

УДК 681.322

Ю.И. СЕРГЕЕВА, С.С. ПЛОХОВ

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

## КОМПОНЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ СОЗДАНИЯ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Рассмотрены научно-прикладные основы компонентной технологии применительно к задаче управления проектами создания сложных изделий. Выявлены основные этапы жизненного цикла компонентов, взаимосвязь между ними в рамках проекта, построенного на базе компонентной технологии. Описаны основные свойства компонентов многократного применения.

**компонент, компонент многократного применения (КМП), жизненный цикл проекта, техническое задание, этапы проектирования**

Разнообразие изделий машиностроения создает множество трудностей в управлении проектами создания наукоемкой техники. Это обусловлено тем, что в различных предметных областях конечному продукту соответствуют совершенно различные признаки и характеристики, что затрудняет создание обобщенной модели, используемой для управления проектами.

Если представить проект как процесс получения конечного продукта, а конечный продукт – как иерархию структурных элементов создаваемого сложного изделия, то можно в проекте выделить управленческие решения, связанные с каждым элементом создаваемого продукта [1]. Очевидно, что элемент изделия и компонент проекта неразрывно связаны между собой, точнее, компонент проекта подчинен цели создания элемента изделия. Здесь и далее *под компонентом проекта понимается совокупность управленческих, организационно-технических и производственных мероприятий, направленных на реализацию конкретного структурного элемента изделия*. Таким образом, по своей сути компонент проекта представляет собой процесс, связанный с определенным объектом, являющимся составной частью другого объекта-контейнера, что вполне естественно для компонентно-объектной модели.

Двойственность компонента проекта заключает-

ся в том, что он одновременно характеризует объект как структурный элемент продукта и связанный с ним процесс как составляющую проекта. Компонент проекта в данном представлении является *элементарной информационной единицей проекта*. В то же время, компонент проекта является законченным микропроектом со всеми этапами в рамках глобального проекта. Такая информационная структура четко и однозначно связывает структуру продукта и структуру проекта по его созданию.

Наиболее наглядно достоинства компонентной модели можно продемонстрировать на примере жизненного цикла проекта [2]. В схематическом виде жизненный цикл проекта, построенного на основе компонентной модели, можно представить следующим образом.

По окончании этапа внешнего проектирования формируется техническое задание (ТЗ), являющееся основой для всех последующих этапов выполнения проекта. В него входит необходимая документация по изделию, технические требования к нему, оговариваются основные условия выполнения проекта. На данном этапе заказчиком предварительно оцениваются сроки и стоимость выполнения проекта, что дает ему основания для выбора исполнителей на конкурсной основе. Опираясь на имеющиеся в ТЗ данные, исполнитель приступает к этапу внутренне-

го проектирования, результатом которого будет являться качественная реализация проекта в заданные директивные сроки. На рис. 1 показан такой процесс.

Первым этапом реализации проекта является разработка концепции проекта в заданные директивные сроки. На этом этапе анализируются сведения, содержащиеся в ТЗ, и на их основе определяется архитектура изделия. Структурные элементы изделия в дальнейшем являются основой для выявления и формирования компонентов проекта в соответствии с приведенным ранее определением компонента проекта. Правильная структуризация изделия является гарантией правильного представления проекта в виде иерархического дерева компонентов проекта.

На этом этапе на основе дерева компонентов формируется команда исполнителей с учетом их специализации и накопленного опыта. В конечном итоге по окончании этапа разработки концепции дерево структуры изделия, построенное на основе ТЗ и входящих в него спецификаций, трансформируется в дерево компонентов проекта, причем компоненты определенным образом распределяются между участниками проекта. При этом имеющиеся в изделии связи между структурными элементами, за выполнение которых отвечают разные исполнители в составе кооперации, не разрываются, а преобразовываются в межкомпонентные связи (показаны на рис. 1 пунктиром), роль которых заключается в синхронизации действий по выполнению компонентов проекта.

