

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова»



Курс «Основы автоматизированного проектирования
мехатронных систем и роботов»

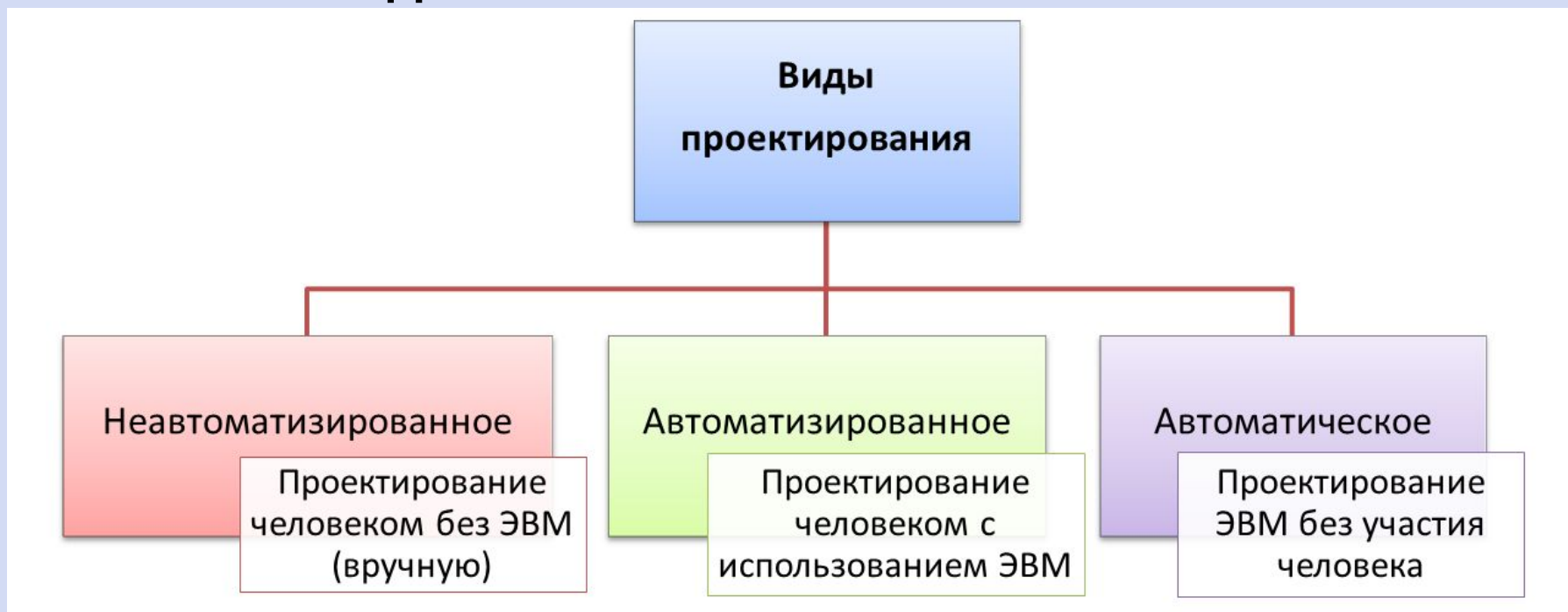
ОСНОВЫ САПР

Автор Зубкова Ю.В., доцент кафедры «Мехатронные системы»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ВИДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проектирование – это комплекс работ по исследованию, расчетам и конструированию нового изделия или нового процесса.

В основе проектирования лежит первичное описание – **техническое задание**.



САПР: ПОНЯТИЕ, ЦЕЛИ, ФУНКЦИИ

САПР – организационно-техническая система, входящая в структуру проектной организации (отдела) и осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования (КСАП).

Основная функция САПР - выполнение автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей.

САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства.

Основная цель применения САПР – повышение эффективности труда инженеров, включая:

