

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

---

***Анотація.** Розглядається використання задачного підходу до проектування спеціалізованих обчислювальних систем управління у реальному часі.*

***Ключові слова:** системи управління у реальному часі, процес проектування обчислювальних систем реального часу.*

***Аннотация.** Рассматривается применение задачного подхода к проектированию специализированных управляющих вычислительных систем реального времени.*

***Ключевые слова:** системы управления в реальном времени, процесс проектирования вычислительных систем реального времени.*

***Abstract.** The application of comprehensive approach in designing of specialized realtime computer control system is considered.*

***Keywords:** realtime computer control systems, the design process of realtime computer systems.*

### **1. Введение**

Разносторонняя информатизация общества в техническом отношении базируется на применении проектируемых разнообразных переработчиков информации, в том числе обладающих системной сложностью. Эффект применения последних прямо зависит от выдерживания соответствия свойств (параметров, характеристик и т.п.) в широком смысле проектируемых систем ставящимся запросам в виде определённых задач с требуемым качеством решения. Отклонение от этого приобретает смысл ошибок, особенно критичных в отношении вычислительных систем управления объектами и ситуациями в реальном времени, которые в высокоответственных случаях могут привести к серьёзным негативным последствиям, вплоть до катастрофических.

Данное обстоятельство актуализирует тот аспект исследований в теории проектирования вычислительных систем, где рассматриваются и оцениваются факторы, влияющие на реальную результативность проектирования: практическая реализуемость цели и практичность подхода, продуктивность процесса проектирования в целом и его составляющих, полнота исходных данных и эффективность их использования, работоспособность применяемых методических средств, определённая недостаточность общей теории и необходимость её дифференциации в существенно различающихся направлениях.

В настоящей статье в общем русле рассматриваются вопросы, связанные с особенностями проектирования вычислительных систем управления в реальном времени (ВС РВ) в сравнении с обычным проектированием вычислительных систем свободного времени (ВС СВ).

### **2. Постановка задач**

Показать специфику проектирования (процесса проектирования) ВС РВ на фоне обычного проектирования ВС СВ.

Не перечисляя всего, что присуще проектированию ВС РВ, приведём несколько представительных моментов, которые по совокупности информации и по уровню подробностей позволяют составить достаточное представление об отличительности проектирования ВС РВ и о соответствующем подходе к осуществлению процесса проектирования.

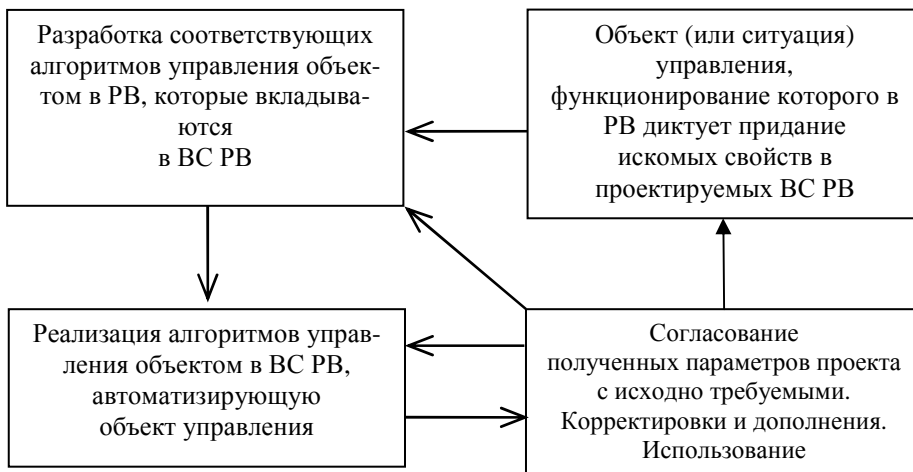


Рис. 1. Распределение проектных функций

ласти применения и формирование требований к проекту, а затем поиски вариантов более эффективной реализации (рис. 1).