Начиная со следующего этапа проекта – планирования работ по выполнению компонентов – вся работа по созданию элементов изделия в соответствии с результатами предыдущего этапа выполняется исполнителями самостоятельно до окончательной реализации изделия.

На этом этапе основное внимание уделяется четкому планированию сроков окончания работ исполнителями по реализации компонента (компонентов) и своевременной передаче результатов главному исполнителю. Основная идея заключается в том, что

проектный компонент не может быть реализован позже назначенного срока, поскольку это приведет к существенным задержкам при реализации всего проекта, непредвиденным затратам и финансовым рискам. С другой стороны, досрочная реализация компонента проекта приведет к простоя исполнителя компонента, что также может привести к снижению экономической эффективности действий проектировщиков. Помимо этого, досрочная реализация проектного компонента потребует хранения элемента изделия до тех пор, пока он окажется востребованным, т.е. наличия складских помещений, а значит, дополнительных лишних затрат. В этой связи особое значение имеет точное планирование сроков реализации проектного компонента и своевременная поставка элемента изделия основному исполнителю «с колес», исключая складское хранение как негативный фактор.

Большое значение при этом имеет методика планирования «сверху вниз», т.е. планирование сроков путем обратного отсчета от конечного срока работ над проектом в целом. Это дает возможность определения сроков окончания работ по отдельным компонентам проекта с учетом необходимых сроков поставки элементов, комплектации и тестирования в составе изделия с учетом его иерархической структуры. Принципиальная важность такого планирования состоит в том, что конечный исполнитель может оценить для себя срок начала работ по реализации компонента с учетом его своевременного окончания. Это дает ему возможность так планировать свою деятельность, чтобы обеспечить полную загрузку своих мощностей, например, участвуя в других проектах.

На рис. 1 представлена динамика развития компонентного проекта. Здесь стрелками обозначены различные последовательные этапы реализации проектных компонентов и изделия в целом. Плоскостями, перпендикулярными временной шкале, обозначены конечные состояния компонентов и изделия. Условно плоскость представляет собой переход между этапами реализации компонентов – окончание предыдущего и начало последующего этапов.

