

УДК 004.415:005.82

Е.А. Дружинин<sup>1</sup>, Б.В. Гайдабрус<sup>2</sup><sup>1</sup> *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*<sup>2</sup> *Сумский государственный университет, Украина*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПРОГРАММ ПОВЫШЕНИЯ ИТ ГОТОВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ОБОБЩЕННОГО СЦЕНАРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ**

*Разработаны основные положения программ повышения ИТ готовности предприятия, с позиции теоретико-множественного описания представлена классификация проектных действий по направлениям разработки. Были рассмотрены основные направления сокращения сроков реализации проектов, представлены взаимодействия между рабочими местами и единым информационным пространством. Описаны варианты организации работ в рамках единого информационного пространства и предложены механизмы повышения ИТ готовности.*

**Ключевые слова:** *жизненный цикл изделия, ИТ готовность, система информационной поддержки, единое информационное пространство, автоматизированное рабочее место.*

### **Введение**

На современном этапе развития предприятий энергетического машиностроения (ЭМ), актуальными являются вопросы программно- и проектно-ориентированной деятельности.

В работе [1] показано, что предприятия, которые занимаются созданием и производством наукоемкой техники являются сложными социотехническими системами.

Появление этих систем вызвано рядом факторов: увеличение сложности задач управления организациями и техническими объектами, сложность технических систем и комплексов, практика кооперирования предприятия для совместного выполнения проектов и программ.

Особенности рынка ЭМ и экономическая ситуация побуждают постоянно-существующую проблему – сокращение сроков и затрат на разработку и реализацию современных образцов сложной наукоемкой техники.

Путь к решению поставленной проблемы лежит через повышение уровня технологической зрелости и реализацию программ повышения ИТ готовности предприятий [2].

В работе [3] описаны три варианта стратегии предприятия: роста, стабилизации и выживания. Поскольку стратегия программы повышения ИТ готовности требует вложения инвестиций, поэтому может быть реализована на предприятиях, деятельность которых направлена на стратегии стабилизации или роста.

С позиций проектного менеджмента необходимо рассматривать ЖЦ изделия как мультипроект, который состоит из проектов реализации основных стадий и этапов.

При разработке программ повышения ИТ готовности следует учитывать множество факторов внешнего (например, изменение конъюнктуры рынка) и внутреннего окружения (морального и физического старения компьютерных средств и программного обеспечения). Также следует учитывать уровень автоматизации отдельных работ и этапов, что существенно влияет на решение вопросов интеграции информационных технологий на всех стадиях и этапах разработки и производства изделия. Необходимо учитывать уровень автоматизации отдельных этапов и работ, что существенно влияет на решение вопросов интеграции информационных технологий на всех стадиях и этапах жизненного цикла (ЖЦ) изделия.

Уровень ИТ готовности будет определяться состоянием всех видов обеспечения системы информационной поддержки (СИП) процессов разработки и управления.

При формировании СИП необходимо учитывать перспективный портфель проектов разработки изделий сложной наукоемкой техники, который предопределяет состав и количество проектных действий по реализации портфеля, возможные варианты интеграции, а также временные и финансовые ограничения. Непосредственно программа повышения ИТ готовности связана с реорганизацией, модернизацией и совершенствованием всех видов обеспечения: математического и методического, алгоритмического, информационного, программного, технического и организационного.

Основой формирования программы ИТ готовности является анализ процессов реализации портфеля проектов создания изделий ЭМ. Для анализа целесообразно представить процессы в виде логико-алгоритмических моделей описанных в языке регу-

лярных схем сети процессов (РССП) [4]. РССП позволяет представлять процессы создания техники в символьном виде и описать их в виде иерархической структуры работ любой сложности. Основу языка РССП составляют системы аксиом алгебр операторов и условий. Алфавит описания процессов составляет основные операторы, описывающие проектные действия по преобразованию информации при создании новой техники.

Основу классификации проектных действий составляют основные направления разработки, которую с позиции теоретико-множественного подхода можно представить:

$$WD = \{FD\} \cup \{C\} \cup \{TD\},$$

где WD – рабочее проектирование; FD – функциональное проектирование; C – конструирование; TD – технологическое проектирование.

