

УДК 65.011.56:658.5.011

## К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ

Губарев А.В., Фаткин В.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет», Россия, Рязань (390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1), e-mail: [gubarev.a.v@rsreu.ru](mailto:gubarev.a.v@rsreu.ru)*

---

В статье рассматривается методологический подход к реализации композиционного проектирования продукции на основе технологии информационного обеспечения. Проведен сравнительный анализ композиционного и декомпозиционного подходов к проектированию. Рассмотрена проблема координации локальных решений при проектировании продукции, процессов и систем, а так же предложены пути их решения, основанные на применении информационных технологий. Обоснована необходимость применения общей базы данных моделей (в том числе критериальных) элементов систем, узлов продукции и т.д., разработанных специализированными системами автоматизированного проектирования, при разработке оптимальной структуры проектируемых сложных продукции или системы. Показана роль информационной среды управления, как элемента передачи, обработки, получения и хранения информации при организации работ с предприятиями смежниками.

---

Ключевые слова: информационные технологии, композиционное проектирование, общая база данных.

## REALIZATION OF INFORMATION SUPPLY IN COMPOSITE ENGINEERING OF PRODUCTS

Gubarev A.V., Fatkin V.A.

*State federal budget institution of high professional education «Ryazan state radio engineering university», Russia, Ryazan (390005, Ryazan, str. Gagarina, 59/1), e-mail: [gubarev.a.v@rsreu.ru](mailto:gubarev.a.v@rsreu.ru)*

---

The article touches the question of methodological approach in composite engineering of production on the basis of informational supply. Comparative analysis of composite and decomposite approaches was executed. The authors consider the problem of managing local solutions in engineering products, processes and systems. They also provide solutions based on IT. The necessity of using general database of models (including criterial models) of system elements, units of products and etc., created by specialized automated systems of engineering, while manufacturing the optimal structure of the engineering complex products or systems, was substantiated. The role of information management environment, as part of the transfer, processing, preparation and storage of information in the organization of work with subsidiaries.

---

Key words: IT, composite engineering, general database

При решении задач информационного обеспечения композиционного проектирования продукции возникают трудности координации принимаемых локальных решений в процессе проектирования и производства продукции и систем, а также организации ресурсного, кадрового, информационного обеспечения и т.д.

Проблема координации может быть решена при централизации процесса принятия решений, но это противоречит принципам специализации (ни один из разработчиков сложной продукции или систем не может обладать одновременно глубокими и детальными знаниями во всех областях техники и технологии, используемых при разработке наукоемкой продукции или систем.) Поэтому при существующей технологии проектирования используется метод последовательного согласования локальных решений.

На начальном этапе проектирования руководители осуществляют управляющие воздействия, в виде выдачи технических заданий на основе требований заказчика всем исполнителям на разработку технических предложений по каждому элементу создаваемой продукции или системы, а также процессов обеспечения и поддержки разработки и производства в соответствии с выбранным общим замыслом. Так как на этом этапе проектирования еще не известны локальные технические решения, которые будут предложены исполнителями, в том числе организациями-разработчиками, то указанные управляющие воздействия отражают общие технические требования к разрабатываемым элементам с учетом нормативных ограничений на численные значения критериальных показателей [1, 4].

На основе этих общих требований исполнителями разрабатываются технические предложения, т.е. предлагаются некоторые технические решения. При подготовке технических предложений оптимальное решение может быть достигнуто только на основе взаимных согласований, а для этого необходимо совместное рассмотрение всех элементов проектируемой продукции или системы, а также процессов поддержки разработки и производства посредством использования технологий информационного обеспечения и общей базы данных. Эта задача не может быть решена каждым исполнителем в отдельности, а руководители (заказчики) могут не располагать достаточной для этого информацией. Поэтому естественным стремлением является локальная оптимизация по принятым показателям каждого предлагаемого технического решения на уровне элементов проектируемой продукции или системы, а также элементов поддержки и обеспечения разработки и производства.

Последующий этап проектирования предполагает корректировку руководителями (заказчиками) управляющих воздействий для каждого исполнителя (организации разработчика) с учетом предложенных ими решений. Для выбора оптимального согласованного решения необходимо располагать моделями предложенных элементов, устройств, решений, которые размещаются в общей базе данных, отражающими ожидаемое изменение критериальных показателей соответствующих элементов разрабатываемой продукции или системы, а также элементами процессов поддержки и обеспечения при варьировании их параметров.

