ВВЕДЕНИЕ. Задачи курса, роль курса в подготовке инженера-сварщика. Обзор прикладных программ, применяемых в сварочном производстве в настоящее время.

Проектирование - метод разработки проектных решений при помощи темплетов (плоских масштабных изображений изделия), и (или) моделей, обеспечивающий возможность быстрого выполнения, сравнения и выбора оптимального варианта проекта.

Для 20-30-х годов, когда промышленностью осваивалась ограниченная номенклатура технических устройств, состоящих из относительно небольшого числа деталей и сборочных единиц, характерна безмашинная (ручная) форма организации проектирования на основе оригинальных решений.

Технические средства - кульманы, логарифмические линейки, готовальни и другие - были малопроизводительны. Применялись приближенные, основанные на эмпирике методы расчета. Расчетные формулы были насыщены коэффициентами, значения которых выбирались в широких пределах из диаграмм и графиков. Вместе с тем, несмотря на низкую производительность средств проектирования, труд проектировщиков был в целом творческим. Доля рутинного, не творческого труда, связанного с деталировкой, оформлением и обращением конструкторской документации, превышала 30%.

В 40-е годы XX века в связи с усложнением конструкции машин, необходимостью их серийного и массового производства, а также с частой модернизацией конструкций, повышением требований к качеству и надежности пришлось изменить методы проектирования. Были разработаны новые методы проектирования, метод группового проектирования, агрегатирования и унификации. Стали применяться такие новые средства малой механизации, как арифмометры, быстродействующие печатающие устройства типа, средства размножения документации, а также первые ЭВМ (конец 40-х годов XX века) для выполнения отдельных наиболее сложных расчетов. Началась механизация процесса проектирования.

К середине 50-х годов произошел переход от ручного оригинального проектирования к частичномеханизированному типовому проектированию, изменяя характер труда проектировщиков и конструкторов. Инженер "утонул в море" справочников, стандартов и других нормативных документов. Объем рутинных работ составлял около 60% трудоемкости проектно-конструкторских работ. Возросли сроки проектирования.

На этом этапе понадобилась новая автоматизированная форма организации проектирования на базе математических методов и средств вычислительной техники с сохранением всех преимуществ типового проектирования.

Примерно с 1955 по 1965 г.г. проверялась принципиальная возможность применения ЭВМ в области проектирования. В качестве технических средств использовались ЭВМ первого поколения типа.

В период примерно с 1965 по 1975г.г. приобретался опыт применения ЭВМ при проектировании. Разрабатывались отдельные программы трудоемких расчетов по гидродинамике, аэродинамике, кинематике, прочности и т.п., накапливался опыт выполнения отдельных конструкторских процедур-деталировки, компоновки конструкций. Технической базой служили ЭВМ второго поколения с ограниченным набором периферийной техники.

Работы этого периода показали:

- эффективность применения ЭВМ в инженерно-технической деятельности;

- большую трудность формализации процесса проектирования;

В результате была сформирована новая научно-техническая проблема - создание системы автоматизированного проектирования – САПР.

Примерно с середины 70-х годов XX века АП вступила в этап регулярного использования в производственных условиях. Технической базой САПР на этом этапе являются в основном ЭВМ третьего поколения типов с развитой периферийной техникой, включая графические дисплеи, графопостроители. Появились автоматизированные рабочие места (APM).

Таким образом, на вооружении конструктора появился новый эффективный комплекс средств автоматизации проектирования, который качественно изменял процесс разработки новых технических объектов.

Автоматизация проектирования возникла на базе достижений конкретных технических дисциплин, вычислительной математики и вычислительной техники.

Автоматизированным проектированием называется такое проектирование, при котором отдельные преобразования описаний объекта и алгоритма его функционирования или алгоритма процесса, а также представление описаний на различных языках осуществляются взаимодействием человека и ЭВМ.

Основная цель применения САПР — повышение эффективности проектных работ, 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.

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;

- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натурных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

Система автоматизированного проектирования (САПР) – комплекс средств, обеспечивающих автоматизированное проектирование.

Структурирование САПР по различным аспектам обусловливает появление видов обеспечения САПР. Принято выделять следующие виды обеспечения:

• **Техническое обеспечение** (TO) — совокупность связанных и взаимодействующих технических средств (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства).

• Математическое обеспечение (MO), объединяющее математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования. По назначению и способам реализации делят на две части:

- математические методы и построенные на них математические модели;

- формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.

Программное обеспечение (ПО). Подразделяется на общесистемное и прикладное:

• прикладное ПО реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Включает пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов (модуль проектирования трубопроводов, пакет схемотехнического моделирования, геометрический решатель САПР).

• общесистемное ПО предназначено для управления компонентами технического обеспечения и обеспечения функционирования прикладных программ. Примером компонента общесистемного ПО является операционная система.

