Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Цикл лекций по дисциплине «Методология программной инженерии»

Автор: Романова Татьяна Николаевна,
доцент кафедры «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»,
кандидат физико-математических наук.
rtn@bmstu.ru

Россия, Москва - 2015

Лекция 1

Основные понятия программной инженерии. Принципы проектирования сложных программных систем

Технология – ***сложный комплекс, в основе которого лежит применение различных орудий, инструментов и аппаратов, использующий наработанные человечеством знания и умения [1].***

В широком смысле под ***технологией программирования*** будем понимать ***технологию разработки программных средств***, включая в нее все процессы, начиная с момента зарождения идеи этого средства и до момента изъятия из эксплуатации. Сюда же включаются все процессы, связанные с созданием необходимой программной документации.

Информационная технология – система методов и способов сбора, получения, накопления, хранения, обработки, анализа и передачи информации с использованием средств ЭВМ. Применяется для повышения эффективности, защищенности и оперативности производственных процессов.

Методология – совокупность механизмов, применяемых при разработке программных систем и объединённых единым философским подходом.

Метод – концептуальное описание правил построение моделей системы, представляющих разные взгляды на проект с использованием специальных графических нотаций, которые определяет изобразительные средства и состав документации по проекту.

Главное различие между ***технологией программирования и программной инженерией*** как дисциплинами для изучения заключается в способе рассмотрения и систематизации материала.

В ***технологии программирования*** акцент делается на изучении процессов разработки ПС и порядке их прохождения. Методы и инструментальные средства, используемые для разработки ПС, образуют технологические процессы, которые рассматриваются в дисциплине ***технология программирования.***

Программная инженерия изучает различные методы и инструментальные средства разработки ПС с точки зрения достижения определенных целей. Методы и средства, изучаемые в данной дисциплине, могут использоваться в разных технологических процессах и в разных технологиях программирования.

В ***технологии программирования*** методы рассматриваются с точки зрения организации технологических процессов.

В ***методологии программирования*** методы рассматриваются с точки зрения основ их построения.

Методология программирования определяется как совокупность механизмов, применяемых в процессе разработки программного обеспечения и объединенных одним общим философским подходом.(Г. Буч. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. - М.: Конкорд, 1992).

Например, ***надежность*** является неотъемлемым атрибутом ПС. Будем рассматривать ***технологию программирования*** как технологию разработки **надежных ПС**. Это означает:

- мы будем рассматривать все процессы разработки ПС, начиная с момента возникновения замысла ПС;
- нас будут интересовать не только вопросы построения программных конструкций, но и вопросы описания функций и принимаемых решений с точки зрения их человеческого (неформального) восприятия;

- в качестве продукта технологии принимается надежная (далеко не всегда правильная) ПС.

Такой взгляд на технологию программирования будет существенно влиять на организацию технологических процессов, на выбор в них методов и инструментальных средств.

Основные требования к методикам и методам проектирования ПО

- Метод должен отражать специфику подхода (парадигму программирования).
- Метод должен быть освоен всеми участниками проекта и должен быть наглядным с точки зрения полученных результатов.
- Должны существовать формальные переходы от этапов анализа к этапу проектирования и обратно.
- Должны существовать инструментальные средства, поддерживающие все эти методы

Понятие сложной системы

Международная организация по стандартизации (МОС) в области науки о компьютерах и ИТ определила понятие "система" следующим образом:

"Система - это множество элементов и отношений между ними, рассматриваемых, как единое целое".

Такими элементами могут быть как материальные, так и логические объекты, а также результаты деятельности людей (например, организационные формы предприятий, математические методы и языки программирования.

Классификация ИС

Классификации всегда относительны. Так в детерминированной системе можно найти элементы стохастических систем.

Цель любой классификации ограничить выбор подходов к отображению системы и дать рекомендации по выбору методов.