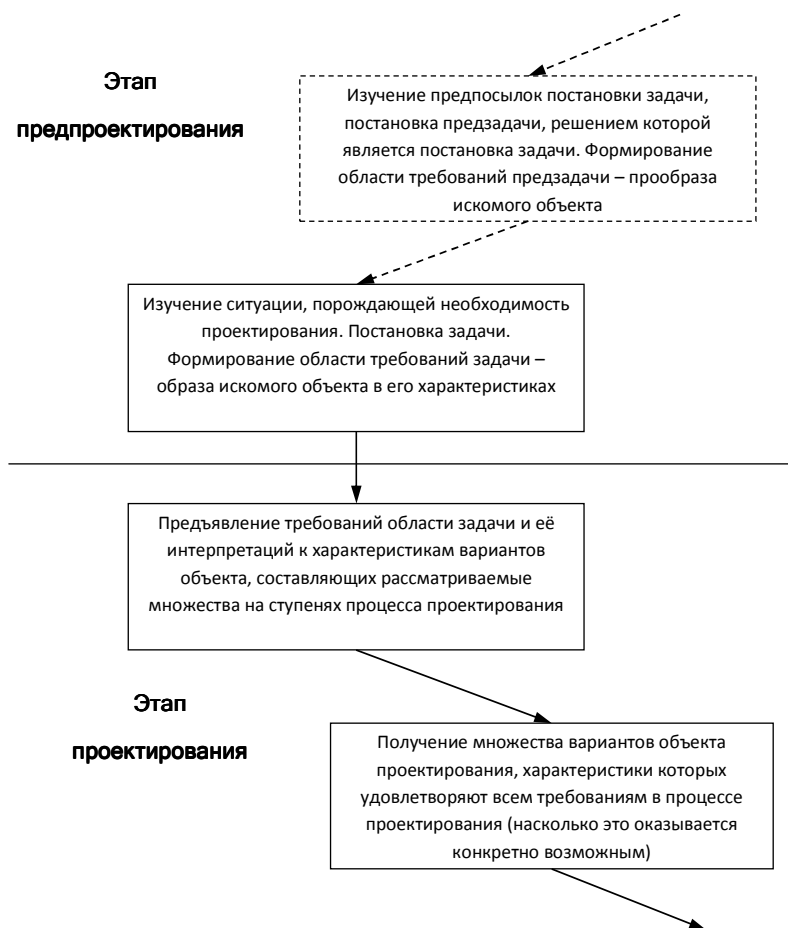


Рис. 2. Два основных этапа проектирования

тельных характеристик с разумными ограничениями (рис. 3). (Более подробно об этой "области допустимых требований" в [1]).

4. В отличие от более свободного оперирования проектными данными при проектировании ВС СВ (например, эквивалентные преобразования), проектированию ВС РВ, напротив, присущи определённая вынужденность в оперировании, детерминированность и размеченность оперирования в событийно-временном пространстве. Так, при переходе из некоторого предшествующего состояния в последующее путём преобразования входного

1. Руководствуясь общими соображениями, в отличие от проектирования ВС СВ, где характерны сперва разработка проекта, а затем поиски области более эффективного применения, для проектирования ВС РВ, напротив, характерны сперва изучение об-

2. В отличие от проектирования ВС СВ, где последовательность проектных действий (этапов) более или менее свободна в рамках общего замысла, проектирование ВС РВ, напротив, характеризуется строгой последовательностью этапов, начиная с так называемого предпроектирования, что следует из функционального назначения проекта и жёстких требований к характеристикам, диктуемым содержанием управляемого объекта (рис. 2).

3. В отличие от ТЗ на проектирование ВС СВ, где обычно требуется безусловное повышение положительных характеристик, ТЗ на проектирование ВС РВ, напротив, содержит требования к повышению положи-

сигнала  $Z$  в выходной сигнал  $F$  (рис. 4) последовательность составляющих  $a, b, c$  жёстко привязывается к моментам времени  $t_0 - t_3$  в соответствии с функционированием автоматизируемого объекта, и строго определённые действия в общем случае должны производиться “не раньше и не позже” (рис. 5). Это обстоятельство не позволяет в общем случае проводить эквивалентные преобразования проектной информации, как это указано выше в случае с ВС СВ из-за невозможности следования аксиомам коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности.

