

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА»

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В
МАШИНОСТРОЕНИИ

г. Владивосток
2019

ВВЕДЕНИЕ

Комплексная автоматизация производства является одним из основных направлений технической политики в нашей стране. Целью автоматизации производства является ускорение темпов повышения производительности труда, улучшение качества продукции, повышение конкурентной способности.

Важным направлением единой технической политики является широкое использование информационных технологий. Современное отечественное машиностроение должно развиваться в направлении автоматизации производства, в связи с этим широкое распространение получили станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

В станках с ЧПУ гибкость универсальность оборудования сочетается с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения станков с ЧПУ происходит повышение производительности труда и качества продукции. Однако для их работы необходимо специальное программное обеспечение. При разработке автоматизированных технических процессов используют системы проектирования и управления (САМ/САМ).

Цель данной работы – выявить основные особенности и перспективы развития современных САД/САМ систем.

Задачи данной работы:

1. Раскрыть основные сведения о САД/САМ системах;
2. Рассмотреть примеры САД/САМ-систем, применяемых в современном машиностроении;
3. Выявить перспективы развития систем САД/САМ.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

САПР (Система Автоматизации Проектных Работ) — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

Для перевода **САПР** на английский язык используется термин **CAD** (англ. *computer-aided de-sign*), подразумевающий использование компьютерных технологий в проектировании. Понятие **CAD** не является полным эквивалентом **САПР**, как организационно-технической системы.

1.2 Цели и задачи САПР

В рамках жизненного цикла промышленных изделий, САПР решает задачи автоматизации стадий проектирования и подготовки производства. Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

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

КЛАССИФИКАЦИЯ САПР ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

Машиностроительные САПР (MCAD англ. *mechanical computer-aided design*) — автоматизированное проектирование механических устройств. Инструментальные средства проектирования в машиностроении - это CAD/CAE/CAM системы. Они предназначены для комплексной автоматизации проектирования, конструирования и изготовления продукции машиностроения.

По целевому назначению различают подсистемы САПР, которые обеспечивают различные аспекты проектирования.

CAD — средства автоматизированного проектирования, термин обозначает средства САПР предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, САПР общего назначения. Для обозначения данного класса средств САПР используется

также термин CADD (англ. computer-aided design and drafting) — автоматизированное проектирование и создание чертежей.

Основными MCAD системами являются CATIA (Dassault Systemes), UNIGRAPHICS NX (Siemens PLM Software), Pro/ENGINEER (PTC), AutoCAD Inventor Professional.

CAE — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий. Благодаря развитым CAE-системам, первые же собранные в реальном цехе изделия демонстрируют все заложенные его проектировщиками характеристики и могут тут же поставляться заказчику.

Наиболее распространены CAE-системы, использующие решение систем дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов (МКЭ). Они делятся на универсальные системы анализа с использованием МКЭ и специализированные.

Примеры CAE систем моделирования полей физических величин в соответствии с МКЭ: Ansys, MSC Nastran, NX Nastran, Cosmos/M, Nisa, Moldflow, ABAQUS, LS-DYNA, MSC.ADAMS, MSC, T-FLEX Анализ.

CAM — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) или ГАПС (Гибких Автоматизированных Производственных Систем). Русским аналогом термина является АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства. Сюда входит и задача САПР ТП - разработка технологической документации (маршрутной, операционной), доводимой до рабочих мест и регламентирующей процесс изготовления детали.

Примеры CAM. **NX CAM** — система автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ от компании Siemens PLM Software. **SprutCAM** — единственная российская CAM-система, и одна из немногих среди зарубежных, поддерживающая разработку УП для многокоординатного, электроэрозионного и токарно-фрезерного оборудования с учетом полной кинематической 3D-модели всех узлов в том числе. **ADEM** (англ. Automated Design Engineering Manufacturing) — российская интегрированная CAD/CAM/CAPP система, предназначенная для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Пакет **EdgeCAM** от компании Pathtrace. **PowerMill** — продукт компании Delcam. Функционал CAM-системы Delcam, начиная с 2011-й версии, интегрируется в среду проектирования CAD-системы SolidWorks, разрабатываемого корпорацией Dassault Systèmes SolidWorks Corp. **Mastercam** — программное обеспечение для фрезерной, токарной, электроэрозионной и деревообработки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Разработчик - известная американская компания CNC Software Inc., уже более 25 лет создает и совершенствует

систему и является одним из мировых лидеров в САМ индустрии. Mastercam интегрирован в программные продукты фирмы АСКОН.

CAPP (англ. computer-aided process planning - автоматизированная система технологической подготовки производства) — средства автоматизации планирования технологических процессов применяемые на стыке систем САД и САМ. Это программные продукты, помогающие автоматизировать процесс подготовки производства, а именно планирование (написание) технологических процессов.