Системы классифицируются следующим образом:

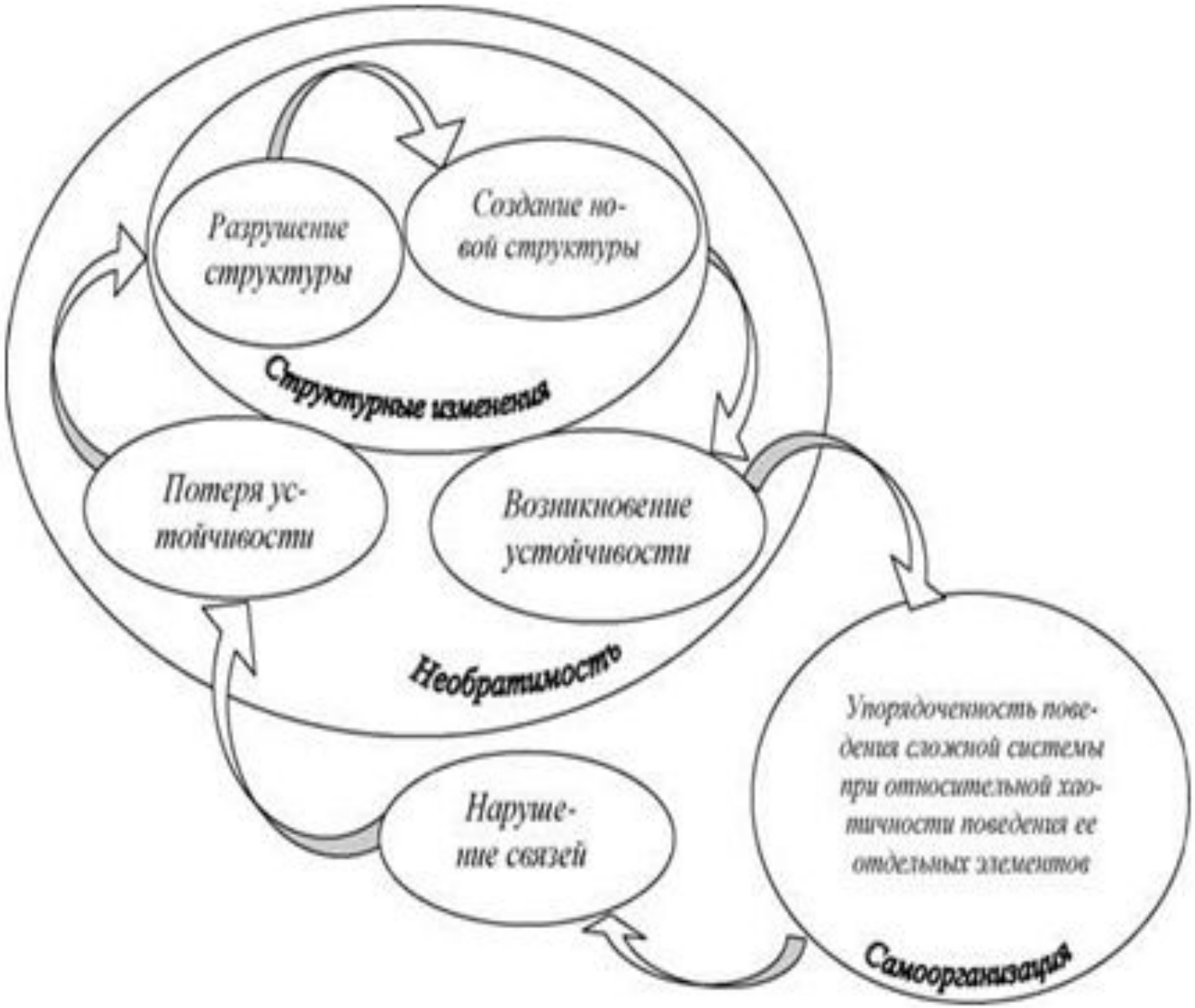
- по виду отображаемого объекта—технические, биологические и др.;
- по виду научного направления — математические, физические, химические и т. п.;
- по виду формализованного аппарата представления системы — детерминированные и стохастические;
- по типу целеустремленности-открытые и закрытые;
- по сложности структуры и поведения — простые и сложные;
- по степени организованности — хорошо организованные, плохо организованные (диффузные), самоорганизующиеся системы.

Классификация систем по сложности

Г. Н. Поваров в зависимости от числа элементов,

входящих в систему, выделяет четыре класса систем:

- малые системы ($10...10^3$ элементов),
- сложные ($10^4...10^7$ элементов),
- ультрасложные ($10^7. ..10^{30}$ элементов),
- суперсистемы ($10^{30}.. .10^{200}$ элементов).