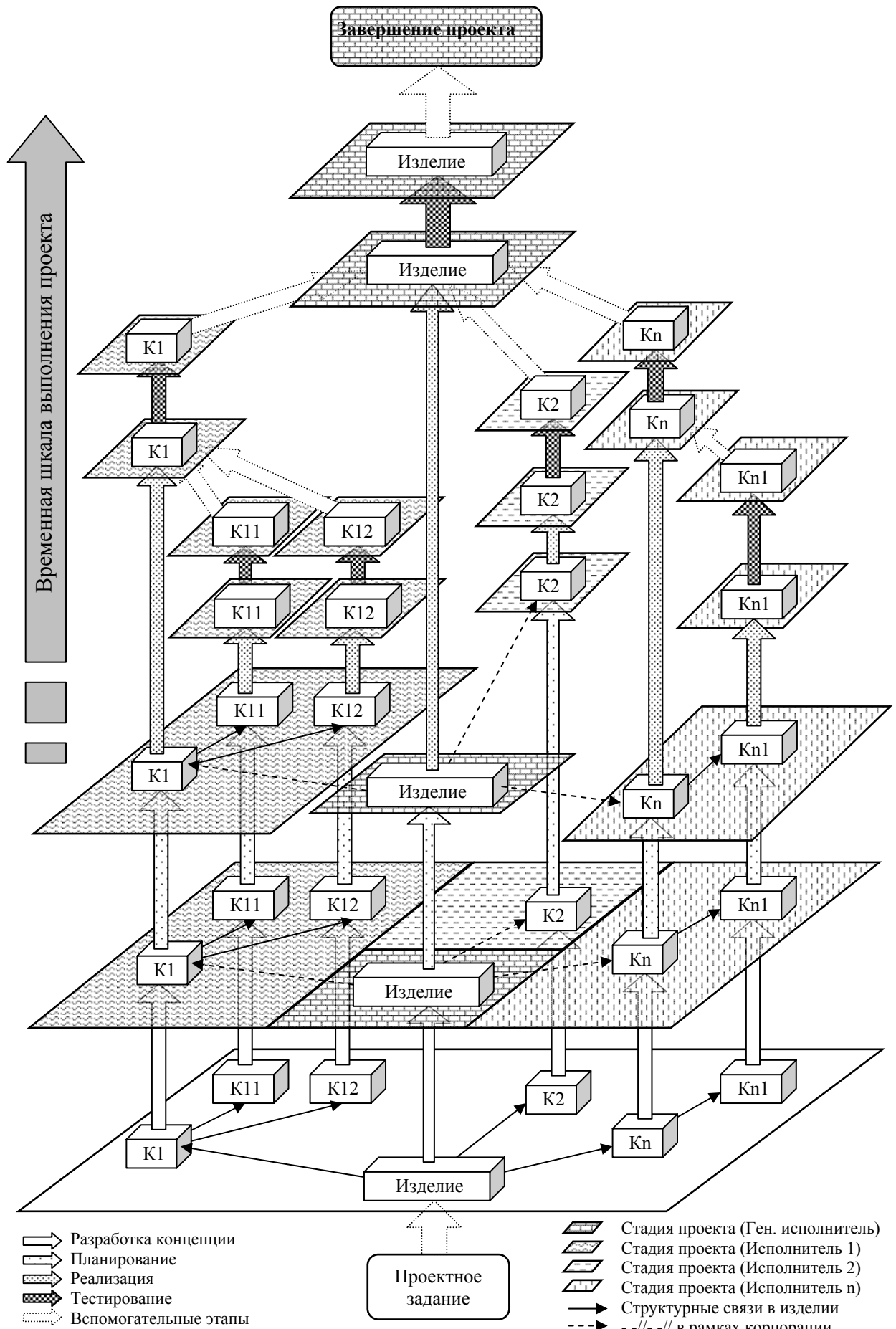


Рис. 1. Жизненный цикл компонентного проекта

Необходимо отметить, что моменты начала и окончания основных этапов для различных проектных компонентов и субкомпонентов могут не совпадать, важно лишь то, чтобы соответствующий компонент после окончания этапа его выполнения и обязательного тестирования элемента изделия (контроля качества) своевременно был передан основному исполнителю для комплектации и тестирования изделия в целом с последующей его передачей заказчику. Таким образом, особенность компонентной модели проекта состоит в том, что для нее нельзя заранее определить моменты перехода между основными этапами проекта, кроме первого и заключительного этапов, поскольку для различных компонентов, составляющих проект, эти моменты разнесены во времени. Этап планирования приобретает особую важность еще и в связи с тем, что иерархия исполнителей не ограничивается схемой, представленной на рис. 1, а может быть сколь угодно сложной. При этом, например, для компонента К1 и его субкомпонентов К11 и К12 могут быть выбраны различные исполнители. Здесь проявляется отношение «предок-потомок», характерное для объектных моделей, причем вложенность таких отношений не имеет ограничений.

По окончании следующего этапа – выполнение компонента – обязательным является этап тестирования элемента изделия, на котором выявляются возможные несоответствия с требованиями ТЗ, с чем связаны основные проектные риски. Дополнительные риски могут быть оценены путем отслеживания межкомпонентных связей на предыдущих этапах, до окончания выполнения компонента. Задача минимизации рисков, определяемых межкомпонентными связями, возлагается на основного исполнителя.

Этап реализации конечного изделия завершается только после того, как все входящие в него составляющие реализованы и протестированы, а само изделие полностью укомплектовано в соответствии с представленной в ТЗ структурой.

Завершающим этапом проекта является тестирование изделия (или изделий) в целом, по окончании которого результат передается заказчику и проект завершает свой жизненный цикл.

Представляет интерес жизненный цикл отдельного компонента проекта. На рис. 2 представлен жизненный цикл компонента К<sub>n</sub>, входящего в состав проекта, изображенного на рис. 1. В соответствии со всем сказанным ранее, первый этап жизненного цикла компонента (разработка концепции) имеет длительность, одинаковую для всех компонентов проекта, поскольку его планирование и выполнение не могут начаться до тех пор, пока не будет определен исполнитель и не приняты все основные проектные решения, характерные для этого этапа.