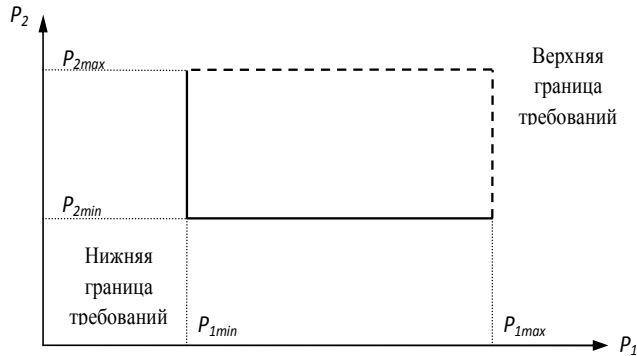


Рис. 3. Базовая форма ТЗ

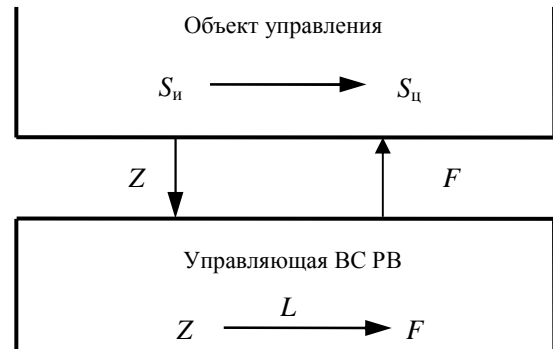


Рис. 4. Объект управления и управляющая ВС РВ

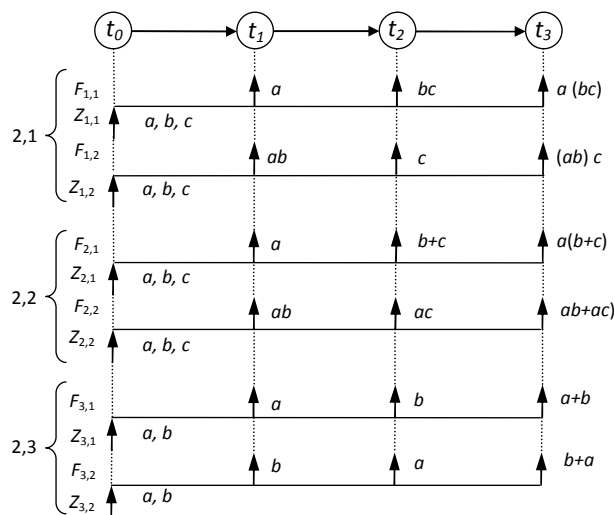


Рис. 5. Особенность временного оперирования сигналами

Как это видно в совокупности, проектирование ВС РВ в общем случае существенно отличается от проектирования ВС СВ, и это означает необходимость разработки специального подхода.

Его суть выражается следующим набором частично пересекающихся и взаимодополняющих положений.

1. Под проектированием ВС РВ для управления автоматизируемым объектом понимается процесс придания ВС конкретно требуемых свойств (параметров, характеристик, а также функций, каналов и пр.), насколько об этом можно судить по предварительному изучению на уровне имеющихся знаний и принятых положений.

2. Процедура проектирования представляет собой в общем случае постепенный (поэтапный) переход от представлений об искомой ВС РВ в понятиях пользователей до представлений о ней же в понятиях разработчиков.

3. Начальным задающим этапом, который непременно входит в общий процесс, является предпроектирование, где действия направлены на составление начального ТЗ, которое последовательно трансформируется на последующих этапах с необходимым сохранением полезной информации (насколько это возможно).

4. ТЗ на проектирование представляет собой так называемую “область допустимых значений параметров” проектируемой ВС РВ, точнее область “допустимых требований” к этим параметрам, от выполнения или невыполнения которых зависит положительный или отрицательный результат проектирования соответственно.

5. Определяющим в проектировании ВС такого класса является разработка алгоритмов управления, которые затем закладываются в техническую часть ВС, что требует особого внимания, учитывая специфику применения, так как возможные ошибки на этом

уровне могут иметь такие последствия, которые не могут быть компенсированы никакими техническими достижениями в последующем.

6. В целом процесс проектирования ВС РВ представляет собой процесс оперирования последовательностью поэтапных ТЗ, где каждое последующее ТЗ служит соответствующим этапным решением, если оно удовлетворяет требованиям предшествующего ТЗ.

7. Обычная базовая форма ТЗ – развёрнутые прямые требования, что в большей мере сохраняет полезную информацию в сравнении с комбинационными приёмами, например, в случае придания некоторого сложного критериального вида.

8. Таким образом, искомая ВС РВ, точнее, представление о ней в её параметрах, может рассматриваться как заключительное решение той задачи управления, которая была поставлена в начале проектирования.

9. В несколько иной терминологии и предельно кратко можно сказать, что специфика процесса проектирования ВС РВ заключается сперва в формировании цели проектирования, а затем в поисках средств достижения этой цели. В понятиях аванпроектирования начальная постановка задачи управления рассматривается как прообраз искомой ВС РВ, а сам аванпроект – как образ этой ВС, подлежащий техническому воплощению (насколько это оказывается конкретно возможным).

### **3. Заключение**

Исторически сложившееся название такого подхода – задачный. Он был разработан в Институте кибернетики АН УССР и неоднократно применялся в первую очередь при аванпроектировании специализированных ВС РВ для ВС РВ автоматизированного управления различными объектами и ситуациями. Непосредственно комплекс результатов исследований и перечень соответствующей литературы приведены в [2]. В последующем этот подход был распространён на проектирование в случаях целенаправленно применяемых систем и при выработке целенаправленного поведения, когда процесс проектирования представляет собой поэтапное преобразование данной цели в искомую управляющую систему.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мороз-Подворчан И.Г. О начальном этапе обоснованного проектирования ЭВМ в рамках задачного подхода / И.Г. Мороз-Подворчан // Кибернетика и системный анализ. – 2000. – № 2. – С. 174 – 179.
2. Мороз-Подворчан И.Г. Проблема обгрунтування вибору ЕОМ реального часу для розв'язання задач керування та обробки даних: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук / І.Г. Мороз-Подворчан. – К.: Інститут кібернетики НАНУ, 2006. – 36 с.

*Стаття надійшла до редакції 14.12.2011*