Функциональное проектирование, которое включает в себя действия по определению назначения параметров, представим в виде:

$$FD = \{Pr\_Ac\} = \\ = \{Det\_Par\} \cup \{Cr\_Mat\_Mod\} \cup \{Dec\},$$

где  $\{Pr\_Ac\}$  – подмножество проектных действий; Det\_Par – определение параметров; Cr\_Mat\_Mod – создание математической модели функционирования; Dec – задачи декомпозиции.

Конструирование представим в виде:

$$C = \{Pr\_Ac\} = \{Cal\_Des\} \cup \\ \cup \{Cr\_3D\_Mod\} \cup \{Ch\_Cal\} \cup \{Cl\_Des\},$$

где Cal\_Des – расчеты и определения конструктивных параметров; Cr\_3D\_Mod – создание 3D моделей; Ch\_Cal – поверочные расчеты; Cl\_Des – уточнение геометрических и эксплуатационных характеристик с возвратом на моделирование функционирования.

Технологическое проектирование представим в виде:

$$TD = \{Pr\_Ac\} = \{Ch\_Tec\} \cup \{Ch\_Cal\},$$

где Ch\_Tec – выбор и определение основных технологий; Ch\_Cal – выбор и обоснование проведения расчетов.

### Функциональная модель процесса разработки сложного изделия

Основные работы процесса разработки (ЖЦ разработки) составляют: научно-исследовательские работы (НИР), опытно-конструкторские работы (ОКР) и производство.

$$Fun\_W = \{Sc\_Res \cup Ex\_De\_W \cup Pro\},$$

где, Sc\_Res – работы НИР, Ex\_De\_W – работы ОКР, Pro – производство.

Множество НИР:

$$Sc\_Res = \left\{ \begin{array}{l} Tec\_Task \cup W\_Res \cup \\ \cup T\_E\_Res \cup Ma\_Re \cup S\_R \end{array} \right\},$$

где Sc\_Res – НИР; Tec\_Task – разработка технического задания; W\_Res – выбор направления исследования; T\_E\_Res – теоретические и экспериментальные исследования; Ma\_Re – обобщение и оценка результатов исследования; S\_R – приемка НИР.

Множество ОКР проводится в порядке реализации результатов НИР или непосредственно по техническому заданию на ОКР без предшествующей научно-исследовательской работы.

Представим ОКР в виде теоретико-множественного описания:

$$Ex\_De\_W = \{Tec\_Pr \cup W\_Pr \cup Pr \cup Te\},$$

где Ex\_De\_W – опытно-конструкторские работы, Tec\_Pr – технический проект, W\_Pr – рабочий проект, Pr – изготовление опытного образца, Te – испытание опытного образца.

Множество работ по производству можно представить в виде:

$$Pro = \{Des \cup Tech \cup Ma\_De \cup Ma \cup Te_{Pro}\},$$

где Des – конструкторская подготовка, Tech – технологическая подготовка, Ma\_De – производство деталей, Ma – производство изделия, Te\_Pro – испытание готового изделия.

Система разработки совместно с СИП должна обеспечивать требуемые параметры производительности. Наиболее эффективной является поточная система организации проектной деятельности. Эти параметры являются исходными для формирования организационно-технической структуры процесса проектирования. При данном подходе основным параметром производительности можно рассматривать заданный такт системы  $T_{зад}$  – это интервал времени между выходом готовых изделий (результатов проектных действий) в установившемся режиме. Этот показатель применяется для оценки пропускной способности системы.

Такт системы будет определяться наиболее трудоемкой работой системы. Заданный такт определяется:

$$T_{зад}^{УП} = F_{кал}^{ПП} / k,$$

где  $F_{кал}^{ПП}$  – календарный фонд времени реализации портфеля проектов, k – количество проектов в портфеле. Каждый элемент системы проектирования выполняет определенное количество типовых проектных действий, а следовательно, обладает собственной пропускной способностью, тогда:

$$T_{\text{зад}}^{\text{PM}} = F_{\text{кал}}^{\text{ПП}} / k_{\text{ПД}},$$

где  $k_{\text{ПД}}$  - количество проектных действий.

ЖЦ изделия ЭМ характеризуется определенным количеством проектных работ с заданным тактом времени и заданным временем на выполнение работы, тогда объединение операций на одном рабочем месте возможно, когда:

$$T_{\text{зад}} > \sum_{i=1}^n T_{y_i} + \sum_{i=1}^n T_{\text{пер}},$$

где  $T_{y_i}$  - время выполнения  $i$ -х операций,  $T_{\text{пер}}$  - время на переналадку.

