

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет» (ПГУ)

---

П. Ю. Волков

Системы автоматизированного  
проектирования технологического  
оборудования машиностроительных  
производств

Учебное пособие

Пенза  
Издательство ПГУ  
2013

УДК 658.512.22

В67

**Р е ц е н з е н т ы:**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология общего  
и роботизированного производства»

Пензенской государственной технологической академии

*В. В. Голубовский;*

кандидат технических наук, генеральный директор Автономной некоммерческой  
образовательной организации «Учебный центр "Сура"»

*И. Б. Мурадов*

**Волков, П. Ю.**

**В67** Системы автоматизированного проектирования технологического оборудования машиностроительных производств : учеб. пособие / П. Ю. Волков. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 100 с.

ISBN 978-5-94170-538-2

Рассмотрены основы организации систем автоматизированного проектирования технологического оборудования машиностроительных производств. Проанализирован цикл жизни проектируемого объекта и рассмотрено взаимодействие систем автоматизированного проектирования на отдельных его этапах. Приведены основные положения концепций сквозного, параллельного, нисходящего и восходящего проектирования. Особое внимание уделено CALS-технологиям. Подробно рассмотрено методическое, математическое, информационное, программное, лингвистическое и техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования, определены перспективы их дальнейшего развития.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Металлообрабатывающие станки и комплексы» ПГУ и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 151000.62 «Технологические машины и оборудование», профиль «Металлообрабатывающее оборудование и технологическая оснастка».

**УДК 658.512.22**

**ISBN 978-5-94170-538-2**

© Пензенский государственный  
университет, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Эволюция систем автоматизированного проектирования технологического оборудования машиностроительных производств .....	6
2. Общие сведения о составе и структуре САПР ТО .....	12
2.1. Структурная схема и классификация САПР .....	12
2.1.1. Проектирующие подсистемы САПР ТО .....	14
2.1.2. Обслуживающие подсистемы САПР ТО .....	15
2.2. Классификация САПР .....	17
3. Технологии проектирования и жизненный цикл ТО. ....	21
3.1. Жизненный цикл ТО .....	21
3.2. Понятие проектирования ТО .....	22
3.3. Последовательное проектирование ТО .....	27
3.4. Параллельное проектирование ТО .....	28
3.5. Сквозное проектирование ТО .....	30
3.6. Восходящее и нисходящее проектирование ТО .....	31
3.7. CALS-технологии проектирования ТО. ....	33
4. Способы представления геометрических моделей проектируемых объектов в САПР .....	37
4.1. Параметрическое конструирование элементов ТО .....	42
4.1.1. Параметрическое конструирование с полным набором связей .....	42
4.1.2. Параметрическое конструирование с неполным набором связей. ....	45
4.2. Ассоциативное конструирование .....	46
4.3. Объектно-ориентированное моделирование .....	47
5. Обеспечение САПР .....	50
5.1. Методическое обеспечение САПР .....	50
5.2. Математическое обеспечение САПР .....	51
5.3. Лингвистическое обеспечение САПР .....	56
5.4. Программное обеспечение САПР .....	62
5.5. Информационное обеспечение САПР .....	67
5.6. Техническое обеспечение САПР .....	69
6. Примеры действующих САПР .....	73
6.1. Программный пакет SolidWorks .....	73
6.2. Программный пакет КОМПАС-3D .....	82
6.3. Программный пакет T-FLEX .....	87
7. Тенденции развития автоматизированного проектирования .....	92
Заключение .....	97
Список литературы .....	98

## Введение

В соответствии со «Стратегией развития станкоинструментальной промышленности до 2015 года», предложенной МГТУ «Станкин», основным приоритетом для развития современного отечественного машиностроения является повышение качества и конкурентоспособности выпускаемого технологического оборудования.

Наличие серьезных проблем ставит перед отечественным машиностроением основную цель – максимально сократить время и средства, затрачиваемые на выпуск нового технологического оборудования. Важнейшей задачей инженеров-конструкторов станочного профиля является разработка новых образцов наукоемкого высокопроизводительного технологического оборудования и инструмента, превосходящих мировые аналоги.

Применительно к машиностроению технологическим оборудованием (ТО) принято называть оборудование, предназначенное для выполнения различных операций механической обработки, сборки, а также транспортировки деталей и заготовок. Другими словами, это машины, задействованные в производственном цикле выпуска какой-либо продукции по определенной технологии.

Анализ тенденций развития зарубежного машиностроения показал, что решение задачи выпуска высокотехнологичного оборудования невозможно без привлечения систем автоматизированного проектирования (САПР) технологического оборудования [2, 4, 7, 9]. Применение САПР позволяет автоматизировать процесс разработки ТО и возложить наиболее громоздкие и трудоемкие проектные операции на ЭВМ. Благодаря этому снижаются затраты материальных ресурсов и времени на производство ТО. Поэтому разработка и совершенствование отечественных САПР приобретает все большее практическое значение. Круг задач, которые требуют для своего решения использования средств САПР, крайне велик. В качестве примера можно привести автоматизацию написания управляющих программ для обработки сложнопрофильных деталей на станках с ЧПУ, конструкторско-технологическую подготовку производства, расчеты на прочность с помощью методов конечных и граничных элементов, и т.д.

Большинство современных САПР построено на базе операционных систем Unix, Windows либо языков программирования C, C++, Java и т.д. В архитектуре САПР также широко используются CASE-технологии, объектно-ориентированные системы управления базами данных.

Повсеместное внедрение средств вычислительной техники привело к тому, что знание базовых принципов автоматизации проектирования требуется практически любому инженеру. Можно утверждать, что степень автоматизации производственных процессов во многом определяет конкурентоспособность предприятия и выпускаемой им продукции.

Эффективность использования САПР ТО подтверждается накопленным практическим опытом. Так, время, необходимое на конструирование и доводку оборудования в авиастроении, с помощью САПР сокращается в 2–3 раза, а подготовка производства ускоряется в 3–5 раз. В автомобильной промышленности на создание новой модели уходит 8–12 месяцев вместо 2–3 лет [9].

Оценка эффективности отечественных САПР показывает, что производительность труда инженеров-проектировщиков ТО повышается примерно в 5–10 раз. Например, с помощью автоматизации проектирования отечественным производителям удалось снизить затраты на проектирование шпиндельных коробок агрегатных станков более чем в 20 раз.