Примеры CAPP. **Tecnomatix** — пакет решений для трехмерного моделирования, анализа и автоматизированной подготовки производства от компании Siemens PLM Software. **Vertical** - система автоматизации технологической подготовки производства от компании Ascon. Техно Про и TechnologiCS – отечественных разработок.

Системы управления данными об изделии (PDM системы) используются на всех этапах проектирования, позволяя осуществлять режим коллективного проектирования, автоматизируя функции управления, связанные с этим режимом: назначение и обеспечение качества ответственности, прав доступа, ведение базы данных проекта и т.д. PDM-система выступает в качестве средства интеграции множества используемых на предприятии прикладных автоматизированных систем (САД/САМ/САЕ/САРР/ЕРР/МРР) за счет сбора поступающей из них информации в логически единую модель на основе стандартных интерфейсов взаимодействия.

Примеры PDM. В настоящее время наиболее известными PDM-системами являются ENOVIA и SmarTeam (Dessault Systemes), Teamcenter (Siemens PLM Software), Windchill (PTC), mySAP PLM (SAP), BaanPDM (BAAN) и российские системы Лоцман: PLM (Аскон), PDM StepSuite (НПО "Прикладная логистика"), Party Plus (Лоция Софт). Основные разработчики САРР в машиностроении считают целесообразным предлагать комплексные системы PLM, в состав которых входят как модули САД/САМ/САЕ, так и PDM.

РЫНОК СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В своем исследовании обратимся к данным американской консалтинговой компании CIMdata. Компания CIMdata выделила пять наиболее заметных на PLM-рынке компаний, проранжировав их в соответствии с занимаемыми на рынке позициями (под PLM она понимает весь спектр систем МСАД/САМ/САЕ/PDM):

- Siemens PLM Software (Германия).
- Dassault Systemes (Франция).
- АСКОН (Россия).

- Autodesk (США).
- PTC (США).

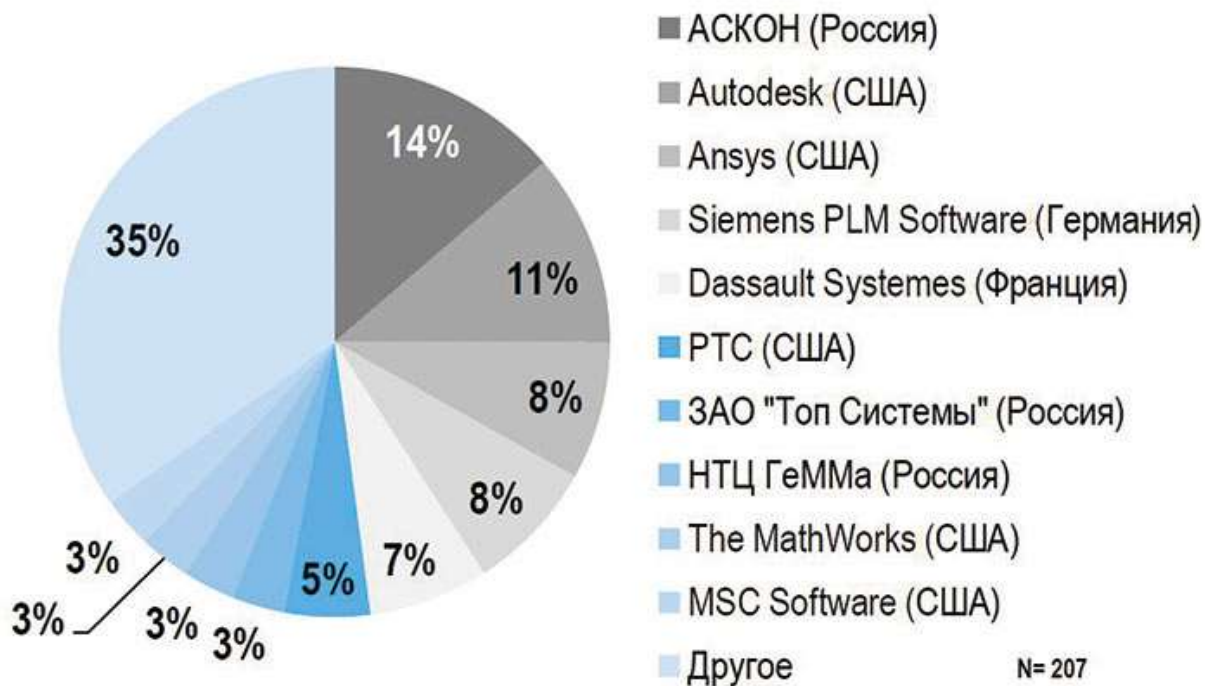


Рис. 1. Лидеры PLM-рынка по данным компании CIMdata

Показатели по отдельным продуктовым сегментам у лидирующей пятерки компаний различаются. К примеру, у АСКОН сильны позиции в «средних» и «легких» MCAD и в PDM, но отсутствует «тяжелый» MCAD.