Предлагается применить для формирования структуры поддержки принятия решения процесса проектирования данный показатель как интервал времени между получением результатов по портфелю проектов. Также этот показатель можно использовать для оценки пропускной способности элементов системы проектирования. Тогда такт будет соответствовать интервалу времени получения результатов проектных действий данного класса. В общем случае элемент системы проектирования можно рассматривать как многоканальное устройство, тогда такт будет равен усредненному времени проектного действия деленное на количество рабочих мест, предназначенных для выполнения проектного действия:

$$T'_{\text{зад}} = \frac{T_{\text{сп}}^{\text{П.Д.}}}{H}$$

В разрезе классического определения [5] понятия интеграции как процесса достижения единства усилий всех подсистем (подразделений) организации для реализации ее задач и целей, под интеграцией будем понимать определение уровня специализации рабочего места путем закрепления за ним множества проектных действий. При этом должно выполняться требование обеспечения заданной пропускной способности. Таким образом, за одним рабочим местом могут закрепляться проектные действия и при этом должно выполняться условие:

$$T_{\text{PM}} = \sum_{i=1}^n T_{y_i} + \sum_{i=1}^n T_{\text{пер}} < T_{\text{зад}},$$

где  $T_{\text{PM}}$  - время на рабочем месте, при последовательном выполнении проектных действий.

В общем случае процессы проектирования можно описать в языке РССП, который позволяет представить любой процесс в виде логико-алгоритмической модели:

$$R = F\left(y_i; x_k; e; O; \int; 0; \overset{\wedge}{Y}; \overset{\vee}{Y}; \overset{*}{Y}; \overset{*}{Y}'; \overset{*}{Y}''; \overset{*}{Y}'''\right),$$

где  $y_i$  - проектное действие;  $x_k$  - условие перехода,  $e$  - переход по алгоритму без выполнения ос-

новных операторов,  $\emptyset$  - пустой оператор (останов алгоритма),  $1; 0$  - тождественно-истинное, тождественно-ложное условие,  $\overset{\wedge}{Y}; \overset{\vee}{Y}; \overset{*}{Y}; \overset{*}{Y}'; \overset{*}{Y}''; \overset{*}{Y}'''$  - сигнатура базовых операций РСА,  $\overset{*}{Y}'; \overset{*}{Y}''; \overset{*}{Y}'''$  - итерации 1-го, 2-го и 3-го рода.

### Направления сокращения сроков реализации проектов

Рассмотрим основные направления сокращения сроков реализации проектов:

- 1.) сокращение трудозатрат и времени на выполнение операций  $y_i$  (проектных действий);
- 2.) сокращение времени на поиск, передачу ( $T_{\text{пер}}$ ) и получение ( $T_{\text{пол}}$ ) информации;
- 3.) объединение работ на рабочем месте.

На рис. 1 представлен механизм взаимодействия между рабочим местом и единым информационным пространством.

Так как одна операция выполняется на одном рабочем месте, тратится время на получение и передачу пакетов с данными для каждой операции.

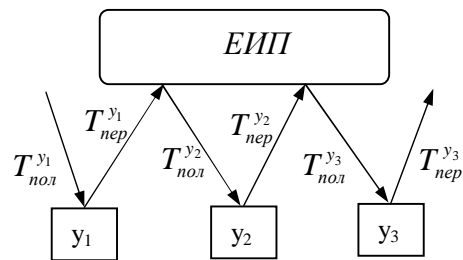


Рис. 1. Взаимодействия между рабочими местами и ЕИП

В языке РССП процесс выполнения работ на рабочих местах с учетом взаимодействия с ЕИП можно представить в виде:

$$R = T_{\text{пол}} \cdot y_1 \cdot T_{\text{пер}} \cdot T'_{\text{пол}} \times \\ \times y_2 \cdot T'_{\text{пер}} \cdot T''_{\text{пол}} \cdot y_3 \cdot T''_{\text{пер}}.$$

Данная модель отражает организацию работ при которой за каждым рабочим местом закрепляется одно проектное действие, передача информации в процессе проектирования происходит через централизованное ЕИП, при этом имеют место существенные временные затраты на реализацию процесса информационного взаимодействия с ЕИП.

Одним из вариантов сокращения времени реализации всего процесса является интеграция проектных действий на одном рабочем месте. Тогда модель реализации процесса с учетом объединения работ можно представить в виде модели представленной на рис. 2.