Разрушение структуры
Создание новой структуры
Структурные изменения
Потеря устойчивости
Возникновение устойчивости
Необратимость
Нарушение связей
Упорядоченность поведения сложной системы при относительной хаотичности поведения ее отдельных элементов
Самоорганизация

Понятие сложной информационной системы

1. Система, которая разрабатывается не одним человеком, а группой разработчиков (более 5 человек).
2. Если количество строк исходного кода исчисляется сотнями тысяч или даже миллионами.
3. Если сложную задачу можно декомпозировать на более простые задачи (которые будут реализованы более мелкими подсистемами).
4. Если в требованиях встречаются ***взаимоисключающие требования.*** Например, нужно обработать огромные информационные потоки, и время отклика должно быть минимальным. Следует найти компромисс.

Сложная программа обладает следующими свойствами:

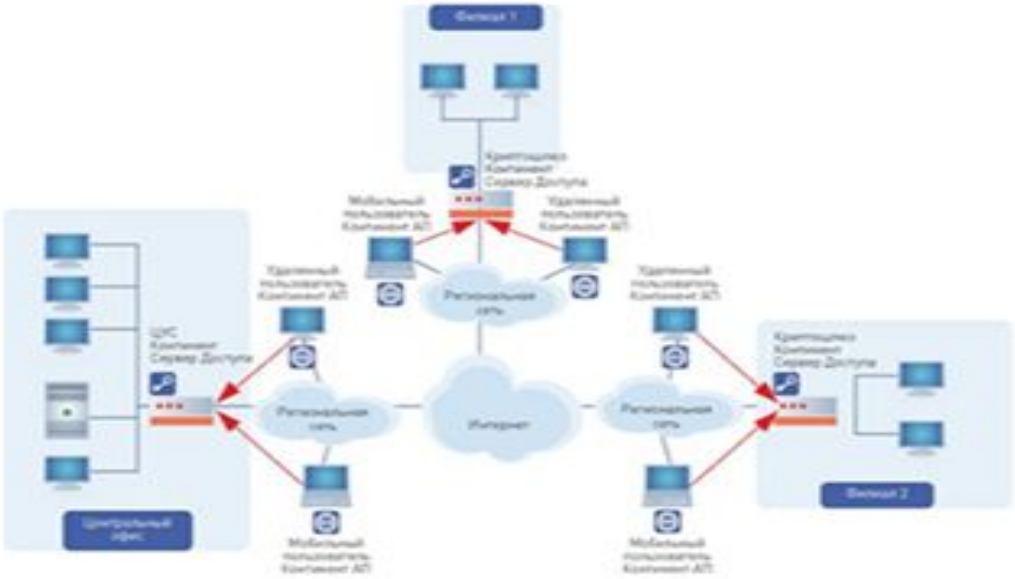
- Она решает одну или несколько связанных задач, зачастую сначала не имеющих четкой постановки, настолько важных для каких-либо лиц или организаций, что те приобретают значимые выгоды от ее использования.
- Существенно, чтобы она была удобной в использовании. В частности, она должна включать достаточно полную и понятную пользователям документацию, возможно, также специальную документацию для администраторов, а также набор документов д ля обучения работе с программой.
- Ее низкая производительность на реальных данных приводит к значимым потерям для пользователей.
- Ее неправильная работа наносит ощутимый ущерб пользователям и другим организациям и лицам, даже если сбои происходят не слишком часто.
- Для выполнения своих задач она должна взаимодействовать с другими программами и программно-аппаратными системами, работать на разных платформах.