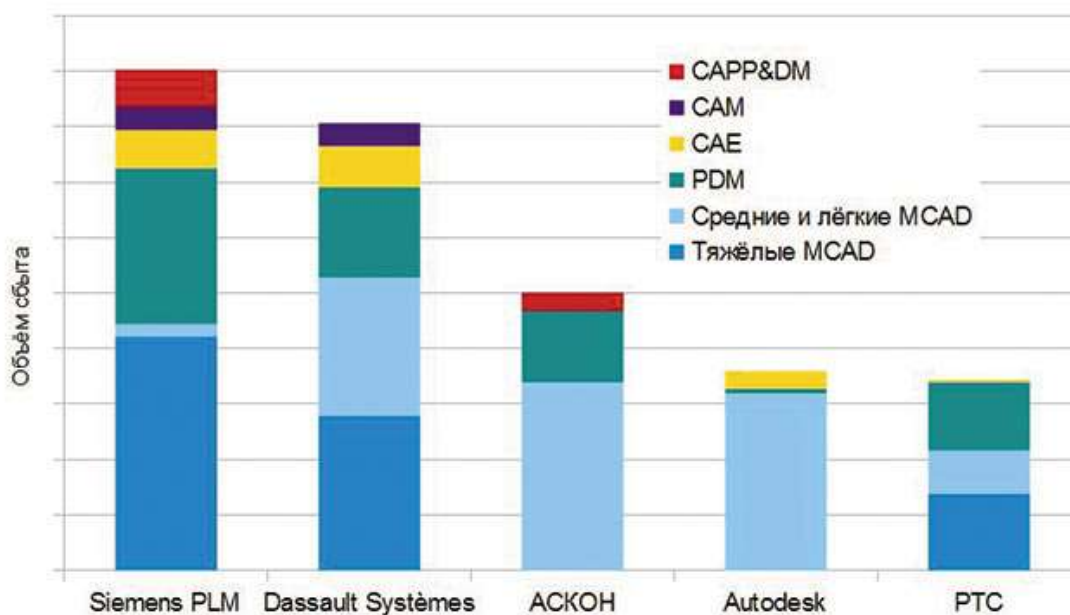


Рис. 2. Показатели по отдельным продуктовым сегментам

CIMdata относит Россию к группе лидирующих стран с «экономикой PLM» наряду с Бразилией, Китаем, Германией, Индией, Японией, Южной Кореей и США. При этом аналитики считают, что, учитывая заявленные на государственном уровне цели промышленного развития страны, Россия недоинвестирует в PLM, и в промышленности остается еще много незакрытых задач по автоматизации.

Ассоциация разработчиков программных продуктов «Отечественный софт» объединяет российских производителей тиражируемого программного обеспечения для консолидации работы по ключевым вопросам развития IT-отрасли. В настоящее время в АРПП входит около ста производителей программных продуктов, 12 специализируются на инженерном софте: ADEM, Csoft Development, SDI Solution, АСКОН, «КванторФорм», «Нанософт», НТЦ АПМ, НТЦ ГеММа, «СИГМА Технология», ТЕСИС, «Фидесис», «Эремекс».

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ IT-ИНФРАСТРУКТУРЫ В ОТРАСЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Машиностроение довольно активно развивающаяся отрасль промышленности, и по сей день она остается основной отраслью, как для экономики, так и для государства в целом. В последние годы государство активно начало поддерживать предприятия промышленности, особенно это хорошо заметно в развитии перерабатывающей промышленности. А так как для развития любого предприятия требуется техника, производимая машиностроением, значит в первую очередь должно развиваться именно оно. Естественно, что главной целью машиностроительных предприятий считается оснащение новейшим оборудованием цеха. В настоящее время мы находимся на пороге нового промышленного переворота, подспорьем для этого послужило внедрение облачных технологий, обработка большого количества данных и развитие интернета. Данная промышленная революция считается уже четвертой, она зародилась последние лет десять, а то и двадцать. Предполагается, что структура заводов станет намного гибче и модульнее. Для достижения данной цели необходимы миниатюрные процессоры, устройства хранения данных, датчики и преобразователи. Для улучшения работы, сокращения времени на производство потребуется встроить необходимые вспомогательные средства в оборудование, а также в сами заготовки, материалы и инструменты. Так же не сможет обходиться оборудование и без уникального программного обеспечения.