При этом корректировка управляющих воздействий, сводится к одобрению предложенных решений, если они удовлетворяют принятым ограничениям, или к требованию подготовки нового технического предложения (в противном случае).

При данном методе проектирования выбираемые решения могут быть наилучшими по принятым показателям только для множества рассмотренных решений.

Из-за недоиспользования потенциальных возможностей по достижению высоких технико-экономических показателей разрабатываемых наукоемких продукции или систем за счет выбора на начальных этапах проектирования наиболее рациональной организации, требуется создание новой методологии проектирования, обеспечивающей конструктивное решение проблемы координации локальных решений в процессе разработки сложных продукции или систем, в том числе с использованием перспективных стандартизованных технологических решений.

Как уже было отмечено, централизацией не может быть решена проблема координации процесса принятия решений при разработке сложной продукции или системы, так как этому препятствует объективная необходимость специализации проектных подразделений.

Это противоречие может быть разрешено путем интегрирования в организации знаний и опыта всех исполнителей, т.е. создания общей базы данных и внедрения технологий информационного обеспечения и придания организации способности преодолевать междисциплинарные барьеры при выборе оптимального решения относительно разрабатываемой продукции или системы. Формируемая общая база данных должна содержать модели возможных локальных решений.

Данные модели должны отражать наряду с характеристиками операций, выполнение которых может обеспечить соответствующее качество элементов, узлов, продукции, процессов, зависимости критериальных показателей этих элементов, узлов, продукции, процессов поддержки и обеспечения от параметров реализуемого процесса, а также признаки совместимости локальных решений. Для достаточно полного и адекватного описания характеристик требуется использование критериальных и функциональных моделей. Под критериальной моделью элемента, узла, продукции, процесса в данном случае понимается их математическое описание, содержащее принятые критериальные показатели, параметры элемента, узла, продукции, процесса (заданные и варьируемые параметры) и связи между ними в виде аналитических зависимостей (уравнений связей) [4].

Модель элемента, узла, продукции, процесса, включающая критерии эффективности, является математическим выражением цели решаемой оптимизационной задачи и, следовательно, соответствует содержанию операций оптимальной композиции наукоемкой продукции или системы.

Разработка указанных моделей элементов, узлов, продукции, процессов должна осуществляться исполнителями в соответствии с их специализацией на основе проводимых исследований и разработок, а также информации из общей базы данных. В своей совокупности разработанные модели элементов общей базы данных должны отражать

достигнутые технические и технологические возможности, которые могут быть использованы при создании разрабатываемой сложной продукции или системы.

Число вариантов структурной организации разрабатываемой наукоемких продукции или системы, которые могут быть сформированы при рассмотрении всего располагаемого многообразия элементов общей базы данных крайне велико. Поэтому формирование и оценка этих вариантов могут быть осуществлены только с помощью технологий информационного обеспечения. Для этого необходимо располагать автоматизированными методами направленного формирования формального отображения оптимальной структуры проектируемой сложной продукции или системы с заданными свойствами из моделей элементов, располагаемых в общей базе данных [1, 2].

В настоящее время коммуникации в организации основаны на передаче, обработке, получении и хранении информации, которая является основным элементом информационной среды управления (ИСУ). Целесообразно сформулировать и реализовать принципы построения ИСУ и организации управленческого труда для предприятий-смежников. Это следующие принципы:

- регламентации и стабильности процессов, предусматривающие разработку методологических инструкций и положений по вопросам построения и функционирования систем информационного обеспечения и поддержки композиционного проектирования для предприятий – смежников;

- гибкости построения ИСУ, т. е. создания информационных систем предприятий, не требующих коренной перестройки при освоении или модернизации продукции;

- адаптации работников предприятий-смежников к ИСУ, предусматривающие обучение персонала новым методам работы;

- адаптации информационной системы к работникам аппарата управления, основанные на разработке системы электронного документооборота в реальном масштабе времени в соответствии с требованиями нормативной документации и пожеланиями персонала;

- горизонтальной интеграции процессов управления для устранения барьеров между предприятиями-смежниками и барьеров между службами внутри предприятий на основе интегрированной информационной системы при реализации концепции композиционного проектирования;

- вертикальной интеграции для усиления взаимодействия между уровнями управления предприятий-смежников для обеспечения оптимизации процесса согласования и принятия решений;

- альтернативности управленческих решений, т.е. формирования оптимальных решений для предприятий-смежников с помощью методов моделирования

производственных процессов и разработке их вариантов с последующим размещением их в общей базе данных;

– интеграции и кооперации труда при создании локальных систем, и построения интегрированной системы эффективного обмена информацией.

