

УДК 658.012.23

Ю.Н. Толкунова

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МУЛЬТИПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

*Сформулированы особенности жизненного цикла (ЖЦ) разработки сложных технических систем (СТС), а также ряд качеств модели ЖЦ проекта разработки таких систем. Проведен анализ существующих моделей ЖЦ проектов разработки СТС, отмечены достоинства и недостатки. Разработана винтовая модель ЖЦ мультипроектов разработки СТС, а также иллюстративная винтовая модель ЖЦ программы разработки СТС.*

**Ключевые слова:** проект, мультипроект, программа, сложная техническая система, жизненный цикл проекта, спиралевидная модель жизненного цикла, винтовая модель жизненного цикла.

### Введение

На сегодняшний день теория управления проектами (УП) является интенсивно развивающейся областью, результаты исследований в которой [1 – 3] находят широкое применение на практике. Развитие УП сопровождалось уточнением и совершенствованием терминологии этой дисциплины. Наиболее общими можно считать определения, принадлежащие международной организации Project Management Institute [1]. В зависимости от масштаба и степени взаимозависимости выделяют следующие классы проектов:

- пакеты работ;
- проекты (проект – это временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов, услуг или результатов [1]);
- мультипроекты (мультипроект – крупный проект, состоящий из нескольких более мелких, успешное выполнение которых является условием успешной реализации мультипроекта [4]);
- программы (программа – это ряд связанных друг с другом проектов, управление которыми координируется для достижения преимуществ и степени управляемости, недоступных при управлении ими по отдельности [1]).

Методология управления проектами на сегодняшний день довольно хорошо проработана. Однако вопросы мультипроектного управления остаются открытыми и требуют разработки моделей и методов управления с учетом специфики объекта управления. В настоящей статье в качестве объекта управления рассматриваются мультипроекты разработки СТС.

На современном этапе управления мультипроектами разработки СТС основное внимание уделяется аспектам повышения их конкурентоспособности – повышению качества, снижению финансовых затрат на разработку, сокращению сроков и вопросам предупреждения рисков ситуаций при разра-

ботке СТС. В условиях ограниченного финансирования разработки СТС задачи сокращения затрат и сроков являются наиболее актуальными.

Предварительное планирование сроков и затрат на разработку СТС происходит во время формирования жизненного цикла мультипроекта. От того, с помощью каких инструментов менеджер сформирует ЖЦ программы и входящих в нее мультипроектов, зависит их будущее. В настоящей статье представлена модель ЖЦ мультипроекта разработки (МПР) СТС на основе спиралевидной модели. В предложенной модели основное внимание сосредоточено на отражении двух аспектов:

- использовании ранее накопленного опыта при разработке новых СТС;
- параллельном выполнении определенных этапов итераций.

Использование накопленного опыта разработки линейки образцов-прототипов СТС позволяет снизить риски и затраты на разработку, а параллельное выполнение работ – сократить сроки создания СТС.

### Изложение основного материала

#### 1. Особенности ЖЦ разработки СТС

Сложная система – составной объект, части которого можно рассматривать как системы, закономерно объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанными между собой заданными отношениями [5].

Под технической системой будем понимать совместимые и в известной степени обособленные совокупности (комплексы) в общем случае разнородных технических средств, увязанных в единое целое устойчивыми внутренними взаимосвязями и внешними отношениями, обусловленными их непосредственным функциональным взаимодействием при выполнении общих внешних целевых функций, вытекающих из решения тех или иных проблем [6].

Из приведенных определений сформулируем определение СТС. Итак, СТС – это составной технический объект, части которого можно рассматривать как совместимые и в известной степени обособленные совокупности разнородных технических средств, увязанных в единое целое устойчивыми внутренними взаимосвязями для выполнения общих внешних целевых функций.

Исходя из определения СТС следует, что данный класс объектов управления имеет ряд особенностей, среди которых следует отметить следующие:

- сложность и многодетальность конструкций, повышенные требования к потребительским свойствам и техническим характеристикам выпускаемой продукции;
- длительный жизненный цикл разработки;
- высокие требования конкурентоспособности, а следовательно повышенные требования к сокращению сроков и затрат на разработку;
- использование широкого спектра методов обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла разработки;
- высокие требования к оперативности и качеству проектных решений с максимально эффективным использованием ранее накопленного опыта с применением современных информационных технологий проектирования и моделирования;
- высокий уровень неопределенности получения результатов, затрат и сроков реализации проектов из-за высокого уровня новизны продукта;
- высокий удельный вес этапа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в структуре жизненного цикла продукта.