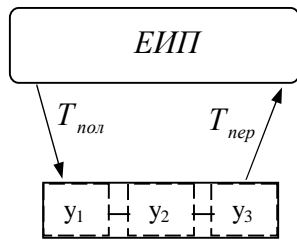


Рис. 2. Объединение работ на рабочем месте

Если объединить максимальное количество операций на одном рабочем месте, то время между передачей и получением пакетов будет стремиться к нулю:

$$T_{пер} \cdot T'_{пол} \rightarrow 0, T'_{пер} \cdot T''_{пол} \rightarrow 0$$

и модель реализации процесса можно представить в виде:

$$R = T_{пол} \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot T'_{пер}$$

Таким образом, можно проиллюстрировать сокращения сроков реализации процесса разработки путем интеграции работ на минимальном количестве рабочих мест.

Однако при этом возрастает требования ко всем видам обеспечения автоматизированных рабочих мест (АРМ), в первую очередь к программным и техническим. Кроме этого существенно возрастают требования к персоналу системы проектирования.

Для формализации процесса интеграции, необходимо установление системы бинарных отношений между проектными действиями, рабочими местами и единым информационным пространством  $\rho: [y_i \times z_i] \cup \text{ЕИП}$ , при которых все  $y_i$  могут быть отображены в  $z_i$ , то есть все проектные действия могут выполняться на одном АРМ.  $z_i$  должно обладать полным набором видов обеспечения для информационной поддержки всех проектных действий подмножества  $y_i$ , то есть должна быть реализована возможность для установки всех программных средств (пакетов), обеспечены возможность их программной и информационной совместимости и как следствие технические средства АРМ должны обеспечивать эти возможности.

Кроме этого персонал, выполняющий работы на этих АРМ, должен обладать высоким уровнем квалификации позволяющий выполнять все виды проектных действий.

В общем случае оба варианта организации работ могут быть оснащены средствами информационной поддержки.

Независимо от варианта реализации должно выполняться основное требование обеспечения пропускной способности. При первом варианте организации работ структуру СИП можно представить

в виде линейно связанных “узко специализированных” АРМ ( $z_i^{\text{спец}}$ ) связанных с ЕИП (рис. 3). При этом реализуется отображение  $\rho = \{y_i \times z_i\}$ .

Однако при учете влияния факторов риска данная система является наименее надежной, так как отказ любого из обеспечивающих ресурсов на одном из рабочих мест приводит к полной остановке системы на время восстановления.

При втором варианте организации работ заданная пропускная способность будет обеспечиваться системой параллельно работающих “универсальных” ( $z_j^{\text{унив}}$ ) АРМ каждый из которых может выполнять все виды проектных действий:  $\rho = \{y_i \rightarrow z_i\}$ .

Однако такая система более устойчива к проявлению факторам риска, отказ одного из АРМ не приводит к остановке системы.

Линейный участок выполнения работ (рис. 3) обеспечивает заданный такт работы, но при отказе одного АРМ системы выходит из строя и прекращает генерировать задание по причинам: отказ оборудования, отказ программной среды, ненадежность человеческого ресурса и т.д.

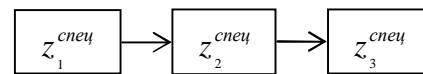


Рис. 3. Фрагмент линейного участка работ

Параллельный участок выполнения работ также обеспечивает заданный такт работы (рис. 4), но при интеграции повышаются требования к персоналу, выполняющего работы по проектированию. Система становится надежнее, так как при отказе система продолжает выполнять свое функциональное назначение с меньшей производительностью до устранения отказа.

Для параллельного участка работ должно выполняться условие  $T_{зад} > \frac{\sum T_{оп} + \sum T_{пер}}{K_{z_i}}$ , где  $T_{оп}$  - время на выполнение операции,  $K_{z_i}$  - количество рабочих мест,

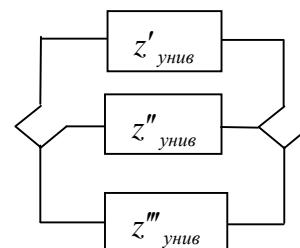


Рис. 4. Фрагмент параллельного участка работ.

Имея обобщенную модель процесса проектирования, определив вариант организации работ в каждом отделе и подразделении проектной организации предприятия с учетом инвариантности, мы получаем исходные данные для реализации программы повышения ИТ готовности. Окончательный вариант организационной структуры СИП может быть получен путем учета финансовых возможностей предприятия.

