



## МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

---

Ю.Н. Антонов

### РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛИ ЛАЗЕРНОЙ ПОДГОНКИ

(Ульяновский государственный технический университет)

Обоснование решений по применению лазерной подгонки осуществляется с помощью экспериментов на конкретных установках, что не всегда возможно на практике из-за их высокой стоимости. Поэтому дополнением экспериментов может служить применение математического моделирования.

Разработку же программного обеспечения для системы моделирования лазерной подгонки целесообразно осуществлять на основе объектно - ориентированных технологий с применением инструментов Унифицированный Процесс (RUP, Rational Unified Process) и Унифицированный Язык Моделирования (UML, Unified Modeling Language). RUP предлагает технологию проектирования программного обеспечения систем, а UML позволит реализовать проектные решения.

Так как главным при проектировании программного обеспечения системы моделирования является функциональность, то подход к ее формированию удобнее всего осуществлять на основе диаграммы вариантов использования (Use Case Diagram) автоматизированной установки лазерной подгонки. Каждый вариант использования диаграммы охватывает некоторую функцию автоматизированной системы лазерной подгонки и решает соответствующую дискретную задачу, поставленную перед ней.

Список вариантов определяет функциональные требования к системе автоматизированной лазерной подгонки и, таким образом, диаграмма вариантов использования является исходным представлением для разработки программного обеспечения системы моделирования.

Основными элементами диаграммы вариантов использования автоматизированной системы лазерной подгонки являются действующее лицо (сущность), вариант использования (прецедент) (Рис.1.).

Действующими лицами, которые взаимодействуют с автоматизированной установкой лазерной подгонки и используют её функциональные возможности, являются потребители.

Вариант использования или прецедент (по UML - Use Case) кратко можно определить как последовательность действий, которые действующее лицо совершает с системой лазерной подгонки для достижения результата. Поскольку прецедент представляет только одну из функций программы, то только одного



имени недостаточно для понимания его роли в проекте. Необходимо описать сценарий, согласно которому происходит выполнение прецедента. Пример сценария прецедента процесса подгонки на установках АМЦ 06204 и МЛ5 (рис. 2) [1,2].

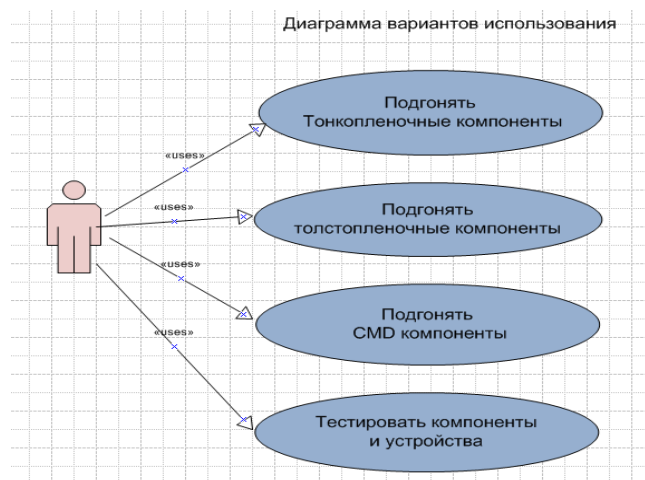


Рис.1. Диаграмма вариантов использования

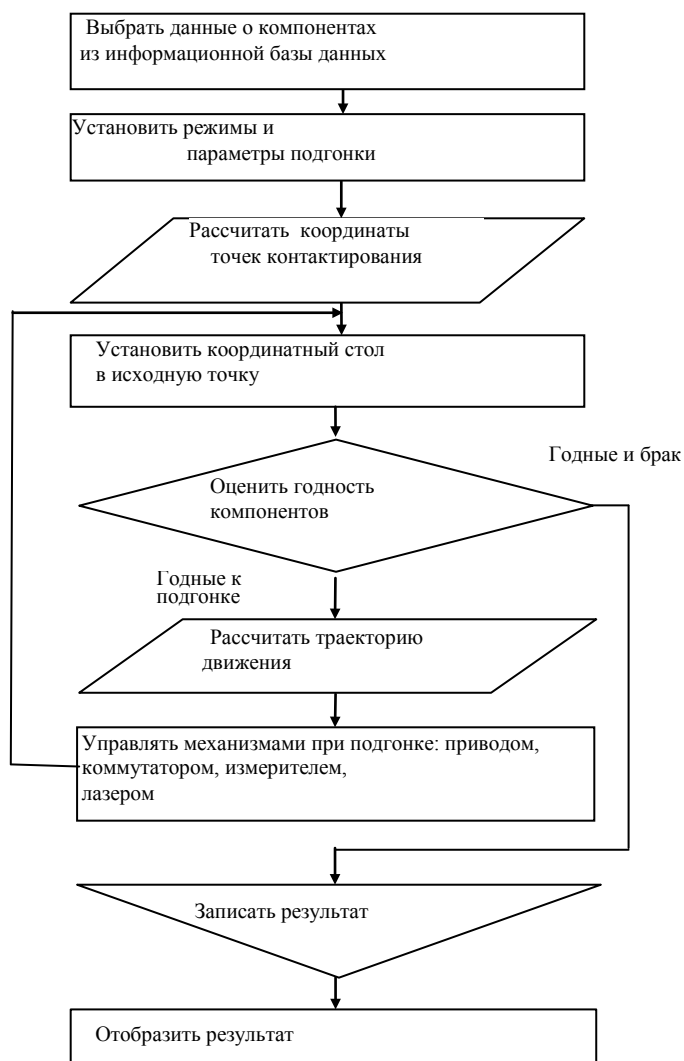


Рис. 2. Сценарий лазерной подгонки



Сценарий кратко описывается в словесной форме как последовательность действий (поток событий), осуществляемых в процессе выполнения и выглядит таким образом: «Выбрать данные о компонентах», «Установить режимы и параметры подгонки» «Установить координатный стол в исходную точку», «Оценить годность компонентов», «Рассчитать траекторию движения», «Управлять механизмами», «Записать результат», «Отобразить результат».