Отталкиваясь от перечисленных особенностей разработки СТС, сформулируем ряд качеств, которыми должна обладать модель ЖЦ МПР СТС. Модель ЖЦ МПР СТС должна отражать:

- итерационный процесс разработки СТС;
- свойства процесса разработки СТС, такие как распараллеливание этапов работ;
- преемственность ранее накопленного опыта;
- расширяемость составляющих процесса разработки;
- процесс разработки с разной степенью детализации.

## 2. Анализ существующих моделей ЖЦ

К настоящему времени наибольшее распространение получили следующие две модели ЖЦ:

- каскадная модель [7];
- спиралевидная модель [8].

Основной особенностью каскадной модели является разбиение всей разработки на этапы, причем переход с одного этапа на следующий происходит только после того, как будет полностью завершена работа на текущем этапе (рис. 1). Положительные

стороны применения каскадного подхода заключаются в следующем [9]:

- на каждом этапе формируется законченный набор проектной документации, отвечающий критериям полноты и согласованности;
- выполняемые в логичной последовательности этапы работ позволяют планировать сроки завершения всех работ и соответствующие затраты.

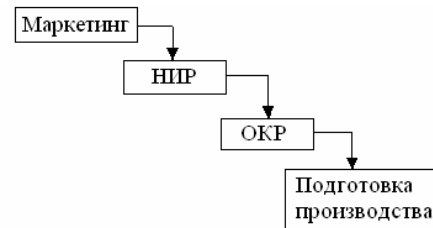


Рис. 1. Каскадная модель ЖЦ

Основными недостатками каскадной модели является существенное запаздывание с получением результатов, а также невозможность уточнения или пересмотра ранее принятых решений.

Для преодоления перечисленных проблем в 1988г. была предложена спиралевидная модель (рис. 2). На этапах «Определение целей, альтернатив и ограничений» и «Оценка альтернатив» проводится поиск прототипов технических решений, решаются задачи структурного и структурно-параметрического синтеза технических решений в соответствии с требованиями заказчиков, проводится оценка решений-прототипов, проверяется реализуемость технических решений. Каждый виток спирали соответствует одной итерации, на нем уточняются цели и характеристики проекта, определяется его качество и планируются работы следующего витка спирали. Таким образом, углубляются и последовательно конкретизируются детали проекта и, в результате, выбирается обоснованный вариант, который доводится до реализации.

Разработка итерациями отражает объективно существующий спиральный цикл создания системы. Неполное завершение работ на каждом этапе позволяет переходить на следующий этап, не дожидаясь полного завершения работы на текущем этапе. При итеративном способе разработки недостающую работу можно будет выполнить на следующей итерации. Главная же задача – как можно быстрее показать заказчику работоспособный продукт, активизируя, тем самым, процесс уточнения и дополнения требований [10]. Основная проблема спирального цикла – определение момента перехода на следующий этап. Она, как и любая раскручивающаяся спираль, плохо отображает временные соотношения между сроками выполнения работ на разных витках. Для ее решения необходимо ввести временные ограничения на каждый из этапов жизненного цикла.



Рис. 2. Спиралевидная модель ЖЦ

В разделе 4 настоящей статьи предложена винтовая модель ЖЦ мультипроекта создания СТС, разработанная на основе спиралевидной модели ЖЦ и, учитывающая временные соотношения между сроками выполнения работ на разных витках.

### 3. Системное представление программы проектов создания СТС

Системное представление программы создания СТС для дальнейшего моделирования ЖЦ входящих в нее мультипроектов показано на рис. 3. Здесь  $S$  – это затраты,  $P$  – проекты,  $t$  – время разработки соответствующего уровня. В зависимости от уровня

