

**В.В. Липаев**, д-р техн. наук, проф., гл.науч.сотр.,

Институт системного программирования РАН

e-mail: [vlip28@mail.ru](mailto:vlip28@mail.ru)

## **Программная инженерия: комплекс учебников и монографий**

*В настоящей публикации в кратком изложении со ссылкой на изданные автором учебники и монографии по Программной инженерии, рассматриваются задачи, возникающие в процессе создания сложных программных продуктов на основных этапах их жизненного цикла. Анализируются требования к компетенции, участвующих в этой деятельности специалистов. Выделены шесть видов такой деятельности, применительно к программным продуктам высокого качества. Представлены полные тексты учебников или монографий, опубликованные автором, которые описывают основы Программной инженерии.*

**Ключевые слова:** программные продукты, профессиональная компетенция, технология, проектирование, производство, испытания, эксплуатация

### **1. Основы программной инженерии**

**Программная инженерия** – это область компьютерной науки и технологии, одной из главных задач которой является исследование методов и средств построения программных систем, настолько больших и сложных, что для этого требуется участие слаженных **команд разработчиков различных специальностей и квалификаций**. Обычно такие системы существуют и применяются долгие годы, развиваясь от версии к версии, претерпевая на своем жизненном пути большое число изменений. Улучшаются существующие функции, добавляются новые или удаляются устаревшие возможности. Программные системы адаптируются для работы в новой среде, устраняются дефекты и ошибки. **Суть методологии программной инженерии** состоит в применении систематизированного, научного и предсказуемого процесса проектирования, производства и сопровождения программных комплексов реального времени. **Управление промышленным проектированием и производством** сложных программных продуктов – это особый вид рациональной, коллективной деятельности, включающий: постановку задач; исследования и подготовку проектных решений; планирование процесса производства; организацию работ, контроль за ходом выполнения работ и использованием ресур-

сов. Задачи целевого управления такими работами – сводить воедино усилия руководителей, исполнителей – специалистов разной квалификации, подрядчиков и субподрядчиков, добиваясь, чтобы они **выступали как целевая «команда»**, а не как разрозненная группа реализующая свои цели. Для используемых средств производства характерна взаимосвязь реализуемых с их помощью технологий на отдельных этапах производственного процесса, в результате выполнения которых используемые на предприятии объекты и процессы превращаются в готовую продукцию. В результате должна обеспечиваться концептуальная целостность создания технических систем и высокое качество решения главных задач заказчиков при сбалансированном использовании ресурсов.

Массовое создание сложных программных продуктов промышленными методами и большими коллективами специалистов вызвало необходимость их четкой организации, планирования работ с учетом необходимых для этого ресурсов, с привязкой к этапам и срокам реализации. Для решения этих задач в программной инженерии формируется новое направление исследований – **экономика жизненного цикла программных комплексов**. Это направление объективно включается в исследования экономики промышленного производства средств и систем вычислительной техники. Объективно исследования на этом направлении осложняются трудностью измерения экономических характеристик производства программного продукта. Широкий спектр количественных и качественных показателей, которые с различных сторон характеризуют содержание подобных продуктов, и невысокая достоверность оценки их значений, определяют значительную дисперсию при попытках описать и измерить экономические свойства создаваемых или используемых крупных комплексов программ. Вследствие роста сфер применения и повышения ответственности выполняемых ими функций, резко возросла необходимость **гарантировать высокое качество программных продуктов**, регламентирования и корректного формирования требований к характеристикам реальных комплексов программ и их достоверного определения. В результате специалисты в области теории и методов, определяющих качество продукции, вынуждены осваивать сферу развития и применения нового, несвойственного для их основной деятельности продукта – отдельных программных продуктов и систем в целом, а также подходов к оценке их качества при использовании. Сложность анализируемых объектов и ряда программистов в собственной «непогрешимости», зачастую приводят к тому, что реальные характеристики качества функционирования программных продуктов остаются

неизвестными не только для заказчиков и пользователей, но также для самих разработчиков. Отсутствие четкого декларирования в простых документах атрибутов и значений, характеризующих характеристики качества программных комплексов, вызывает конфликты между заказчиками-пользователями и разработчиками-поставщиками из-за разной трактовки одних и тех же характеристик.

