

УДК 001.57:629.7

С.А. Баулин

Национальное космическое агентство Украины, Киев

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ И ПРОГРАММ ГОСУДАРСТВЕННОГО УРОВНЯ

*Предложена модель комплексной оценки эффективности для проектов и программ государственного уровня на основе системного анализа Общегосударственной космической программы Украины.*

**Ключевые слова:** модель комплексной оценки эффективности.

### Актуальность задачи

Космическая деятельность является одним из главных приоритетов нашего государства, что зафиксировано в законодательных и нормативных актах, международных соглашениях, регламентирующих космическую деятельность Украины. Для реализации государственной политики в этой сфере создано Национальное космическое агентство Украины (НКАУ), главными задачами которого являются разработка концептуальных основ политики в области исследования и использования космического пространства, обеспечение развития космической деятельности, содействие повышению безопасности государства, организация международного сотрудничества в космической отрасли. Эффективность мероприятий, направленных на достижение данных целей, обеспечивается интеграцией научного, технического и производственного потенциала; высоким уровнем международного сотрудничества; проектным подходом к реализации задач с определенными целями, средствами, кооперацией и сроками управления; согласованностью стратегического, тактического и текущего планирования; ориентацией проектов на решение общегосударственных задач.

Применение проектного подхода к управлению космической деятельностью осуществляется через выполнение Общегосударственных космических программ Украины (ОКПУ). Однако за время их реализации, начиная с 1993 г., менялись проблематика и цели программ. Поэтому с переходом к новому этапу развития космической деятельности возникает проблема формирования новых принципов эффективной космической деятельности, которые определяют выбор приоритетных направлений ее развития. На данный момент главной целью реализации ОКПУ является обеспечение развития и эффективного использования космического потенциала Украины для решения насущных проблем устойчивого развития, безопасности, внедрения высоких технологий и повышения уровня науки и образования [1].

Анализ предложенных к реализации проектов в рамках ОКПУ на 2007-2011г. показал, что попытка формирования комплекса проектов, направленных на решение поставленной цели, приводит к включению

в состав ОКПУ проектов разной направленности: начиная от коммерческих проектов, ориентированных на расширение рынка космических услуг, заканчивая проектами, направленными на фундаментальные исследования и перспективные разработки. Очевидно, что для решения задач обеспечения безопасности, эффективного природопользования, развития экономики и социальных ожиданий необходимо внедрять соответствующие проекты, хотя эффект от их реализации в большей мере относится к сфере общегосударственной значимости, а не коммерческой. С другой стороны, предоставление космических услуг и реализация международных проектов, дает не только коммерческую выгоду, но и позволяют повысить стратегический вес государства на космических рынках. Таким образом, разработка методов оценки эффективности всей космической программы является актуальной задачей, которая требует дополнения уже существующих в проектном анализе показателей коммерческой эффективности рядом показателей, отражающих государственную направленность ОКПУ. Кроме этого, ОКПУ представляет собой сложную многоуровневую иерархическую распределенную во времени и пространстве структуру, что требует применения методов системного анализа для получения интегральных показателей эффективности с учетом различных уровней детализации и стратификации космической программы.

### Решение задачи

В предлагаемом на утверждение законопроекте ОКПУ на 2007-2011 гг. для обеспечения минимально необходимых условий развития отечественной космонавтики было предложено четыре направления деятельности:

- 1) выполнение космических проектов для получения и использования информации от космических средств;
- 2) модернизация существующих и разработка перспективных ракет-носителей, их систем, а также космических аппаратов;
- 3) реализация перспективных научных исследований, прикладных разработок приборов, наземных комплексов, информационных технологий;

4) осуществление технологической поддержки и обновление экспериментальной и испытательной базы предприятий.