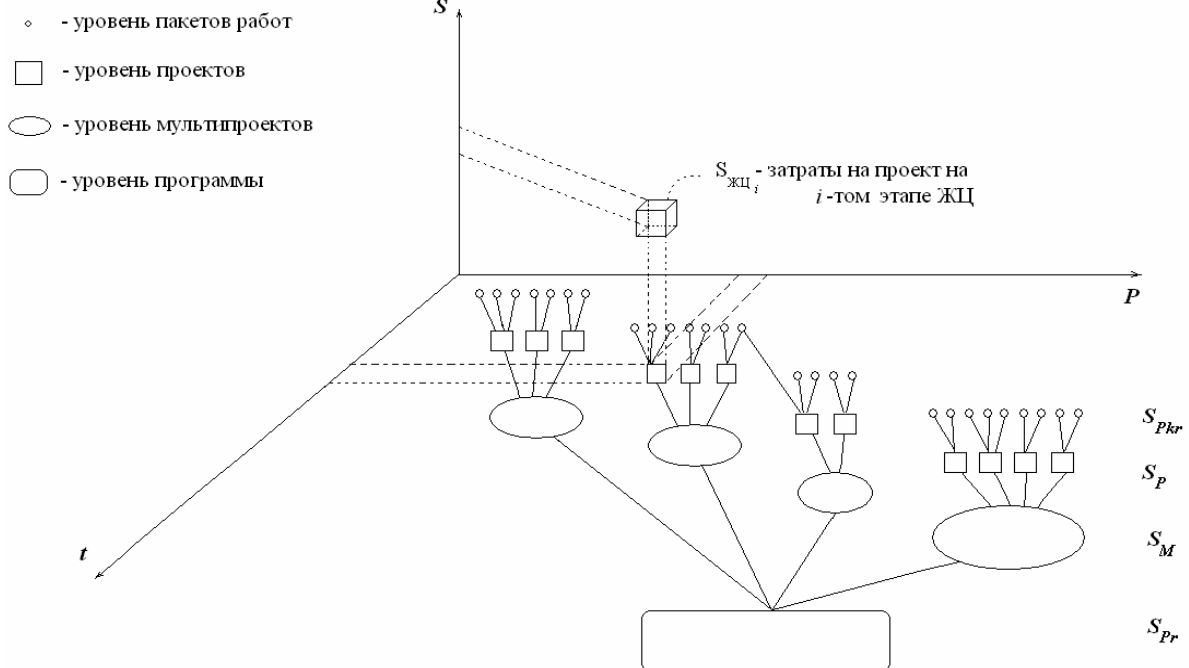


Рис. 3. Системное представление программы проектов разработки СТС

### 4. Винтовая модель ЖЦ мультипроектов и программы разработки СТС

Как уже было отмечено выше, основным недостатком спиралевидной модели ЖЦ с точки зрения управления процессом разработки мультипроекта является то, что она плохо отображает времен-

планирования варьируется степень детализации жизненного цикла проектов:

- на годовом уровне рассматриваются комплексы работ;
- на краткосрочном – рассматриваются все фазы жизненного цикла проекта;
- на среднесрочном – фазы разработки и реализации мультипроектов;
- на долгосрочном – экспертными методами оценивается возможность реализации программ.

На пересечении предложенных системных измерений (рис. 3) проводится оценка затрат на выполнение  $i$ -го этапа проекта  $S_{жц_i}$ . Затраты проекта формируются из затрат на выполнение пакетов работ  $S_{pkg}$ . Из затрат  $S_{жц_i}$  формируются затраты на выполнение проекта  $S_p$ . Далее определяются затраты на выполнение мультипроектов, и на последнем этапе – затраты по всей программе  $S_{Pr}$ . Такое представление программы разработки СТС будет основой для оценки ее эффективности путем сопоставления затрат на мультипроекты. Все виды планов отражают развитие программы с различной степенью детализации. Отсюда следует, что точность прогнозных оценок затрат на проекты и возможности достижения поставленных целей будет различной на разных горизонтах планирования.

ные соотношения между сроками выполнения работ на разных витках. На рис. 4 представлена винтовая модель ЖЦ МПР СТС, устраняющая этот недостаток. Здесь  $P$  – проект разработки системы;  $M_1$  – один из мультипроектов программы разработки СТС,  $t$  – время реализации мультипроекта,  $S$  – за-

траты на реализацию мультипроекта.

Если рассматривать проекцию одного витка ЖЦ проекта на плоскость  $SP$ , получим виток спирали, представленной на рис. 2. Рассматривая длину луча, описавшего виток спирали, можно проанализировать затраты на итерацию.

Следующий мультипроект на рис. 4 имеет обозначение  $M_2$ . Из определения программы следует, что в ней сформирован ряд взаимосвязанных проектов или мультипроектов. Таким образом, при разработке новой СТС, в рамках программы, ряд проектных этапов в новом мультипроекте может повто-

ряться. Такая преемственность, т.е. применение ранее полученного опыта  $M_1$  при реализации мультипроекта, показана на рис. 4 сжатием винтовой линии как по оси  $S$ , так и по оси  $t$ . Т.е. этапы ЖЦ, в которых используется ранее накопленный опыт, будут выполнены за меньший период времени и с меньшими затратами.