**Руководство организации – заказчика** должно быть уверено, что ее требования полностью понятны исполнителю - поставщику и могут быть выполнены. Для этого заказчик во взаимодействии с исполнителем должен установить общесистемные процедуры для **управления требованиями и документами**, которые необходимы для эффективного функционирования системы проектирования и производства. Такая система должна обеспечивать уверенность заказчика в том, что документы анализируются, при необходимости, уточняются и снова утверждаются. **Управление специалистами** необходимо для того, чтобы подтвердить заказчику должный уровень их компетенции для осуществления своей деятельности, который гарантирует соответствующее образование, знания и практические навыки проектирования и производства продукции.

Методы программной инженерии поддерживают и конкретизируют **технологический процесс**, а также обеспечивают перманентный контроль за значениями качества программного продукта на всех стадиях его производства. Для каждого проекта создания программного продукта, выполняющего ответственные функции, должны разрабатываться и применяться: **система качества**; планы и Программа испытаний, в рамках которых реализуется специальная методология и используются определенные инструментальные средства разработки и испытаний. Такая методология и инструментарий должны обеспечивать заданные на стадии проектирования **качество, надежность и безопасность функционирования программных продуктов**. Эти методы и процессы позволяют разработчикам и заказчикам программных продуктов более корректно взаимодействовать при определении и реализации требований контрактов и технических заданий.

Для **эффективного процесса** изготовления определенного программного продукта и его использования в конкретных условиях эксплуатирующего предприятия, необходимо **создание соответствующей технологии его проектирования и производства**. Технология производства включает методы, используемые для этого оборудования, инструментальные средства и систему взаимосвязанных способов изготовления продукции и выполнения установленного ви-

да работ. Технология должна включать весь перечень последовательных операций по превращению исходного замысла проекта, требований заказчика и потребителей, в готовый продукт, с указанием методов, типа и характеристик инструментальных средств, которыми специалисты пользуются на каждом этапе производства.

**Организация технологии проектирования и производства** – система мер, направленных на рационализацию взаимодействия в пространстве и времени материальных компонентов и специалистов, занятых в процессе производства. Дифференциация коллективного труда предполагает разделение производственного процесса на отдельные части (процессы, операции) и их закрепление за соответствующими подразделениями и специалистами предприятия. В практической деятельности по организации производства, приоритет должен отдаваться тому методу, который обеспечит **наилучшие экономические и социальные характеристики производственного процесса**.

Основные концепции программной инженерии сконцентрированы в **целостном комплексе систематизированных международных стандартов**, охватывающих и регламентирующих практически все процессы жизненного цикла сложных программных средств. Несколько десятков стандартов этого комплекса допускают целенаправленный отбор процессов. С использованием положений этих стандартов формируют проблемно-ориентированные **профили стандартов, предназначенные** для определенных типов проектов и/или предприятий - заказчиков. Практическое применение профилей стандартов, **сосредоточивших мировой опыт** создания различных типов крупных комплексов программ, способствует значительному **повышению производительности труда** специалистов **и качества** создаваемых программных продуктов. Эти стандарты определяют эффективную модифицируемость, мобильность и возможность повторного применения программных компонентов и комплексов, их расширяемость и переносимость на различные аппаратные и операционные платформы. Эти факторы отражаются на росте экономической эффективности технологий и процессов создания различных программных средств и систем. Для регламентирования процессов жизненного цикла такие профили стандартов должны **адаптироваться** и конкретизироваться применительно к определенным классам и функциям проектов, процессов и компонентов программных комплексов. При этом должна сохраняться концептуальная целостность применяемой совокупности стандартов. Должно обеспечиваться их положительное влияние на процессы и результаты, на качество,

надежность и безопасность программных продуктов *при реальных ограничениях на использование доступных для их сопровождения ресурсов в жизненном цикле проектов.*

*Методология программной инженерии* и международные стандарты рекомендуют современные методы и средства проектирования и производства, внедрения и применения программных продуктов в составе сложных систем. Организованные коллективы специалистов, применяющие традиционные, регламентированные процессы программирования, верификации, тестирования и сопровождения программных комплексов и их компонентов обеспечивают заказчикам *стабильные, предсказуемые результаты* – программные продукты с требуемым качеством обработки технической информации. Основной интеллектуальный труд специалистов вкладывается в разработку функциональных алгоритмов и текстов программ, а также в их интеграцию, испытания, документирование на всех этапах проектирования и производства сложных программных продуктов. Большая сложность информации в таких системах определяет высокие *затраты квалифицированного интеллектуального труда* специалистов на комплексы программ, для *материализации информации в программном продукте.*