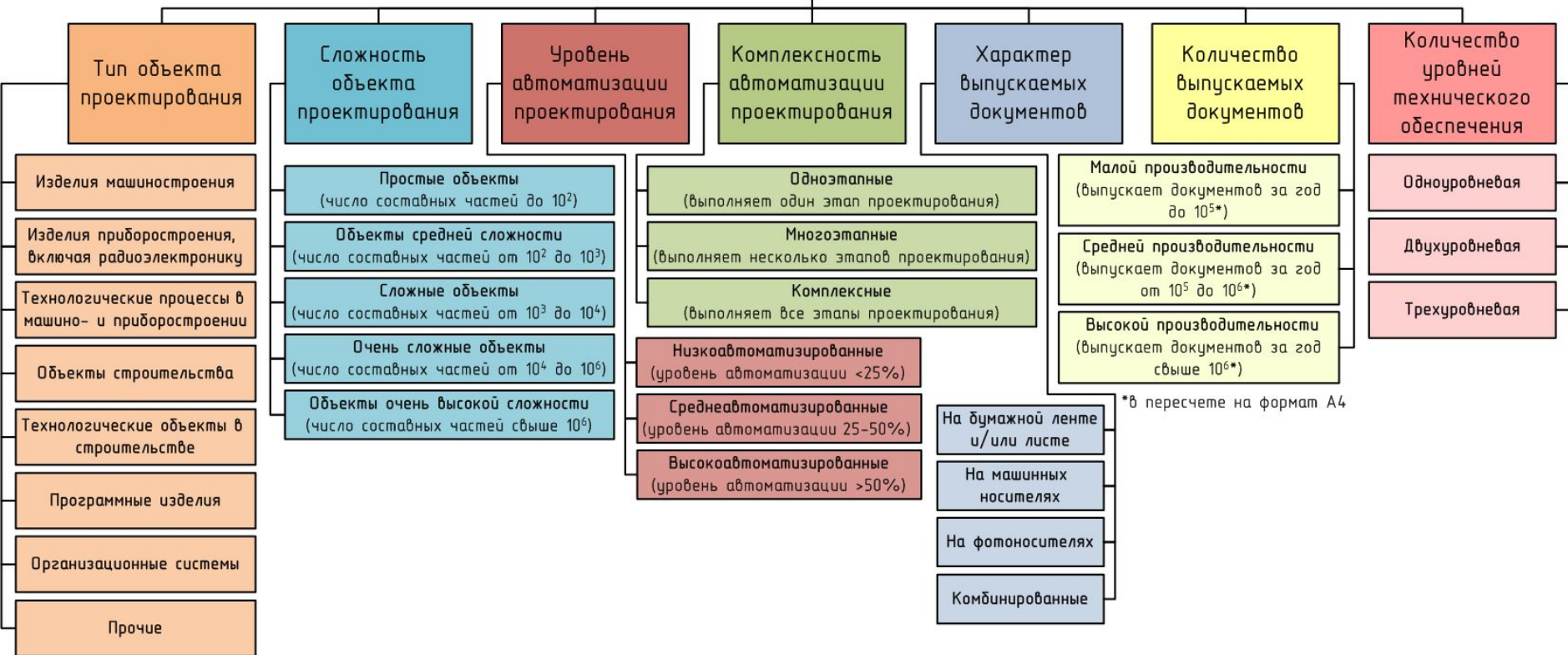
- сокращение трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращение сроков проектирования;
- сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

ВОЗМОЖНОСТИ САПР

- **Эффективность применения САПР обеспечивается следующими ее возможностями:**
- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования (использование готовых фрагментов чертежей: конструктивных и геометрических элементов, унифицированных конструкций, стандартных изделий);
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ САПР

Классификация САПР ГОСТ 23501.108-85



ЗАРУБЕЖНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ САПР

CAD = автоматизированное проектирование

САПР = CAD system, Automated design system, CAE system

Классификация по отраслевому назначению:

- MCAD (англ. *mechanical computer-aided design*) – автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроение, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, CATIA);
- EDA (англ. *electronic design automation*) или ECAD (англ. *electronic computer-aided design*) – САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т. п., (Altium Designer, OrCAD);
- AEC CAD (англ. *architecture, engineering and construction computer-aided design*) или CAAD (англ. *computer-aided architectural design*) – САПР в области архитектуры и строительства. Используются для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и проч. (Autodesk Architectural Desktop, Piranesi, ArchiCAD).

ЗАРУБЕЖНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ САПР (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

По целевому назначению различают САПР:

- CAD (англ. *computer-aided design/drafting*) – средства автоматизированного проектирования; термин обозначает средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации и создания цифровой модели изделия. САПР конструктора.
 - CADD (англ. *computer-aided design and drafting*) – проектирование и создание чертежей.
 - CAGD (англ. *computer-aided geometric design*) – геометрическое моделирование.
- CAE (англ. *computer-aided engineering*) – средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов. Осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий; решают задачи прочностного анализа, теплофизических и гидродинамических расчетов, анализа пластической деформации и механического анализа (моделирование и прогнозирование поведения и движения механических систем) и др.

ЗАРУБЕЖНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ САПР (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

- САА (англ. *computer-aided analysis*) – подкласс средств САЕ, используемых для компьютерного анализа.
- САМ (англ. *computer-aided manufacturing*) – средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС. САПР технолога. Русский аналог термина – АСТПП – автоматизированная система технологической подготовки производства.
- САРР (англ. *computer-aided process planning*) – средства автоматизации планирования технологических процессов применяемые на стыке систем САД и САМ.

CALS-ТЕХНОЛОГИИ. PLM/PDM

CALS-технологии (*Continuous Acquisition and Life cycle Support*) – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделия.

Реализация CALS технологий в практическом плане предполагает организацию единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), объединяющего автоматизированные системы, предназначенные как для эффективного решения задач инженерной деятельности, так и для планирования и управления производством и ресурсами предприятия.

Управление данными в едином информационном пространстве на протяжении всех этапов жизненного цикла изделий возлагается на систему PLM. Поэтому PLM можно считать средством практической реализации CALS.

PLM (Product Lifecycle Management) – процесс управления информацией об изделии на протяжении всего его жизненного цикла.

PLM являются основой, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и другие автоматизированные системы многих предприятий.

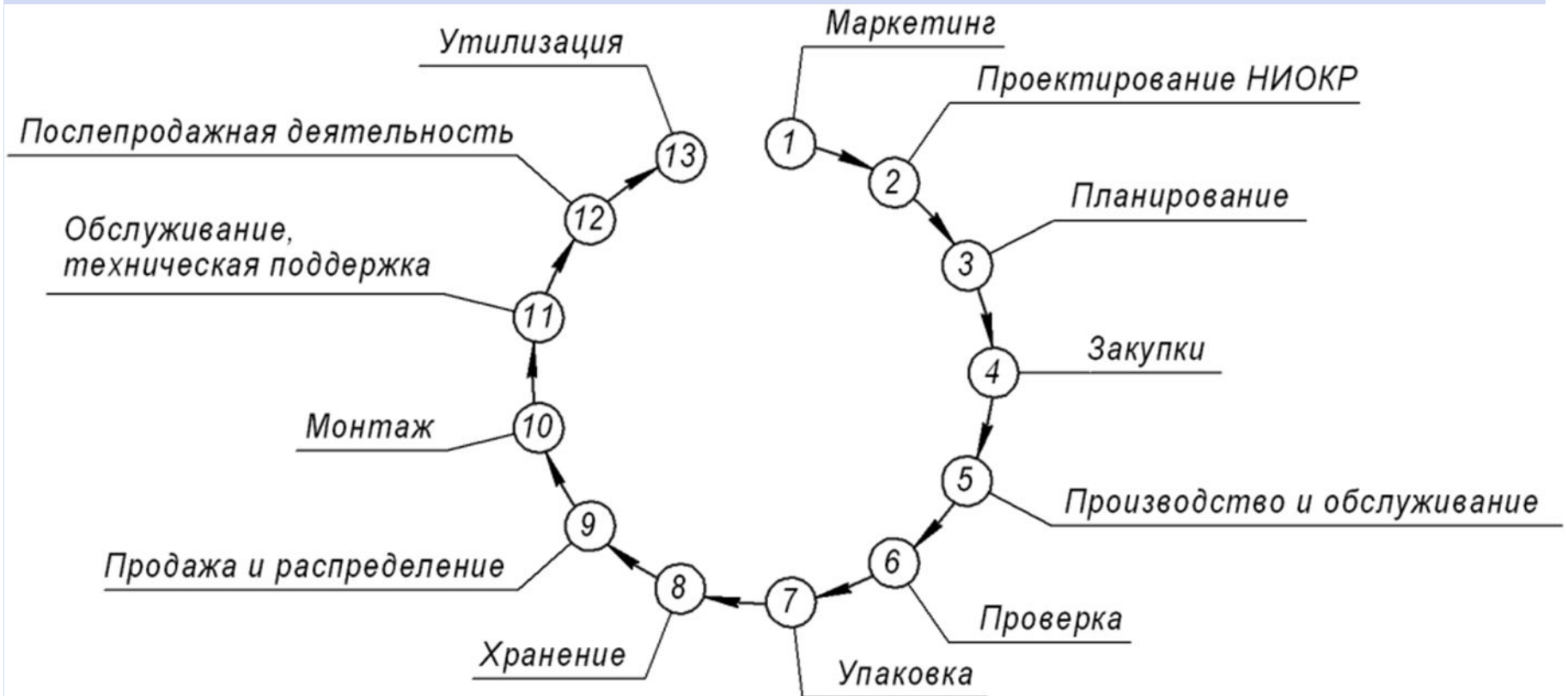
CALS-ТЕХНОЛОГИИ. PLM/PDM (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