Сама же ОКПУ осуществляется путем формирования восьми целевых программ, которые однозначно к одному виду деятельности не относятся, а включают элементы сразу нескольких направлений. Хотя в концепции ОКПУ зафиксировано, к какому направлению относится каждая целевая программа, это не дает возможности четкой декомпозиции проектов по перечисленным направлениям. Что, в свою очередь, затрудняет проведение анализа эффективности всей ОКПУ на основании оценки разнонаправленных проектов, входящих в одну целевую программу. Например, целевая программа «Дистанционное зондирование Земли» в ОКПУ отнесено к первому направлению деятельности. Но входящие в нее проекты включают в себя разработку и создание космических систем и аппаратов (затрагивает направление 2), разработку экспериментальных образцов бортовой аппаратуры и систем (направление 3). А к направлению 4 можно отнести все проекты по разработке и созданию образцов космической техники, выполнение которых включает проектные действия по обеспечению соответствующего уровня экспериментальной и испытательной базы предприятий. Поэтому был сделан вывод, что для комплексной оценки эффективности ОКПУ данная классификация проектов и программ не продуктивна. Более того, каждый участник проекта преследует свои цели, эффект от достижения которых проявляется в различных областях – как коммерческих так и некоммерческих. Поэтому совокупная эффективность проекта определяется его значимостью для участников.

Исходя из этого, предлагается следующая модель оценки эффективности ОКПУ. Выделим следующие уровни декомпозиции ОКПУ: уровень государственной программы ОКПУ, уровень целевых программ - GP, уровень проектов - P (рис. 1).

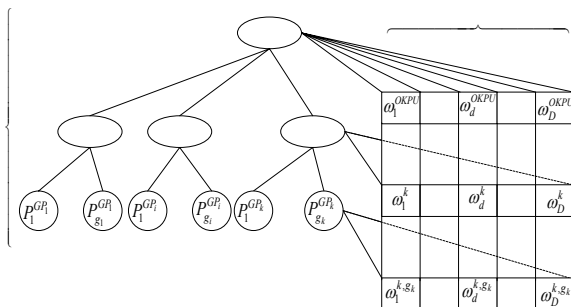


Рис. 1. Уровни декомпозиции ОКПУ и показателей эффективности

Для каждого проекта  $P_j^{GP_i}$ , где  $i = 1..k$ ,  $j = 1..g_i$ ,  $k$  – количество целевых программ,  $g_i$  – количество проектов, входящий в  $i$ -ю целевую программу, оценивается эффективность от его выполнения по различным аспектам рассмотрения: социальная значи-

мость, коммерческая эффективность, научно-технический эффект и т.д. Набор показателей  $\Omega = \{\omega_d\}$ ,  $d = 1..D$ , отражающих эти аспекты, является единым для всей ОКПУ. В предлагаемом подходе каждый показатель эффективности  $\omega_d$  представляет собой страту для оценки эффективности всей программы, в разрезе которой оценивается эффективность каждого проекта  $\omega_d^{i,j}$  ( $i$  – номер целевой программы,  $j$  – номер проекта в целевой программе); затем целевых программ  $\omega_d^i$  (как свертка показателей  $\omega_d^{i,j}$ ); а на последнем уровне – всей ОКПУ  $\omega_d^{OKPU}$  (как свертка показателей  $\omega_d^i$ ):

$$\omega_d^i = f(\omega_d^{i,j}), \quad i = 1..k, \quad j = 1..g_i; \quad (1)$$

$$\omega_d^{OKPU} = f(\omega_d^i), \quad i = 1..k. \quad (2)$$

В итоге, проанализировав все страты рассмотрения, формируется набор показателей эффективности ОКПУ:

$$\Omega^{OKPU} = \langle \omega_d^{OKPU} \rangle, \quad d = 1..D.$$

Формирование такого набора показателей  $\Omega^{OKPU}$  осуществляется исходя из целей и ожидаемых результатов всей космической программы, а также целей участников каждого проекта (инвесторов, исполнителей, заказчиков).

Традиционно для оценки эффективности проектов в инвестиционном менеджменте [2] используются показатели коммерческой эффективности:

– чистая текущая стоимость

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1 + dis_i)^i} - IC; \quad (3)$$

– индекс рентабельности

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1 + dis_i)^i} \div IC; \quad (4)$$

– внутренняя норма рентабельности

$$IRR = dis_i, \quad NPV = 0; \quad (5)$$

– дисконтный период окупаемости

$$DPP = \min n, \quad \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1 + dis_i)^i} > IC, \quad (6)$$

где  $P_i$  – денежные поступления от инвестиции за год  $i$ ;  $dis_i$  – ставка дисконтирования;  $IC$  – размер капиталовложений;  $n$  – количество лет выполнения проекта.

