 2 (37). – Х.: Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2003. – С. 122-127.
5. Рач Д.В. Контроль выполнения проектов на основе анализа освоенного объема // Вісник Східноукраїнського державного університету. – 1998. – № 6 (16). – С. 27-31.

Поступила в редколлегию 7.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Е.А. Дружинин, Национальный аэрокосмический университет «ХАИ», Харьков.

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАНІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМ ДЕРЖАВНОГО РІВНЯ НА ОСНОВІ ФІНАНСОВИХ І РЕСУРСНИХ ПРОФІЛІВ

М.В. Замірець, С.О. Баулін

Запропоновані математичні моделі профілів ресурсного і фінансового забезпечення для моделювання узагальненого плану Загальнодержавної космічної програми України (ОКПУ) на 2008-2012 роки. Розглянуті в роботі профілі є математичні моделі планів ОКПУ різного ступеня деталізації. Комплекс профілів є моделлю узагальненого плану програми, на підставі якої на етапі планування здійснюється перевірка коректності узагальненого плану.

Ключові слова: профіль, математична модель, узагальнений план, фінанси, ресурси.

DESIGN OF PLANS OF REALIZATION OF PROGRAMS OF STATE LEVEL ON BASIS OF FINANCIAL AND RESOURCES TYPES

N.V. Zamirets, S.A. Baulin

The mathematical models of types of the resource and financial providing are offered for the design of the generalized National space skeletal of Ukraine (NSSU) code on 2008-2012. The types considered in work are mathematical models of plans of NSSU of different degree of working out in detail. A complex of types is the model of the generalized skeletal on the basis of which on the stage of planning verification of correctness of the generalized plan is carried out code.

Keywords: type, mathematical model, generalized plan, finances, resources.