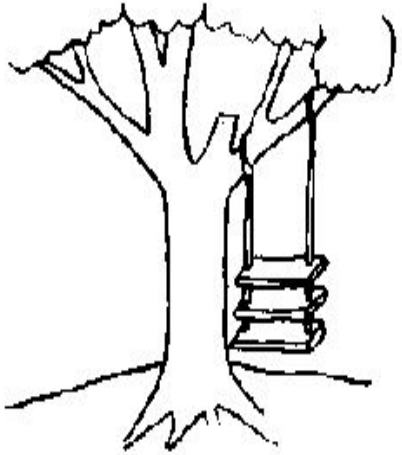
- Пользователи, работающие с ней, приобретают дополнительные выгоды от того, что программа развивается, в нее вносятся новые функции и устраняются ошибки. Необходимо наличие проектной документации, позволяющей развивать ее, возможно, вовсе не тем разработчикам, которые ее создавали, без больших затрат на обратную разработку (реинжиниринг).
- В ее разработку вовлечено значительное количество людей (более 5-ти человек). «Большую» программу практически невозможно написать с первой попытки, с небольшими усилиями и в одиночку.
- Велико количество ее возможных пользователей.

Математика делает то, что ***можно*****,** так, как ***нужно.***

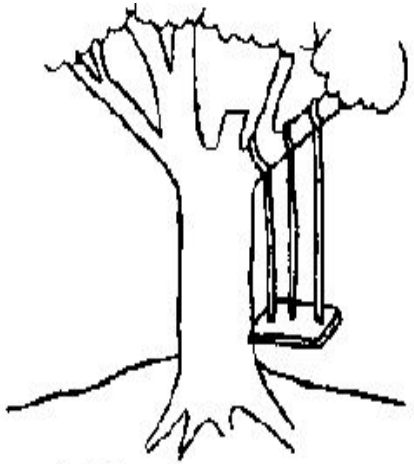
Информатика делает то, что ***нужно***, так, как м***ожно***!

Программистский фольклор

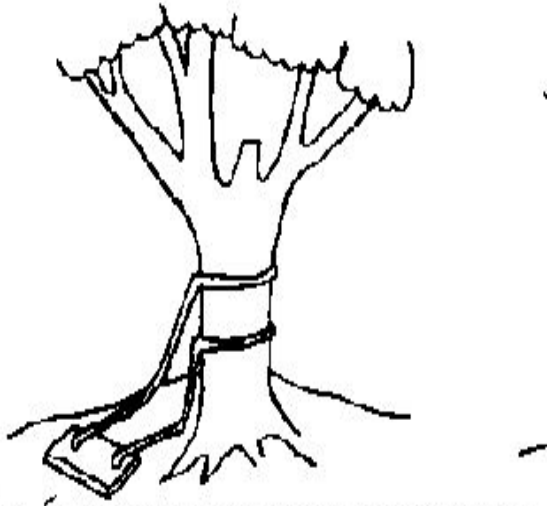




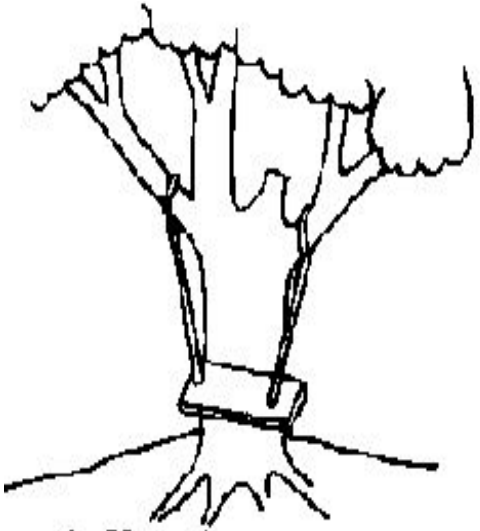
1. Как было предложено организатором разработки



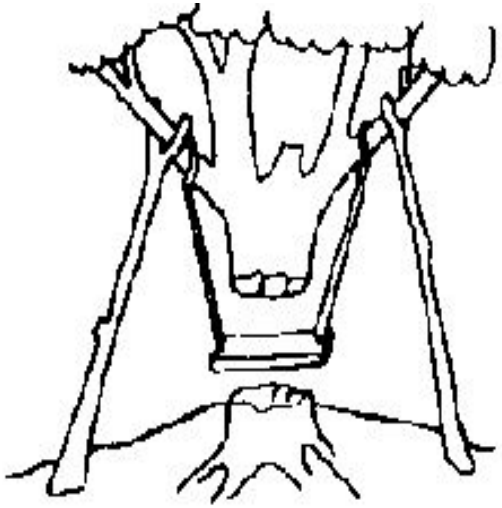
2. Как было описано в техническом задании