Показатели (3) – (6) используются для оценки проекта с точки зрения его инвестиционной привлекательности для участников, т.е. анализируются притоки и оттоки денежных средств по проекту. Как показано в [3], через эти показатели можно оценить привлекательность проекта с позиций народного хозяйства, предприятия, инвесторов, отрасли, области, регионов, бюджетов различных уровней.

Проекты и программы ОКПУ имеют также инновационную направленность. Одна из целей программы – разработка и внедрение высоких техноло-

гий, поэтому для таких проектов на первый план выступают показатели научно-технической эффективности. Основными методами определения данных показателей являются метод оценки аналогов и экспертные методы. Согласно методике определения эффективности научных разработок [4] частные показатели научно-технической эффективности  $e = 1..E$  оцениваются в баллах  $b_e \in [0..10]$ , показывающих степень привлекательности разработки по отношению к существующим аналогам. Каждому  $e$ -тому показателю присваивается коэффициент важности  $a_e$ . Рекомендуемые значения коэффициентов для показателей научно-технической эффективности: повышение научно-технического уровня разработок – 0,3 – 0,4; перспективность их применения – 0,35 – 0,4, потенциальный масштаб их использования – 0,2, степень вероятности достижения положительных результатов разработок – 0,1.

Для оценки эффективности ОКПУ в качестве показателей  $\omega_d$  можно использовать значения частных показателей научно-технической эффективности, тогда

$$\omega_d^{i,j} = a_e^{i,j} \cdot b_e^{i,j}, \quad e = 1..E, \quad d = 1..E \quad (7)$$

или можно использовать один обобщающий показатель:

$$\omega_d^{i,j} = \sum_{e=1}^E a_e^{i,j} \cdot b_e^{i,j}; \quad \sum_{e=1}^E a_e^{i,j} = 1, \quad e = 1..E. \quad (8)$$

К показателям научно-технической эффективности можно отнести величину прибыли от внедрения разработок в других отраслях на базе показателя чистой текущей стоимости:

$$P_r^{Vned} = \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^n \frac{P_{ir}}{(1 + dis_{ir})^{ir}} - U^{Proj}, \quad (9)$$

где  $P_{ir}$  – чистый поток денежных средств от внедрения разработки  $r$  в другой отрасли;  $i = 1..n$  – годы получения прибыли от использования разработок;  $r = 1..R$  – количество разработок, выполненных в рамках анализируемого проекта  $P_j^{GP_1}$ ;  $U^{Proj}$  – затраты на выполнение проекта  $P_j^{GP_1}$ .

Так как в цели ОКПУ входит развитие национальной экономики и поддержание научно-производственного потенциала, то в показатели научно-технической эффективности введем показатель импортозамещения проекта  $P_j^{GP_1}$ :

$$K_{im} = \left( \frac{\sum_{s=1}^S Vob_s}{\sum_{q=1}^Q Vob_q} \right) \cdot 100, \quad (10)$$

где  $K_{im}$  – коэффициент импортозамещения проекта  $P_j^{GP_1}$ , показывающий долю отечественного оборудования и материалов в технологиях проекта при наличии импортных аналогов;  $Vob_s$  – количество отечественного оборудования и материалов вида  $s$ ,

$s = 1..S$ ;  $\sum_{q=1}^Q Vob_q$  – количество оборудования и ма-

териалов проекта всех видов  $q$ ,  $q = 1..Q$ ,  $S \subset Q$ . Чем больше данный показатель, тем большую привлекательность имеет проект с точки зрения развития экономики страны, т.к. использование отечественного оборудования стимулирует развитие предприятий-поставщиков.

Аналогично данный показатель (10) используется для оценки импортозамещения в других отраслях при внедрении космических разработок.

В группу показателей социально-экономической эффективности проекта для общества в целом можно отразить набором следующих показателей.