*Методология программной инженерии* и стандарты *регламентируют современные процессы управления проектами* сложных систем и программных продуктов. Они обеспечивают организацию, освоение и применение апробированных годами, высококачественных процессов проектирования, программирования, верификации, тестирования и сопровождения программных комплексов и их компонентов. Тем самым, эти проекты и процессы позволяют получать стабильные, предсказуемые результаты и программные продукты требуемого качества. Многообразие классов и видов сложных комплексов программ, обусловленное различными функциями и сферами применения систем, определяет формальные трудности, связанные с методами и процедурами *доказательства соответствия создаваемых и поставляемых программных продуктов* условиям контрактов, требованиям заказчиков и потребителей. По мере расширения применения и увеличения сложности систем, выделились области, в которых дефекты, недостаточное качество комплексов программ или данных могут наносить значительный ущерб, намного превышающий положительный эффект от их использования. В таких *критических системах* (например, управления атомными электростанциями, крупными банками или системами вооружения) *недопустимы проявления высоких рисков, нарушений принятых режимов функ-*

**ционирования** программных продуктов при любых искажениях исходных данных, сбоях, частичных отказах аппаратуры, ошибках пользователей и других нештатных ситуациях. Подобные риски комплексов программ могут определять безопасность функционирования объектов, предприятий и даже страны. Вследствие этого резко **повысилась ответственность специалистов за качество** результатов их труда и создаваемых программных продуктов. Это требует непрерывного совершенствования, обучения и повышения квалификации заказчиков, разработчиков и пользователей в области программной инженерии, освоения ими современных методов, процессов и международных стандартов, а также **высокой корпоративной культуры коллективов специалистов**, обеспечивающих жизненный цикл критических программных продуктов.

В соответствии с требованиями федерального образовательного стандарта, областью профессиональной деятельности магистров **по направлению подготовки 231000 Программная инженерия** является **индустриальное производство программного обеспечения для информационно-вычислительных систем различного назначения**. Объектами профессиональной деятельности специалистов являются: программные проекты; программные продукты; методы и инструментальные средства разработки программных продуктов; коллективы специалистов, участвующие в процессах жизненного цикла сложных комплексов программ. Они **должны быть компетентными в основных видах профессиональной деятельности**.

В образовательном стандарте каждому виду деятельности сопутствуют очень **краткие описаниями требований к профессиональной компетенции (ПК)** магистров, которые недостаточны для создания на конкретных предприятиях и в ВУЗах проблемно – ориентированных Программ и планов обучения на степень магистра. Эти описания рекомендуются при обучении и аттестации на степень магистра программной инженерии. Однако состав компетенций содержит крупные недостатки и не отражают требования к современному индустриальному производству сложных программных продуктов. Вызывает удивление структура и распределения ресурсов на профессиональные компетенции – непосредственному проектированию и производству программных продуктов посвящено только пять – семь профессиональных компетенций из 17, но они не конкретны и не отражают все разнообразие индустриальных процессов и компетенций, необходимых магистрам для создания современных программных продуктов высокого качества. Очевидно, что составители этого раздела образовательного стандарта, сами никогда не разрабатывали

крупных программных высококачественных продуктов, и не имели опыта в индустриальной программной инженерии.

Для обучения и повышения квалификации и компетенции специалистов до уровня «магистров» автором подготовлен комплекс учебников и монографий, содержащих полные электронные копии, перечисленных ниже книг. Они могут быть в свободном доступе представлены заинтересованным предприятиям:

**2. Проектирование и производство сложных заказных программных продуктов.** – М.: СИНТЕГ, 2011. – 408 с.

**3. Человеческие факторы в программной инженерии: рекомендации и требования к профессиональной квалификации специалистов.** Учебник. – М.: СИНТЕГ, 2009. - 328 с.

**4. Экономика производства программных продуктов.** Издание второе - М.: СИНТЕГ, 2011. - 358 с.

**5. Тестирование компонентов и комплексов программ.** Учебник. – М.: СИНТЕГ, 2010. – 400 с.

**6. Сопровождение и управление конфигурацией сложных программных средств.** - М.: СИНТЕГ, 2006. - 372 с.

**7. Сертификация программных средств.** Учебник. – М.: СИНТЕГ, 2010. - 348с.

**8. Надежность и функциональная безопасность комплексов программ реального времени.** – М: 2013.-210 с.

Общий объем книг около 2400 страниц , объем памяти 315 Мб.