### Выводы

В работе предложен подход к формированию программы повышения ИТ готовности предприятия с точки зрения реализации перспективного портфеля проектов, возможных вариантов интеграции и финансовых возможностей. Для формирования программы ИТ готовности необходимо проанализировать текущее состояние ИТ готовности предприятия, сравнить его с перспективным состоянием и определить иерархическую структуру работ по повышению ИТ готовности всех подразделений проектной организации. Программа будет представляться в виде множества мультипроектов развития ИТ готовности всех подразделений и ЕИП. Считаем, что к решению этой задачи целесообразно применить мультирокетный подход, так как перевод всех составляющих СИП в новое состояние ИТ готовности связано с реализацией множества отдельных проектов по всем видам обеспечения, например, закупка и освоение нового оборудования, освоение новых или модернизация существующих программных систем, закупка и освоение новых прикладных пакетов, обучение или повышения квалификации персонала и т.д.

Таким образом, в работе предложены механизмы повышения ИТ готовности предприятия, которые базируются на анализе обобщенного сценария реализации портфеля проектов, основным

положением формирования структуры информационной поддержки процесса проектирования, что позволит: минимизировать длительности разработки и обеспечить надежность реализации каждого проекта, путем интеграции работ по проектированию на всех уровнях. Данный подход можно применить для повышения эффективности разработки портфеля проектов любых видов сложной техники.

### Список литературы

1. Информационные технологии организационного управления сложными социотехническими системами / О.Е. Федорович, Н.В. Нечипорук, Е.А. Дружинин, А.В. Прохоров. – Х.: Нац. Аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 295 с.
2. Дружинин Е.А. Структура программ повышения ИТ-готовности предприятий энергетического машиностроения / Е.А. Дружинин, Б.В. Гайдабрус // Научно-технический, производственный журнал «Компрессорное и энергетическое машиностроение». Сумы: Международный институт компрессорного и энергетического машиностроения. – С. 37-39.
3. Бегун А.П. Метод і моделі формування портфеля проектів на основі аналізу стратегій діяльності підприємства: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Бегун Аліна Петрівна; Нац. аерокосм. ун-т ім. М.С.Жуковського "Харк. авиац. ін-т". – Х., 2006. – 20 с.
4. Дружинин Е.А. Проектирование автоматизированных производственных систем / Е.А. Дружинин, М.А. Латкин, М.М. Митрахович. – Х.: Нац. Аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 41 с.
5. Lawrence P. Differentiation and integration in Complex Organization / P. Lawrence, J. Lorsh // Administrative science quarterly. – 1967. – Vol. 12. – P. 1-47

Поступила в редколлегию 8.06.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.А. Демидов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Коже дуба, Харьков.

### ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ПРОГРАМ ПІДВИЩЕННЯ ІТ ГОТОВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ УЗАГАЛЬНЕНОГО СЦЕНАРІЮ ПРОЕКТУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ СКЛАДНОЇ ТЕХНІКИ

Є.А. Дружинін, Б.В. Гайдабрус

Розроблені основні положення програм підвищення ІТ готовності підприємства, з позиції теоретико-множинного описання представлена класифікація проектних дій по напрямкам розробки. Були розглянуті основні напрями скорочення термінів реалізації проектів, представлені взаємодії між робочими місцями та єдиним інформаційним простором. Описані варіанти організації робіт в рамках єдиного інформаційного простору і запропоновані механізми підвищення ІТ готовності.

**Ключові слова:** життєвий цикл виробу, ІТ готовність, система інформаційної підтримки, єдиний інформаційний простір, автоматизоване робоче місце.

### BASED ON ANALYSIS OF GENERALIZED SCENARIO DESIGN PORTFOLIO CREATION OF COMPLEX ENGINEERING FORMED A CORE OF THE PROGRAMME OF INCREASING IT-READINESS AT ENTERPRISES

E.A. Druginin, B.V. Haidabrus

Developed the main provisions programs of increase IT readiness of the enterprise. From the standpoint of the set-theoretic description of the classification of project activities on the fronts of development. Discussed the main directions of shortening projects represented the interaction between workstation and a common information space. We describe the management options under a single information space and the proposed mechanisms of increase IT readiness.

**Keywords:** product lifecycle, IT readiness, a system of information support, common information space, workstation.