PLM структурно включают в себя **PDM (*Product Data Management* – система управления данными об изделии) – организационно-технические системы, обеспечивающие управление информацией об изделии.**

PDM-системы интегрируют информацию любых форматов и типов, предоставляя её пользователям уже в структурированном виде. С помощью PDM можно создавать отчеты о конфигурации выпускаемых систем, маршрутах прохождения изделий, частях или деталях, а также составлять списки материалов. Все эти документы могут отображаться на экране производственной или конструкторской системы из одной и той же БД.

Наиболее известными PDM-системами являются ENOVIA и SmarTeam (Dessault Systemes), Teamcenter, Windchill, mySAP PLM (SAP), BaanPDM, Лоцман: PLM, PDM StepSuite, Party Plus.

ПЕТЛЯ КАЧЕСТВА – ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ



Главная причина разработки САПР:

все возрастающее несоответствие между требованиями сокращения сроков, повышения качества, снижения стоимости проектных работ и старыми методами проектирования.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ САПР?

Существует возможность сокращения сроков проектирования и без всякой автоматизации — **за счет повышения стоимости или снижения качества проектных решений.**

Требование сокращения сроков проектирования вступает в явное противоречие с требованиями повышения качества разработки.

По данным ведущих авиационных и авиадвигателестроительных фирм США, продолжительность разработки самолетов нового типа достигает 13-15 лет (например, самолет вертикального взлета и посадки “Харриер” разрабатывался и доводился около 16 лет, сверхзвуковой самолет “Конкорд”-13-14 лет), продолжительность разработки качественно нового газотурбинного двигателя составляет 6-7 лет.



ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ

В последние годы резко возросли требования к качеству изготовления техники заданных параметров.

Если 10 лет назад допускаемые от проекта отклонения по основным показателям составляли 15-20 %, а пять лет назад 10-15 %, то в настоящее время эти отклонения не должны превышать 3-5 %.

Следует также иметь в виду известный среди проектировщиков “принцип морального старения” техники, т. е. при быстром прогрессе науки и техники очень сложно прогнозировать те условия, в которых окажется вновь созданный образец через 5, 10, ..., 25 лет.

ПРИ ЭТОМ САПР ДОЛЖНЫ

- 1) **Сократить сроки разработки изделий** благодаря быстрому обмену информационными потоками между подразделениями предприятия, ускорению операций по переработке графической и текстовой информации, механизации процессов выпуска чертежной документации и операций изготовления деталей, оперативному контролю текущего состояния проекта;
- 2) **Уменьшить стоимость разработки изделия** благодаря снижению затрат на переделки проекта из-за уменьшения концептуальных ошибок, свойственных начальным этапам проектирования, высвобождению для творческой работы специалистов, занятых рутинными операциями по проведению вспомогательных вычислений и обработке графической информации, замене ряда экспериментов, связанных с натурным моделированием на дорогостоящем оборудовании, численным моделированием на ЭВМ;

ПРИ ЭТОМ САПР ДОЛЖНЫ

3) **Повысить качество проектирования** благодаря вариантной разработке проектов, более детальной и глубокой проработке проектно-конструкторских решений, возможности решать оптимизационные проектные задачи, сопровождающиеся комплексным моделированием на ЭВМ поведения объекта во внешней среде, вооружить конструктора новыми методами и техническими средствами, позволяющими расширять диапазон его возможностей в принятии принципиально новых технических решений.

Не следует думать, будто САПР призваны заменить конструктора в проектировании. С самого начала САПР создается **для пользователей и вместе с пользователями.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

САПР представляется как совокупность определенным образом организованных подсистем, которые могут быть пользователями освоены, модифицированы, использованы.

САПР предъявляет более высокие требования к квалификации проектировщиков, создает условия для облегчения их труда, заменяя так называемые рутинные работы подлинно творческими процессами.

Дальнейший прогресс в области решения научных и технических проблем у нас в стране и за рубежом в значительной мере зависит от уровня развития САПР, а также подготовленности инженерно-технического персонала **к переходу на новый уровень проектирования.**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

© ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2020

© Зубкова Юлия Валерьевна, 2020