

## **Обоснование выбора проекта интеграции информационных систем при создании новой техники**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Рассмотрена задача интеграции информационных систем (ИС), участвующих в процессе создания новой техники. Для оценки проекта интеграции предложены критерии и ограничения в виде стоимостных затрат и времени выполнения проекта, а также эффективности результатов проекта. Задача сформулирована в терминах целочисленного линейного программирования с булевыми переменными. Рассмотрены различные постановки задачи оптимизации, включающие в себя многокритериальную оптимизацию затрат. Предложенный подход целесообразно использовать на начальных этапах планирования для обоснования выбора проекта интеграции ИС.

**Ключевые слова:** создание новой техники, интеграция информационных систем, оптимизация затрат проекта.

### **Введение**

При создании новой техники обеспечение качества и конкурентоспособности изделий в большой степени зависит от эффективности процессов проектного управления и степени автоматизации проектных работ. Существующие подходы основаны на создании сквозного цикла разработки и единого информационного пространства (ЕИП) проектировщиков, что достигается путем интеграции локальных информационных систем, участвующих в процессе разработки нового изделия [1]. Поэтому актуальна задача интеграции информационных систем и оценка затрат на модернизацию комплексной информационной системы (КИС), рассмотренной в предложенной работе.

### **Постановка задачи исследования**

Задача выбора интеграционного проекта по модернизации комплексной ИС (КИС) заключается в поиске рациональных вариантов модернизации и интеграции отдельных ИС с учетом возможных критериев и ограничений по интеграции (стоимость, время выполнения проекта интеграции и эффект от интеграции). Поэтому предложено построить оптимизационную модель, в которой стоимость проекта интеграции, время выполнения и эффект от интеграции в одних постановках оптимизации будут выступать в качестве целевых функций, а в других – в качестве ограничений.

### **Решение задачи исследования**

Сформируем аналитические представления критериев и ограничений для проекта интеграции ИС с учетом основных параметров, связанных с выбором проекта интеграции:

1. *CIS* – количество ИС, которые участвуют в проекте интеграции. Учитывая сложность процесса интеграции, рассмотрим наиболее часто встречающийся в

практике реинжиниринга процесс последовательной интеграции, когда осуществляется комплексирование сначала двух ИС, затем следующей пары ИС и т.д. В этом случае для  $q$ -й подсистемы КИС проводится интеграция двух наиболее актуальных ИС –  $i$ -й и  $k$ -й.

2. Стоимость проекта интеграции –  $C^{int}$  ;

3. Временные затраты –  $T^{int}$  .

4. Ожидаемая эффективность проекта интеграции –  $E^{int}$  .

Перечисленные параметры оцениваются и задаются руководством проекта или формируются экспертами. Введем булевы переменные для решения задачи оптимизации затрат и выбора рационального проекта интеграции ИС для создания КИС:

$x_{i_q}$  – булева переменная, связанная с использованием для интеграции  $i$ -й ИС в  $q$ -й подсистеме КИС:  $x_{i_q} \in \{0, 1\}$  ;

$x_{k_q}$  – булева переменная, связанная с использованием для интеграции  $k$ -й ИС в  $q$ -й подсистеме КИС:  $x_{k_q} \in \{0, 1\}$  .

Сформируем целевые функции, связанные с проектом интеграции ИС в модернизируемой КИС:

1. Целевая функция, которая характеризует степень модернизации состава КИС:

$$CIS = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} \right), \quad x_{i_q} \neq x_{k_q} .$$

2. Целевая функция финансовых затрат проекта интеграции:

$$C^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} \times c_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} \times c_{k_q} \right),$$

где  $c_{i_q}$  – затраты на модернизацию и интеграцию  $i$ -й ИС в  $q$ -й подсистеме КИС;

$c_{k_q}$  – затраты на модернизацию и интеграцию  $k$ -й ИС в  $q$ -й подсистеме КИС.

3. Целевая функция временных затрат проекта интеграции:

$$T^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} t_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} t_{k_q} \right),$$

где  $t_{i_q}$  – затраты времени на модернизацию и интеграцию  $i$ -й ИС для  $q$ -й подсистемы КИС;

$t_{k_q}$  – затраты времени на модернизацию и интеграцию  $k$ -й ИС для  $q$ -й подсистемы КИС.

4. Целевая функция ожидаемой эффективности проекта интеграции

$$E^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} e_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} e_{k_q} \right),$$

где  $e_{i_q}$  – оценка ожидаемой эффективности проекта интеграции  $i$ -й ИС в  $q$ -й подсистеме КИС;

$e_{k_q}$  – оценка ожидаемой эффективности проекта интеграции  $k$ -й ИС в  $q$ -й подсистеме КИС.

Возможные следующие ограничения в задаче оптимизации затрат в проекте интеграции КИС:

$CIS$  – степень модернизации КИС после проведения проекта интеграции:

$$CIS = \sum_{q=1}^N CIS_q \geq CIS^*,$$

где  $CIS^*$  – минимально необходимое количество интегрированных ИС в КИС;

$C^{int*}$  – максимально допустимые расходы в проекте интеграции КИС;

$T^{int*}$  – максимально допустимое время выполнения проекта интеграции.