Этап планирования работ по выполнению проектного компонента позволяет определить сроки его реализации, тестирования и передачи элемента изделия, причем при проектировании путем обратного отсчета, как говорилось ранее, можно определить срок начала работ по реализации компонента, чтобы элемент изделия был передан для комплектации изделия в нужный момент времени, без задержек, но и не преждевременно. Таким образом, в распоряжении исполнителя оказывается период времени от начала планирования работ до момента передачи результатов работ главному исполнителю.

Учитывая то, что срок реализации проекта зависит от срока выполнения отдельного компонента, на который затрачивается наибольшее количество времени, остальные исполнители проекта окажутся недогруженными. Здесь возможно два взаимно не исключающих варианта:

- дополнительная загрузка недостаточно загруженных исполнителей за счет других, не связанных с данным проектом задач;
- сокращение сроков реализации наиболее критичного с точки зрения сроков реализации компонента.

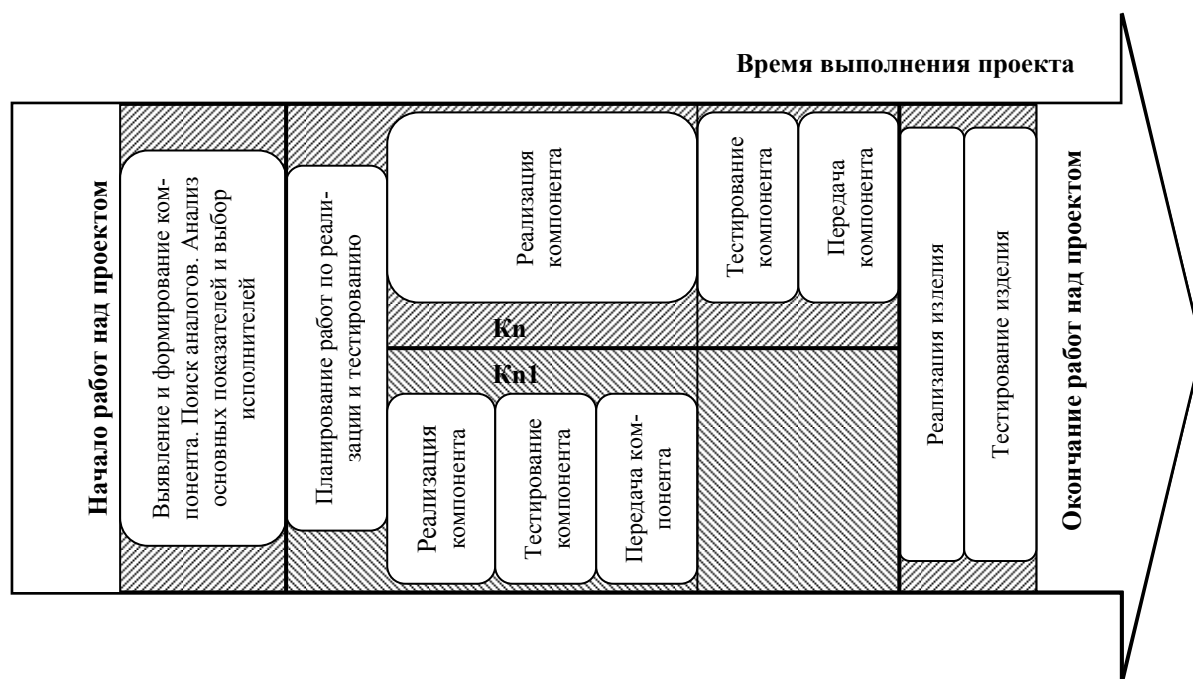


Рис. 2. Жизненный цикл компонента проекта

Очевидно, что первый вариант, хотя и возможен, но сопряжен с рядом недостатков. В первую очередь, он лишает исполнителя гибкости в принятии экономических решений. Кроме того, срок выполнения проекта, в котором участвует исполнитель, оказывается более длительным, что также негативно сказывается на экономических показателях исполнителя.