Информационные технологии при выполнении указанных принципов служат средством интеграции данных на всех этапах жизненного цикла продукции, и формируют рабочую среду работников предприятий. Представляя каждому пользователю необходимую информацию и получая от него актуализированные данные, решая вопросы согласования и утверждения документов, система позволяет осуществлять оперативное управление производственными процессами на уровне предприятий-смежников. На предприятиях появляется возможность оценки процессов, т.е. измерения их качества. При оценке процессов рассматриваются процессы, существующие в организации, а также процессы предприятий-смежников, являющиеся для них входами и выходами, и определяется их эффективность для достижения поставленных целей [5].

В результате создания единой, достоверной и доступной информационной базы создаются предпосылки оперативного проведения работ:

- по хранению данных и документов;
- управлению составом изделия;
- оперативному управлению производством;
- координации работ по техобслуживанию изделий;
- управлению качеством.

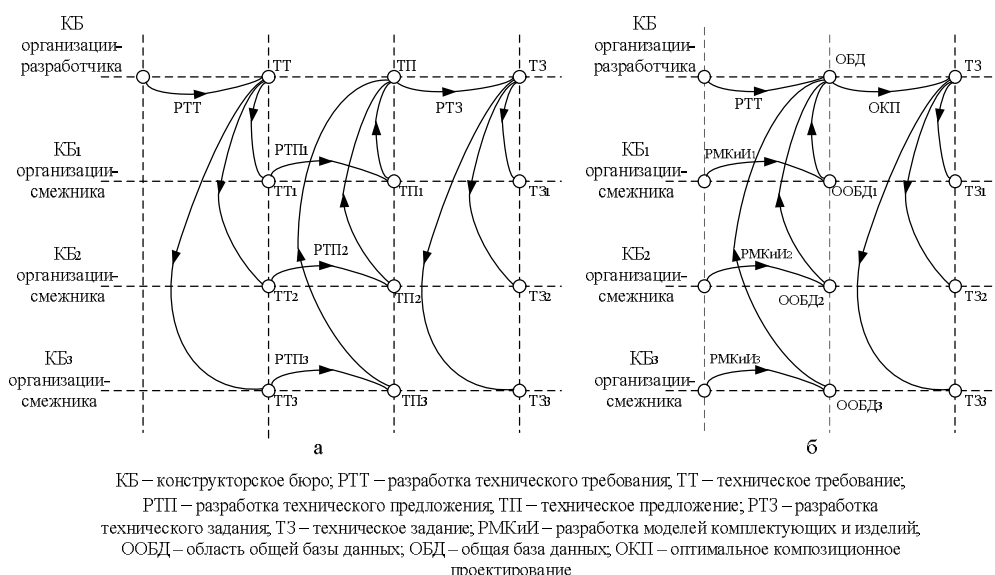
Предприятия-смежники при этом формируют посредством интегрированной информационной системы «виртуальное» предприятие [1].

Следует отметить, что при декомпозиционном подходе проектирование сложной продукции или системы в рамках «виртуального» предприятия начинается с эвристического или эмпирического выбора некоторой возможной структуры этой продукции или системы с последующей подготовкой технических предложений на разработку ее элементов, то в данном случае оно осуществляется автоматизированными методами организация оптимальной для заданных условий структуры этой продукции или системы из элементов, хранящихся в общей базы данных. Эта база данных отражает реально располагаемые возможности в разработке элементов продукции или системы, а также процессов материально-технического, кадрового, информационного обеспечения и т.д. рассматриваемого класса на основе достигнутых знаний в соответствующих областях науки и техники. Таким образом, при предлагаемом подходе к проектированию сложных продукции или систем, а также процессов используется как бы обратный (по сравнению с

декомпозиционным проектированием) принцип организации операций подготовки и принятия решений. Поэтому такой подход является усовершенствованным на основе технологий информационного обеспечения методом композиционного проектирования.