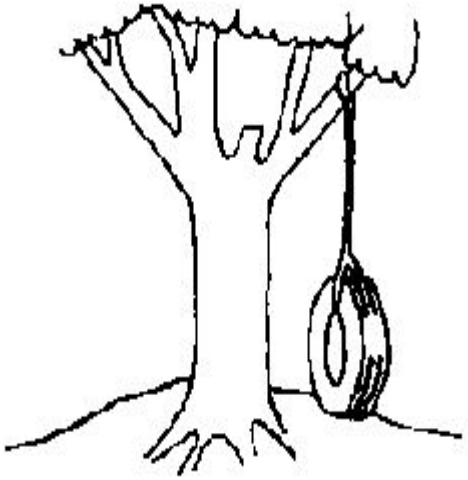
3. Как было спроектировано ведущим системным специалистом



4. Как было реализовано программистами



5. Как было внедрено



6. Чего хотел пользователь

Общие принципы построения распределенных систем

Создание распределенных систем высокого качества является одной из наиболее сложных задач по разработке ПО. Технологии типа J2EE и .NET создаются как раз для того, чтобы сделать разработку широко встречающихся видов распределенных систем — так называемых бизнес приложений, поддерживающих решение бизнес-задач некоторой организации, — достаточно простой и доступной практически любому программисту.

Основная задача, которую пытаются решить с помощью распределенных систем — обеспечение как можно большему числу пользователей максимально простого доступа к возможно большему количеству ресурсов.

Наиболее важными свойствами такой системы являются **прозрачность, открытость, масштабируемость и безопасность.**

Прозрачность (transparency).

Прозрачностью называется способность системы скрыть от пользователя физическое распределение ресурсов, а также аспекты их перераспределения и перемещения между различными машинами в ходе работы, репликацию (т.е. дублирование) ресурсов, трудности, возникающие при одновременной работе нескольких пользователей с одним ресурсом, ошибки при доступе к ресурсам и в работе самих ресурсов.

Степень прозрачности может быть различной, поскольку скрывать все эффекты, возникающие при работе распределенной системы, неразумно. Кроме того, прозрачность системы и ее производительность обычно находятся в обратной зависимости — например, при попытке преодолеть отказы в соединении с сервером большинство Web-браузеров пытается установить это соединение несколько раз, а для пользователя это выглядит как сильно замедленная реакция системы на его действия.

Открытость системы (openness) определяется как полнота и ясность описания интерфейсов работы с ней и служб, которые она предоставляет через эти интерфейсы.

Такое описание должно включать в себя все, что необходимо знать для того, чтобы пользоваться этими службами, независимо от реализации данной системы и платформы, на которой она развернута.

Открытость системы важна как для обеспечения ее переносимости, так и для облегчения использования системы и возможности построения других систем на ее основе. Распределенные системы обычно строятся с использованием служб, предоставляемых другими системами, и в то же время сами часто являются составными элементами или поставщиками служб для других систем.

Именно поэтому использование компонентных технологий при разработке практически полезного распределенного ПО неизбежно.

Масштабируемость системы (scalability). — это зависимость изменения ее характеристик от числа ее пользователей, числа подключенных ресурсов, а также от степени географической распределенности системы.

В число значимых характеристик при этом попадают функциональность, производительность, стоимость, трудозатраты на разработку, на внесение изменений, на сопровождение, на администрирование, удобство работы с системой.

Система хорошо ***масштабируема по производительности***, если параметры задач, решаемых ей за одно и то же время, можно увеличивать достаточно быстро (лучше — линейно или еще быстрее, но это возможно не для всех задач) при возрастании количества имеющихся ресурсов, в частности, отдельных машин.

Большую роль играет **административная масштабируемость системы** — зависимость удобства работы с ней от числа административно независимых организаций, вовлеченных в ее обслуживание.
При реализации очень больших систем (поддерживающих работу тысяч и более пользователей, включающих сотни и более машин) хорошая масштабируемость может быть достигнута только с помощью децентрализации основных служб системы и управляющих ею алгоритмов.

Вариантами такого подхода являются следующие:

1. Децентрализация обработки запросов за счет использования нескольких машин для этого.
2. Децентрализация данных за счет использования нескольких хранилищ данных или нескольких копий одного хранилища.
3. Использование, где это возможно, ***асинхронной связи*** — передачи сообщений без приостановки работы до прихода ответа.