Второй вариант является наиболее приемлемым, тем более что для его реализации имеется два способа, причем возможно их совместное применение. Во-первых, возможно совместное выполнение наиболее критичного с точки зрения сроков компонента несколькими исполнителями.

Во-вторых, наиболее эффективным и не исключая первым указанным способом, является использование компонентов многократного применения (КМП). Суть многократно используемых компонентов проекта заключается в том, что они позволяют применить в проекте уже готовые и проверенные на практике базовые решения (организационно-технические мероприятия), позволяющие существенно сократить сроки реализации компонента и снизить риск при его реализации. Очевидно, что для компонента  $K_n$  и его субкомпонента  $K_{n1}$  (рис. 2)

такой подход позволит сократить длительность этапов от планирования компонента до его передачи, тем самым сократив срок выполнения всего проекта. Понятие КМП предполагает специализацию исполнителей в определенной области деятельности и наличие определенного опыта у исполнителя, что упрощает их выбор.

Выделим характерные свойства КМП:

*Инкапсуляция* – возможность эффективно изолировать характеристики компонента и комплекс организационно-технических мероприятий от всего остального проекта. Разработав однажды КМП, протестировав правильность, надежность и стабильность связанных с ним мероприятий и характеристик, определяющих состояние компонента, реакций на изменение внешних для КМП условий (по сути – классических свойств, методов и событий), исполнитель может уверенно применять их в дальнейшем, минимизировав сроки реализации, затраты и риски. Побочный эффект заключается в том, исполнитель изолирует процессы, происходящие с КМП, от остального проекта, тем самым повышая его стабильность.

*Наследственность* – это возможность создания новых компонентов на базе существующих. При

этом новые КМП наследуют характеристики и решения базовых компонентов, расширяя их возможности. Данное свойство позволяет снизить риск ошибочных действий при модификации КМП.

*Полиморфизм* – позволяет многократно определять альтернативные управленческие решения для компонентов, расширяя их функциональность и область применения, причем то, какое решение будет принято, зависит от используемой версии компонента.

Таким образом, компоненты проекта многократного применения в полной мере соответствуют классическим понятиям, принятым для компонентно-объектных моделей.

Применительно к компоненту, в процессе выполнения проекта возможны три пути его использования:

- применение готового компонента проекта;
- микропроект, направленный на обновление компонента проекта (расширение функциональности, разработку новой версии на базе существующей и т.д.);
- разработка новых, на данный момент не существующих, но необходимых в дальнейших проектах компонентов.

Вновь разработанные компоненты проекта могут быть использованы в дальнейшем при выполнении новых проектов.

### **Заключение**

Актуальность компонентной модели проекта и использование в проекте компонентов многократного применения определяется следующими достоин-

ствами: сокращением сроков реализации проекта в целом, связанных с планируемыми затратами и возможными рисками, возможностью обоснованного выбора состава исполнителей, естественной приспособленностью компонента для корпоративных проектов. Однозначная связь компонента проекта с конкретным структурным элементом изделия снижает вероятность ошибок на этапах планирования проекта. Кроме того, проект может быть с большей легкостью расширен уже в процессе реализации путем изменения структуры изделия и связанных с этим мероприятий, также представленных в виде компонента, либо прочих мероприятий, например, обучения персонала или проведения рекламных кампаний, связанных с проектом, что обеспечивается за счет гибкости компонентной модели проекта.

### **Литература**

1. Федорович О.Е., Некрасов А.Б., Плохов С.С. Применение компонент многократного использования в управлении проектами разработки новой техники // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2005. – № 2 (10). – С. 104-107.
2. Федорович О.Е., Плохов С.С. Рискоориентированный подход к созданию информационных управляющих систем на базе компонент повторного использования // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2005. – № 5 (21). – С. 66-69.

*Поступила в редакцию 20.03.2006*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Харьков.