Параллельное выполнение определенных этапов итераций, как и в спиралевидной модели, обеспечивается тем, что начинать следующий этап или итерацию можно не дожидаясь окончания предыдущей.

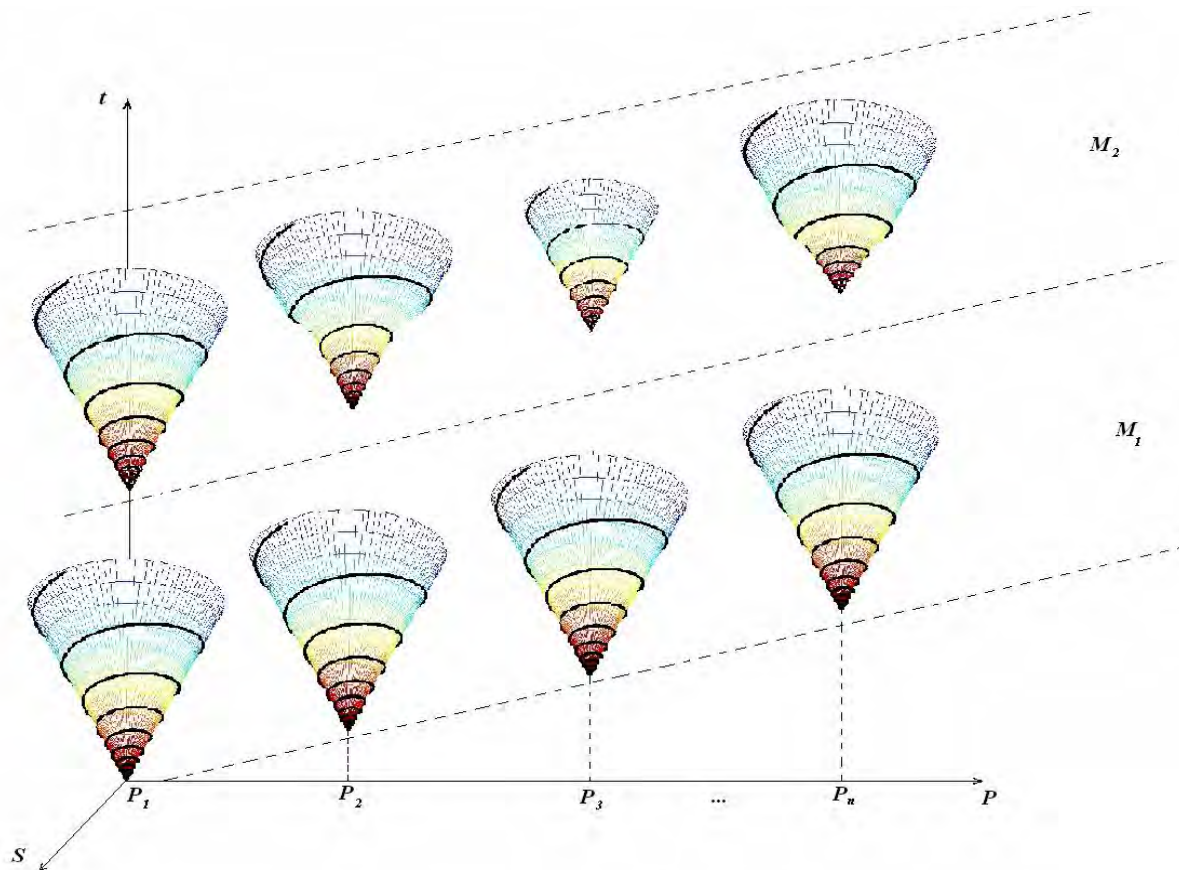


Рис. 4. Винтовая модель ЖЦ МПР СТС

Структурное представление программы разработки СТС имеет множество вариаций, программа может включать в себя как мультипроекты, так и проект, и пакеты работ.

На рис. 3 показан один из вариантов структурного представления программы разработки СТС. В представленной на рис. 5 модели ЖЦ делается упор на уровень структурного представления, объединяющий мультипроекты и проекты. Для такого представления смоделируем винтовую модель ЖЦ программы создания СТС.

Модель, представленная на рис. 5, является иллюстративной, так как не отображает реальный процесс управления.

Основное внимание этой модели сосредоточено на отражении итеративного процесса разработки СТС

и отображении временных соотношений между витками внутренней спирали.