Используя все это станет возможным наладить обмен данными и командами между изделиями и технологическим оборудованием. При этом изделие сразу будет оснащено цифровой памятью, которой оно сможет обмениваться с технологической средой на любых этапах производства. Вся эта система и процесс будет преобразован в киберфизическую

систему, объединяющую реальный и виртуальный миры. В результате применения подобных технологий получится значительно облегчить процесс оптимизации технологических процессов и улучшить управление ими. Часть данной оптимизированной системы уже существует на заводах, однако для полного достижения цели потребуется еще немало времени. Для достижения подобной системы потребуется избавиться от многочисленных нестыковок при передаче данных, для достижения подобной цели потребуется снизить себестоимость и повысить гибкость производства. Внедрение киберфизической системы позволит повысить производительность на 30%. В настоящее время началась новая волна интереса к умным машинам, роботам, это обусловлено в первую очередь значительным снижением стоимости технологии производства. Об этом в частности свидетельствует повышение количества роботов в домах. Из расчетов следует что к 2020-му году роботы станут неотъемлемой частью жизни человека.

Но не только в повседневной жизни, но и в промышленности происходит внедрение робототехнических комплексов нового поколения. Они способны подстраиваться под нужные задачи и обучаться по ходу работы, это приведет к положению «роботы делают роботов». Все больше заводов переходят на полностью автоматизированную работу. Переход к подобному производству позволит обеспечить освоение новых продуктов.

Технологии будущего и «умные» заводы. «Умные» предприятия подразумевают под собой совокупность всех имеющихся средств автоматизации в сочетании с робототехникой, программного обеспечения, лазеров, мультифункциональных машин, которыми будут управлять искусственный интеллект. Наличие подобных технологий позволит максимально увеличить техническую эффективность предприятия за счет мониторинга и планирования операций. Но естественно это не предел возможностей. В будущем станет возможно самим механизмам вносить корректировки в свой технологический процесс, подстраиваться под потребности клиента, регулировать изменения в процессе производства, появятся возможности самоуправления.

Для повышения гибкости предприятия требуется внедрение открытых технологий. Дешевизна – это главное преимущество подобных технологий, к тому же подобные технологии позволяют снизить издержки. Для достижения поставленных задач, так же потребуется внедрение 3Д технологий, для более быстрого и эффективного проектирования. Будет возможно сокращение размеров заводов, что позволит обеспечить предприятию экономичную эффективность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все рассмотренные системы постоянно развиваются, дополняясь все новыми модулями и возможностями. С течением времени программные продукты приобретают способность одинаково эффективно решать в своей «весовой» категории предъявляемые пользователем задачи. В этом случае пользователь при выборе той или иной системы руководствуется в первую очередь ее ценой. В то же время развитие программных сред имеет тенденцию перехода в более «тяжелую» категорию, но никогда наоборот.

К сожалению, такое усовершенствование в большинстве случаев приводит к необходимости использования все более и более мощного аппаратного обеспечения.

Здесь уместно отметить, что, каким бы высоким ни был уровень системы, она сама по себе не функционирует. ЭВМ и установленный на ней программный продукт представляют собой хотя и высокопрофессиональный, но всего лишь инструмент, такой как, например, карандаш, линейка или счеты. Работа на ЭВМ происходит в форме диалога. Диалог с ЭВМ ведет человек (пользователь) с помощью указателя (курсора), который управляется мышью или клавишами клавиатуры. Таким образом, уровень эффективности использования ЭВМ зависит от степени подготовленности специалиста

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гельмерих Р., Швиндт П. Введение в автоматизированное проектирование. М: Маш-е, 2015 г.;
2. Михалев О. Н. Повышение степени автоматизации САД/САМ-систем/ О. Н. Михалев, А. С. Янюшкин// Наука. Технологии. Инновации: Материалы всероссий-ской научной конференции молодых ученых в 7-ми ч. Ч. 3.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017.– С. 25-29.;
3. Мартыненко А.А., Шкаберин В.А. Применение онтологического подхода для реализации системы интеллектуального поиска в области САД-, САМ-, САЕ-технологий//Вестник Брянского ТУ -2014- №2 – С. 103-110;
4. Схиртладзе А.Г., Ярушин С.Г. Технологические процессы в машиностроении», ПГТУ Пермь 2016;
5. Яблочников Е.И. Методологические основы построения АСТПП Санкт-Петербург: ИТМО, 2015;
6. <https://multiurok.ru/files/pierspektivy-razvitiia-sistiem-avtomatizirovannog.html>;
7. https://spravochnick.ru/mashinostroenie/perspektivy_mashinostroeniya;
8. <http://www.arppsoft.ru/association/documents/>;
9. <https://www.metobr-expo.ru/ru/press/pressreleases/index.php?id4=11035>.