Количество создаваемых рабочих мест –  $R_m$  и затраты на их создание  $Z_{R_m}$  в рамках проекта

$P_j^{GP_1}$ . Эти два показателя в рамках данного подхода предлагается рассматривать отдельно, в отличие от предлагаемого совместного оценивания в [5]. Дело в том, что с точки зрения социальной политики следует максимизировать критерий  $R_m$ , однако затраты на создание рабочих мест  $Z_{R_m}$  зачастую значительны (при расширении производства, перепрофилировании, постройке новых мощностей). Поэтому при решении вопроса о включении в ОКПУ проекта с большим потенциалом новых мест и низкой коммерческой эффективностью следует учитывать приоритетность данного проекта для социальной политики страны. И такой проект может претендовать на финансовую государственную поддержку.

При этом совместно с показателем  $R_m$  анализируется величина увеличения суммарных отчислений в социальные фонды с заработной платы рабочих на дополнительных местах:

$$H = \sum_{i=1}^Z R_{m_i} \cdot Z_{p_i} \cdot h, \quad (11)$$

где  $H$  – величина дополнительных поступлений;  $R_{m_i}$  – количество рабочих мест  $i$ -го вида (подразумевается, что рабочее место требует одного рабочего, иначе  $R_m$  рассматривается как количество работников на созданных рабочих местах);  $Z_{p_i}$  – средняя зарплата на рабочем месте  $i$ -го вида;  $h$  – доля отчислений. Положительный социально-экономический эффект от создания рабочих мест проявляется в виде сокращения бюджетных выплат в результате трудоустройства в рамках реализации проекта работников, стоящих на бирже труда:

$$B_g = R_m^g \cdot Z_{p_{min}} \cdot Dur^{Pr}, \quad (12)$$

где  $B_g$  – общее сокращение бюджетных расходов в результате создания дополнительных рабочих мест  $R_m$ ;  $R_m^g$  – количество рабочих мест, где привлечены работники с биржи труда;  $Z_{p_{min}}$  – минимальная ставка зарплаты;  $Dur^{Pr}$  – продолжительность выполнения проекта в месяцах.

Социально-экономический эффект для космической отрасли от реализации проекта в аспекте сохранения квалифицированного персонала можно рассматривать через предотвращение затрат на привлечение новых специалистов. Уже было сказано, что большинство проектов требуют государственного финансирования, и если сейчас не обеспечить выполнение таких проектов, то потерю специалистов придется возмещать в будущем, при этом затраты можно посчитать как

$$Z^{\text{kadr}} = \sum_{c=1}^C (\text{Kadr}_c \cdot Z_c^{\text{vos}} + U^c), \quad (13)$$

где  $Z^{\text{kadr}}$  – затраты на восстановление кадрового состава космической отрасли;  $\text{Kadr}_c$  – количество высококвалифицированных кадров  $c$ -той специализации;  $Z_c^{\text{vos}}$  – затраты на обучение специалистов;  $U^c$  – убыток вследствие невыполнения или приостановки выполнения проектов из-за отсутствия специалистов (зависит от времени, потраченного на поиск или обучение специалистов).

Далее введем ряд критериев эффективности, связанных со спецификой реализуемых проектов в рамках ОКПУ, а именно, с точки зрения направлений использования результатов проектов и целей его участников. Для этого классифицируем проекты по основным направлениям использования их результатов.

1. Проекты изучения солнечно-земных связей, эффект от которых заключается в возможности прогнозирования состояния околоземного пространства, которое влияет на надежность работы технических систем и здоровье человека. Изучение влияния «активного» Солнца и разработка мер по снижению его негативного воздействия дает эффект, который можно количественно измерить как

$$E_1 = -U^{\text{Pr}} - U^{\text{M}} + U^{\text{TC}}, \quad (14)$$

где  $U^{\text{Pr}}$  – затраты на выполнение проекта;  $U^{\text{M}}$  – затраты на внедрение превентивных мер;  $U^{\text{TC}}$  – прогнозируемый ущерб от ухудшения работы или выхода из строя систем связи, энергообеспечения, систем навигации и т.д.  $U^{\text{TC}}$  рассчитывается на основе анализа статистики по техногенным катастрофам и авариям, причиной которых стали перечисленные факторы.