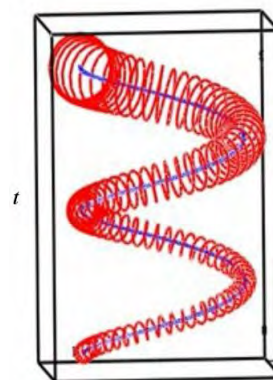


Рис. 5. Иллюстративная винтовая модель ЖЦ программы разработки СТС

Витки внутренней спирали на рис. 5 соответствуют выполнению мультипроектных работ, а витки вокруг внутренней спирали – итерациям проектных работ.

Для эффективного использования предложенной в статье модели ЖЦ МПР СТС необходимо разработать модели и методы управления программой разработки линейки СТС. В частности, методы поиска технических решений-прототипов, методы структурно-параметрического синтеза СТС с максимальным использованием накопленного опыта, методы оценки реализуемости проектов.

Разработке таких методов будут посвящены дальнейшие исследования.

### Выводы

В статье сформулированы особенности ЖЦ разработки СТС, выделен ряд качеств, которыми должна обладать модель ЖЦ МПР таких систем.

Проанализированы основные существующие модели ЖЦ, их достоинства и недостатки. Разработана винтовая модель ЖЦ МПР СТС на основе спиралевидной модели ЖЦ. Представлена иллюстративная модель ЖЦ программы разработки СТС.

Разработанная модель ЖЦ МПР СТС позволяет оценить как временные, так и финансовые затраты на разных витках ЖЦ. Такое представление позволяет отразить снижение затрат на разработку нового образца, продолжающего линейку СТС, за счет максимального использования ранее накопленного опыта.

### Список литературы

1. *A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. – USA: PMI Standards Committee, 2004. – 216 p.
2. *Типовые решения в управлении проектами / Д.К. Васильев, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков*. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 84 с.
3. *Бурков В.Н. Модели и методы мультипроектного управления / В.Н. Бурков, О.Ф. Квон, Л.А. Цитович*. – М.: ИПУ РАН, 1997. – 62 с.
4. *Материалы журнала «Проблемы современной экономики»*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.m-economy.ru> (5.05.2011).
5. *Материалы сайта «Академик»*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://dic.academic.ru/contents.nsf/bse/> (6.05.2011).
6. *Автономов В.Н. Создание современной техники: Основы теории и практики / В.Н. Автономов*. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
7. *Royce W.W. Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques / W.W. Royce*. – Wescon.: Proceeding. – August 1970. – P. 282-338.
8. *Boehm B.A. Spiral Model of Software Development and Enhancement / B.A. Boehm // IEEE Computer*. – 1988. – 21 (5). – P. 61-72.
9. *Зиндер Е.З. Бизнес-реинжиниринг и технологии системного проектирования: учебное пособие / Е.З. Зиндер*. – М.: Центр Информационных Технологий, 1996. – 267 с.
10. *Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А.М. Вендров*. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.

Поступила в редколлегию 27.05.2011

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

### МОДЕЛЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ МУЛЬТИПРОЕКТА РОЗРОБКИ СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Ю.М. Толкунова

*Сформульовані особливості життєвого циклу (ЖЦ) розробки складних технічних систем (СТС), а також ряд якостей моделі ЖЦ мультипроектної розробки таких систем. Проведено аналіз існуючих моделей ЖЦ проектів розробки СТС, відмічені достоїнства та недоліки. Розроблена гвинтова модель ЖЦ мультипроектів розробки СТС, а також ілюстративна гвинтова модель ЖЦ програми розробки СТС.*

**Ключові слова:** проект, мультипроект, програма, складна технічна система, життєвий цикл проекту, спіралевидна модель життєвого циклу, гвинтова модель життєвого циклу.

### DESIGN OF LIFE CYCLE OF DEVELOPMENT OF SOPHISTICATED TECHNICAL MACHINERY MULTIPROJECT'S

Yu.N. Tolkunova

*The features of life cycle (LC) of development of the sophisticated technical machinery (STS) are formulated, and also row of qualities of model of the LC multiproject of development of such systems. The analysis of existent models of the LC projects of the STS sophisticated is conducted, dignities and failings are marked. The screw model of the LC multiprojects of the STS development, and also illustrative screw model of the LC program of the STS development, is developed.*

**Keywords:** project, multiproject, program, sophisticated technical machinery, life cycle of project, spiral model of life cycle, screw model of life cycle.