Сформулируем следующие возможные постановки задачи оптимизации затрат, связанных с интеграцией и модернизацией КИС:

1. Минимизировать стоимость проекта интеграции:  $\min C^{int}$ ,

$$C^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} \times c_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} \times c_{k_q} \right)$$

с учетом выполнения ограничений на количество интегрированных ИС и затрат времени на выполнение проекта интеграции:

$$CIS_q = \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q}, \quad CIS = \sum_{q=1}^N CIS_q, \quad CIS \geq CIS^*,$$

$$T^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} t_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} t_{k_q} \right), \quad T^{int} \leq T^{int*}.$$

2. Минимизировать расходы интеграционного проекта:  $\min C^{int}$ ,

$$C^{int} = \sum_{q=1}^N \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} c_{i_q} + \sum_{q=1}^N \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} \times c_{k_q}$$

с учетом ограничений по количеству новых ИС в  $q$ -й подсистеме КИС:

$$CIS_q = \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q}, \quad CIS_q \geq CIS_q^*$$

и времени:

$$T^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} t_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} t_{k_q} \right), T \leq T^{int*}.$$

3. Максимизировать эффективность проекта интеграции:  $\max E^{int}$ ,

$$E^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} e_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} e_{k_q} \right)$$

с учетом ограничений по затратам:

$$C^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} \times c_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} \times c_{k_q} \right), C^{int} \leq C^{int*}$$

и времени:

$$T^{int} = \sum_{q=1}^N \left( \sum_{i=1}^{n_q} x_{i_q} t_{i_q} + \sum_{k=1}^{u_q} x_{k_q} \Delta t_{k_q} \right), T^{int} \leq T^{int*}.$$

4. Решить многокритериальную задачу для минимизации стоимости проекта интеграции и времени выполнения проекта:  $\min(C^{int}, T^{int})$  с учетом выполнения требований по эффективности проекта:

$$E^{int} \geq E^{int*}.$$

Для решения многокритериальной задачи оптимизации воспользуемся аддитивной сверткой критериев:

$$K^{int} = \alpha_1 \widehat{C}^{int} + \alpha_2 \widehat{T}^{int},$$

где  $\widehat{C}^{int} = C^{int} / C^{int*}$ ;  $\widehat{T}^{int} = T^{int} / T^{int*}$ ;

$\alpha_1$  – значимость (вес) критерия стоимости проекта интеграции ( $0 < \alpha_1 < 1$ );

$\alpha_2$  – значимость (вес) критерия времени выполнения проекта интеграции ( $0 < \alpha_2 < 1$ );

где  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ .

Значения  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  задаются руководством проекта по интеграции ИС.

### Заключение

Рассмотренный подход к оценке затрат при выборе проекта интеграции и модернизации информационных систем предприятия, разрабатывающего новую технику, целесообразно использовать на начальных стадиях планирования и выполнения проекта, когда необходимо оценить ожидаемые результаты модернизации КИС с учетом требований технического задания и выполнения основных характеристик проекта.

### Список литературы

1. Попов В. А. Анализ интегрированной системы управления жизненным циклом изделия / В. А. Попов, А. В. Котляров // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2004. – № 6/14. – С. 81–87.
2. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации / И.В. Сергиенко. – К.: Наук. думка, 1998. – 472 с.
3. Дубов Ю.А., Многокритериальные модели формирования вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. – М.: Наука, 1986. – 296 с.

Поступила в редакцию 17. 02.2010

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

### Обґрунтування вибору проекту інтеграції інформаційних систем при створенні нової техніки

Розглянуто задачу інтеграції інформаційних систем (ІС), що беруть участь в процесі створення нової техніки. Для оцінювання проекту інтеграції запропоновано критерії та обмеження у вигляді вартісних витрат і часу виконання проекту, а також ефективності результатів проекту. Задачу сформульовано у термінах цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними. Розглянуто різні постановки задачі оптимізації, що містить у собі багатокритеріальну оптимізацію витрат.

Запропонований підхід доцільно використовувати на початкових етапах планування для обґрунтування вибору проекту інтеграції ІС.

**Ключові слова:** створення нової техніки, інтеграція інформаційних систем, оптимізація витрат проекту.

### Substantiation of the selection of the information system integration project in the process of new technique creation

The problem of integration of the information systems (IS) that take part in the process of new technique creation is considered. To evaluate the integration project the criteria and restrictions in a form of costs and project execution time and also the effectiveness of the project results are proposed. The problem is formulated in terms of integer-valued linear programming with Boolean variables. The different statements of the optimization problem that include multicriteria costs optimization are considered.

The proposed approach is expedient at the initial planning stages to substantiate the selection of IS integration project.

**Keywords:** new technique creation, information system integration, project costs optimization.