4. Децентрализация алгоритмов работы за счет использования «уникальных» алгоритмов,

- не требующих полной информации о состоянии системы,
- способных продолжать работу при сбое одного или нескольких ресурсов системы,
- не предполагающих единого хода времени на всех машинах, входящих в систему.

5. Использование комбинированных систем организации взаимодействия, основанных на следующих схемах:

- Иерархическая организация систем, хорошо масштабирующей задачи поиска информации и ресурсов.
- *Репликация* — построение копий данных и их распределении по системе для балансировки нагрузки на разные ее элементы — и ее частном случае, *кэшировании*, организующем хранение результатов наиболее часто используемых запросов как можно ближе к клиенту.
- Взаимодействие точка-точка (peer-to-peer, P2P), обеспечивающем независимость взаимодействующих машин от других машин в системе.

Безопасность (safety).

Так как распределенные системы вовлекают в свою работу множество пользователей, машин и географически разделенных элементов, вопросы их безопасности получают гораздо большее значение, чем при работе обычных приложений, сосредоточенных на одной физической машине. Это связано как с невозможностью надежно контролировать доступ к различным элементам такой системы, так и с доступом к ней гораздо более широкого и разнообразного по своему поведению сообщества пользователей.

Понятие безопасности включает следующие характеристики:

- ***Сохранность и целостность данных.*** При обеспечении групповой работы многих пользователей с одними и теми же данными нужно обеспечивать их сохранность, т.е. предотвращать исчезновение данных, введенных одним из пользователей, и в тоже время целостность, т.е. непротиворечивость, выполнение всех присущих данным ограничений.

Это непростая задача, не имеющая решения, удовлетворяющего все стороны во всех ситуациях. При одновременном изменении одного и того же элемента данных разными пользователями итоговый результат должен быть непротиворечив, и поэтому часто может совпадать только с вводом одного из них. Как будет обработана такая ситуация и возможно ли ее возникновение вообще, зависит от дополнительных требований к системе, от принятых протоколов работы, от того, какие риски — потерять данные одного из пользователей или значительно усложнить работу пользователей с системой — будут сочтены более важными.

- ***<u>Защищенность данных и коммуникаций.</u>*** При работе с коммерческими системами, с системами, содержащими большие объемы персональной и бизнес-информации, с системами обслуживания пользователей государственных ведомств очень важна защищенность, как информации, постоянно хранящейся в системе, так и информации одного сеанса работы.

Для распределенных систем обеспечить защищенность гораздо сложнее, поскольку нельзя физически изолировать все элементы системы и разрешить доступ к ней только

- ***Отказоустойчивость и способность к восстановлению после ошибок.***

  Одним из достоинств распределенных систем является возможность построения более надежно работающей системы из не вполне надежных компонентов. Однако для того, чтобы это достоинство стало реальным, необходимо тщательное проектирование систем с тем, чтобы избежать зависимости работоспособности системы в целом от ее отдельных элементов.

Перед разработчиками систем, удовлетворяющих перечисленным свойствам, встает огромное количество проблем.

Решать их все сразу просто невозможно в силу ограниченности человеческих способностей. Чтобы хоть как-то структурировать эти проблемы, их разделяют по следующим аспектам:

- Организация связи и передачи данных между элементами системы.
- Поддержка идентификации и поиска отдельных ресурсов внутри системы.

- Организация работ в рамках процессов и потоков.
- Синхронизация параллельно выполняемых потоков работ.
- Поддержка целостности данных и непротиворечивости вносимых изменений.
- Организация отказоустойчивой работы.
- Организация защищенности данных и коммуникаций.

Литература

1. С.И. Ожегов. Словарь русского языка. - М.: Советская энциклопедия, 1975.
2. Ф.Я. Дзержинский, И.М. Калиниченко. Дисциплина программирования. Концепция и опыт реализации методических средств программной инженерии. - М.: ЦНИИ информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике, 1988.
3. В. Турский. Методология программирования. - М.: Мир, 1981.
4. Г. Буч. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. - М.: Конкорд, 1992.