2. Проекты проведения научных исследований и экспериментов в условиях космоса, позволяют получить новые знания в различных областях науки, а эффект от их выполнения можно рассматривать с точки зрения сокращения затрат на выполнение этих научно-исследовательских работ в условиях космоса:

$$E_2 = -U^{\text{Pr}} + U^{\text{Baz}} + U^{\text{Ex}}, \quad (15)$$

где  $U^{\text{Pr}}$  – затраты на выполнение проекта;  $U^{\text{Baz}}$  – затраты на создание экспериментальной базы на Земле;  $U^{\text{Ex}}$  – затраты на непосредственное проведение экспериментов в земных условиях.

3. Проекты, реализующиеся в интересах Министерств Обороны, Чрезвычайных ситуаций, агрополитики, природы направлены на использование космических средств наблюдения и оповещения с целью заблаговременного выявления угрозы и предотвращения или снижения неблагоприятных последствий в случае их проявления за счет оперативного реагирования. Поэтому эффективность проектов такого типа можно оценивать с точки зрения снижения ущерба:

$$E_3 = -U^{\text{Pr}} - U^{\text{M}} + U^{\text{Pm}} + U^{\text{Kos}}, \quad (16)$$

где  $U^{\text{Pr}}$  – затраты на выполнение проекта;  $U^{\text{M}}$  – затраты на реализацию превентивных мер;  $U^{\text{Pm}}$  – размер прямых убытков от наступления неблагоприятных ситуаций;  $U^{\text{Kos}}$  – размер косвенных убытков.

4. Проекты обеспечения развития наземной инфраструктуры, модернизации и поддержки отечественной экспериментальной и производственной базы космической отрасли дают возможность сохранить существующий потенциал, а также являются базой для реализации других проектов. Эффективность вложений в такие проекты можно представить как

$$E_3 = -U^{\text{Pr}} + U^{\text{Doh}} + Z^{\text{Kadr}} + U^{\text{Pos}} + U^{\text{Vosst}}, \quad (17)$$

где  $U^{\text{Pr}}$  – затраты на выполнение проекта;  $U^{\text{Doh}}$  – величина упущенной прибыли при невыполнении других проектов;  $Z^{\text{Kadr}}$  – затраты на восстановление кадрового потенциала;  $U^{\text{Pos}}$  – затраты на выплату социальных пособий рабочим, в случае сокращения рабочих мест;  $U^{\text{Vosst}}$  – затраты на восстановление мощностей с учетом их морального и физического старения.

5. Ряд проектов связан с созданием спутниковых систем коммуникации и навигации. Они являются коммерческими, основным показателем эффективности для них является показатель чистой текущей стоимости (3). Однако их реализация дает еще и социально-экономический эффект в виде увеличения покрытия –  $S$  и повышения качества предоставляемых коммуникационных услуг населению –  $Q_w$ , сокращение количества наземных ретрансляторов –  $Ret$ .

Таким образом, перечисленные показатели характеризуют проекты по различным аспектам их рассмотрения. Для получения интегральных показателей по всей ОКПУ на основе моделей оценки эффективности (1) и (2) в качестве функции объединения  $f$  для аддитивных показателей проводится суммирование их значений на нижнем уровне для получения значения показателей более верхнего уровня.

Для неаддитивных показателей предлагается использовать правила нечеткого вывода, основанных на максиминной композиции нечетких множеств [6]. Алгоритм проведения нечеткого вывода заключается в следующем.

1. Показатели эффективности  $\omega_d$  описываются с помощью нечетких терм-множеств  $\mu_\theta(\omega_d^{i,j})$ ,  $\theta$  –

лингвистическое название терм-множества, характеризующее возможные градации данного показателя эффективности. Например, показатель качества предоставляемых коммуникационных услуг населению Qw можно рассматривать в терминах «Низкое», «Среднее», «Высокое».