Прецеденты подгонки могут образовывать иерархическую структуру отношений и разбиваются на 3 категории: включение, расширение и обобщение. Графически включение прецедента представлено на рис. 3.

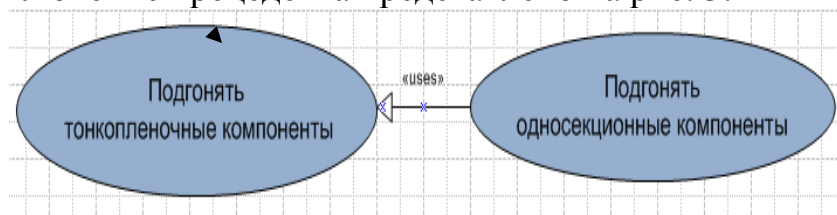


Рис. 3. Отношение включения

При расширении (рис. 4) поток событий дочернего прецедента представляет альтернативный сценарий, который выполняется при определенных условиях.

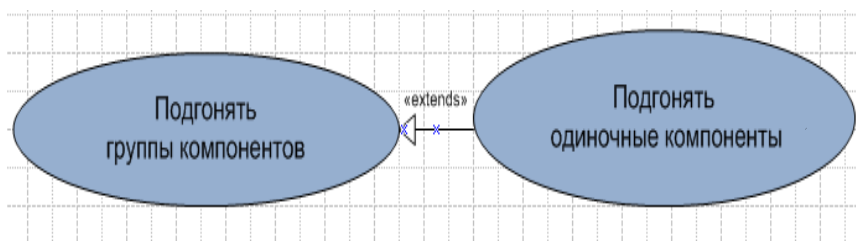


Рис. 4. Отношение расширения

На данной диаграмме прецедент "Подгонять группы компонентов" расширяет прецедент "Подгонять одиночные компоненты".

Отношение обобщения (рис. 5) представляет собой связь между общей сущностью, называемой родителем, и более специализированной разновидностью этой сущности, называемой потомком.

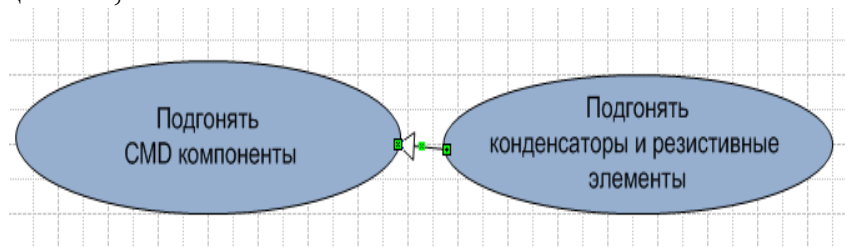


Рис. 5. Отношение обобщения

Определение функциональности на основе диаграммы вариантов использования (Use Case Diagram UML) автоматизированных установок лазерной подгонки, позволит определить требования к программному обеспечению модели-



рования и управлять ими, выделить объекты предметной области и разработать концепцию системы.

### **Концепция системы моделирования лазерной подгонки**

Концепция системы моделирования лазерной подгонки предусматривает интеграцию моделей разных уровней, к которым относятся компонентные модели, модели изменения конфигурации пленочного резистора (модели подгонки), модели оценки качества компонентов.

*Класс компонентных моделей* реализуется выделением конечного числа схемных компонентов платы гибридной ИС и описанием их функционирования с помощью компонентных уравнений [3].

*Модели имитации лазерной подгонки* реализуются изменением геометрических моделей конфигурации компонентов с помощью аналитических и численных методов.

Имитация разных лазерных резов и геометрических координат начала обработки позволяет генерировать множество вариантов подгонки (альтернатив) и выбирать из них наиболее предпочтительный вариант. Моделирование функциональной подгонки гибридных ИС реализуется решением системы компонентных уравнений при имитации изменения параметров отдельных компонентов.

*Модель качества* предусматривает оценку годности одиночных и групповых компонентов при моделировании подгонки.

### **Заключение**

Одной лишь диаграммы вариантов использования недостаточно для создания программного обеспечения системы моделирования лазерной подгонки, но позволит его начать и выполнять в соответствии требованиями Унифицированного Процесса.

### **Литература**

1. Машина лазерная МЛ-1 для подгонки резисторов и SMD – компонентов.

НПЦ Лазеры и аппаратура ТМ. URL: [www.laserapr.ru](http://www.laserapr.ru).

2. Антонов, Ю. Н. Программное обеспечение автоматизированной установки лазерной подгонки резисторов / Ю.Н. Антонов, К. И. Вершинин, В.М. Николаев // Приборы и системы управления. □ М.: М

№ 8. □ С. 17.

3. Антонов, Ю.Н. Применение информационных технологий для повышения эффективности лазерной подгонки пленочных резисторов / Перспективные информационные технологии (ПИТ 2014). Труды МНТК /

под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – 488 с.