Для сравнения на рисунке 1 показаны последовательности операций на начальном этапе разработок сложной продукции или систем при декомпозиционном и композиционном методе их проектирования.

Если при декомпозиционном проектировании организацией выставляются проектным бюро и организациям задания на подготовку технических предложений по элементам создаваемой сложной продукции или системы и ими вырабатываются локальные проектные решения, то при композиционном проектировании бюро и организации делегируют накопленные знания организации в форме моделей (в том числе и математических) элементов, узлов, продукции, агрегатов.



**Рисунок 1 - Последовательность операций разработки технического задания при декомпозиционном (а) и композиционном (б) проектировании сложной продукции и систем на основе технологий информационного обеспечения**

На этой основе осуществляется синтез автоматизированными методами оптимального варианта построения создаваемой сложной продукции или системы. После этого проектным подразделениям (организациям) выдаются технические задания на разработку элементов, узлов, процессов изготовления создаваемой сложной продукции или системы с указанием выбранного варианта их технического исполнения и численных значений их параметров, соответствующих условиям оптимального компромисса на уровне продукции или системы в целом с учетом суммарного эффекта. В связи с развитием вычислительных сетей и технологий информационного обеспечения может быть реализована более эффективная форма организации оптимального композиционного проектирования, основанная на

объединении локальных систем автоматизированного проектирования в едином информационном пространстве.

В этом случае модели (в том числе и математические) элементов, узлов, продукции, процессов разрабатываются специализированными системами автоматизированного проектирования путем обработки результатов расчетов ожидаемых значений критериальных показателей элементов, узлов, продукции, процессов, при изменении их параметров, во всем диапазоне допустимых их значений для всего многообразия возможных на данном уровне знаний и технологии вариантов конструктивного исполнения этих элементов, узлов, продукции. Разработанные модели систематизируются в общей базе данных системы информационного обеспечения с отражением признаков функциональной совместимости локальных решений, образуя проблемно-ориентированную базу данных. Сопряжение различных баз данных позволяет сформировать общую базу данных, используемую в процессе композиционного проектирования разрабатываемых наукоемких продукции или систем определенного класса. При этом вычислительные возможности такой автоматизированной системы оптимального композиционного проектирования возрастают, так как используется вычислительная мощь всех технологий информационного обеспечения и систем автоматизированного проектирования [3].

Результативность композиционного проектирования в значительной степени зависит от универсальности использованного принципа декомпозиции располагаемой общей базы данных и от ее полноты. Декомпозиция общей базы данных по признаку возможной реализации (при достигнутом уровне знаний) элементарных операций преобразования и передачи энергии, вещества и информации (ее содержательного аспекта) позволяет осуществлять композицию сложных продукции и систем различного назначения из универсальных формальных элементов, узлов. Детальное конструктивное исполнение элементов разрабатываемой продукции или системы уточняется на последующих этапах технического проектирования. Это создает достаточно строгую основу для реализации оптимального композиционного проектирования.

### **Список литературы**

1. Гольдин В.В. Информационная поддержка жизненного цикла электронных средств: монография / В.В.Гольдин, В.Г. Журавский, А.В.Сарафанов, Ю.Н. Кофанов - М.: Радио и связь, 2002. - 379 с.

2. Губарев А.В. Разработка динамической модели композиционного проектирования продукции и совершенствования технологической системы на основе информационного обеспечения / А.В. Губарев, В.А. Фатькин // Вестник РГРТУ. – 2009. – №2. – С. 64-68.
3. Губарев А.В. Совершенствование системы менеджмента качества организации на основе улучшения ее информационного обеспечения: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Брянск, 2010. – 20 с.
4. Лазарев И.А. Композиционное проектирование сложных агрегативных систем / И.А. Лазарев. – М. Радио и связь, 1986. – 321 с.
5. Фатькин В.А. Исследование и разработка методов оценки технического уровня и качества технологических систем на основе композиционного проектирования, Автореф. дис. канд. техн. наук. – Москва, 1995. – 23с.

**Рецензенты:**

Протасьев Виктор Борисович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Инструментальные и метрологические системы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», г.Тула.

Каширин Игорь Юрьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Информатика и вычислительная техника», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина», г.Рязань.