2. Составляется таблица логических правил объединения данных показателей на уровне целевой программы, которые связывают значения данного показателя на уровне целевой программы при заданных значениях данного показателя на уровне проекта. Каждое правило  $LP_{\Psi}$ , описывает одну комбинацию соответствия терм-множества показателя эффективности программы  $\mu_{\Psi}(\omega_d^i)$  при заданном наборе значений проектов j, входящих в данную программу:

$$LP_{\Psi} : \mu_{\Psi}(\omega_d^i) = \bigcap_j \mu_{\theta}(\omega_d^{i,j}). \quad (18)$$

Объединение множества таких правил с помощью оператора «ИЛИ» позволяет задать таблицу логических правил в виде:

$$\mu_{\Psi}(\omega_d^i) = \bigcup_{LP} \bigcap_j \mu_{\theta}(\omega_d^{i,j}). \quad (19)$$

3. Подставляя фактические значения  $\omega_d^{i,j}$  как аргумент в функции  $\mu_{\theta}(\omega_d^{i,j})$ , определяется конкретное значение степени принадлежности данного показателя каждому терм-множеству. На основе (19) рассчитывается значение каждого терм-множества показателя для уровня GP путем замены «И» на операцию взятия минимума, а «ИЛИ» – максимума:

$$\mu_{\Psi}(\omega_d^i) = \max_{LP} [\min_j \mu_{\theta}(\omega_d^{i,j})]. \quad (20)$$

4. Полученные значения  $\mu_{\Psi}(\omega_d^i)$  являются уровнями отсечения каждого терм-множества  $\Psi$  параметра эффективности уровня GP. Их объединение дает итоговое нечеткое множество с некоторой функцией принадлежности  $\mu_{\Sigma}(\omega_d^i)$ , на основании которой можно вычислить четкое значение показателя эффективности, например методом определения центра масс:

$$\omega_d^i = \frac{\int_X \omega_d^i \cdot \mu_{\Sigma}(\omega_d^i) d\omega_d^i}{\int_X \mu_{\Sigma}(\omega_d^i) d\omega_d^i}, \quad (21)$$

где X – область определения значения показателя эффективности  $\omega_d^i$ .

## Заключение

Использование предложенных показателей дало возможность разработать модель оценки эффективности ОКПУ с учетом разносторонней направленности входящих в нее проектов. При этом анализируется социальный, экономический и научно-технический эффект каждого уровня декомпозиции Программы, что дает возможность анализировать важность каждого проекта и целевых программ по различным аспектам рассмотрения – как с точки зрения государственной и социальной значимости, так и с точки зрения коммерческой привлекательности проекта для каждого участника. Предложенный алгоритм свертки показателей эффективности на основе нечеткого вывода дает возможность получать интегральные оценки эффективности как по уровням декомпозиции для отдельно взятого показателя, так и для получения комплексной оценки каждого элемента программы.

## Список литературы

1. Космічна діяльність України: результати та перспективи // Національне космічне агентство України. – К.: Спейс-Інформ, 2006. – 36 с.
2. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов / Пер с англ. под ред. Л.П. Бельх. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 631 с.
3. Мазур И.И., Шатира В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами: Учеб. пособие / Под ред. И.И. Мазура. – М.: ЗАО «Издательство “Экономика”», 2001. – 574 с.
4. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження в виробництво / Затверджено наказом Міністерства економіки з питань європейської інтеграції та Міністерства фінансів України № 218/446 від 26.09.01.
5. Дружинин Е.А., Мазорчук М.С., Цихмистро И.Н. Анализ эффективности государственных целевых программ и оценка влияния их реализации на развитие предприятий // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2003. – № 1 (36). – С. 158-163.
6. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.

Поступила в редколлегию 14.08.2008

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

## МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТІВ І ПРОГРАМ ДЕРЖАВНОГО РІВНЯ

С.О. Баулін

Запропонована модель комплексної оцінки ефективності для проектів і програм державного рівня на основі системного аналізу загальнодержавної космічної програми України.

**Ключові слова:** модель комплексної оцінки ефективності.

## MODEL OF ESTIMATION OF EFFICIENCY OF PROJECTS AND PROGRAMS OF STATE LEVEL

S.A. Baulin

Suggested model of estimation of complex efficiency for the projects and programs of state the level which based on the System and lyse of national space program of the Ukraine.

**Keywords:** model of complex estimation of efficiency.