• **Информационное обеспечение** (ИО) — совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования. Состоит из описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, комплектующих изделий и их моделей, правил и норм проектирования. Основная часть ИО САПР — базы данных.

• Лингвистическое обеспечение (ЛО) — совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога проектировщик-ЭВМ и обмена данными между техническими средствами САПР. Включает термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания.

• В лингвистическом обеспечении выделяют класс различного типа языков проектирования и моделирования (VHDL, VERILOG, UML, GPSS).

• Методическое обеспечение (MemO) — описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов. Включает в себя теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах, методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования. Иногда к МетО относят также МО и ЛО.

• **Организационное обеспечение**(OO) — совокупность документов, определяющих состав проектной организации, связь между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования... В ОО входят штатные расписания, должностные инструкции, правила эксплуатации, приказы, положения и т. п.

В САПР как проектируемой системе, выделяют также эргономическое и правовое обеспечения.[1][3]

• Эргономическое обеспечение объединяет взаимосвязанные требования, направленные на согласование психологических, психофизиологических, антропометрических характеристик и возможностей человека с техническими характеристиками средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочем месте.

• Правовое обеспечение состоит из правовых норм, регламентирующих правоотношения при функционировании САПР, и юридический статус результатов ее функционирования.

Требования к САПР.

- системного единства (обеспечивает связь между всеми структурными элементами, т.е. целостность САПР как системы);

– - развития; (обеспечивает разработку и функционирование САПР как развивающейся системы);

– комплексности; (для выполнения функций САПР и последовательности перехода по стадиям проектирования как отдельных элементов, так и всего объекта в целом);

- - информационного единства; (обеспечивает единство используемых в САПР терминов, сим волов, условных обозначений, способов и средств представления информации в соответствии с нормативными и регламентирующими документами);

– совместности ручного и автоматизированного проектирования; (позволяет использовать наиболее эффективные (в каждом конкретном случае) режимы проектирования);

— автономности частей системы; (независимый ввод исходных данных на любой стадии проектирования при согласовании выходной и входной информации от стадии к стадии проектирования);

- - минимального взаимодействия системы с внешней средой; (предусматривает минимизацию входной и выходной информации между стадиями проектирования и минимизацию количества взаимодействия с внеш-

ней средой за счет одноразового ввода данных в свернутом виде);

– - функционирование системы в масштабах реального времени; (для облегчения ведения интерактивного режима взаимодействия человека с машиной);

– накопление архива программ и проектных решений; (предусматривает технико-экономическую оценку этих решений

Разновидности САПР. Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например, по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы ядра САПР.

По приложениям наиболее представительными и широко используемыми являются следующие группы САПР.

1. САПР для применения в отраслях общего машиностроения. Их часто называют машиностроительными САПР или **MCAD** (Mechanical CAD) системами.

2. САПР для радиоэлектроники. Их названия — **ECAD** (Electronic CAD) или EDA (Electronic Design Automation) системы.

3. САПР в области архитектуры и строительства.

Кроме того, известно большое число более специализированных САПР, или выделяемых в указанных группах, или представляющих самостоятельную ветвь в классификации. Примерами таких систем являются САПР летательных аппаратов, САПР электрических машин и т.п.

По целевому назначению различают САПР или подсистемы САПР, обеспечивающие разные аспекты проектирования. Так. в составе MCAD появляются САЕ САD САМ системы :

1. САПР функционального проектирования, иначе САПР-Ф или САЕ (Computer Aided Engineering) системы.

2. конструкторские САПР общего машиностроения — САПР-К. часто называемые просто САD системами:

3. технологические САПР общего машиностроения — САПР-Т, иначе называемые автоматизированными системами технологической подготовки производства АС ТПП или системами САМ (Computer Aided Manufacturing).

По масштабам различают отдельные программно-методические комплексы (ПМК) САПР, например, комплекс анализа прочности механических изделий в соответствии с методом конечных элементов (МКЭ) или комплекс анализа электронных схем; системы ПМК; системы с уникальными архитектурами не только программного (software), но и технического (hardware) обеспечений.

Функции, характеристики и примеры CAE/CAD/CAM-систем. Функции CAD-систем в машиностроении подразделяют на функции двухмерного (2D) и трехмерного (3D) проектирования. К функциям 2D относятся черчение, оформление конструкторской документации: к функциям 3D — получение трехмерных моделей, метрические расчеты, реалистичная визуализация, взаимное преобразование 2D и 3D моделей.

Основные функции САМ-систем: разработка технологических процессов, синтез управляющих программ для технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, генерация постпроцессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ (УС — Numerical Control), расчет норм времени обработки.

Наиболее известны следующие CAE/CAD/CAM - системы, предназначенные для машиностроения. "Тяжелые" системы: Unigraphics (EDS Unigraphics); Solid Edge (Intergraph). Pro Engineer (PTC — Parametric Technology Corp.), CATIA (Dassault Sysremes) и др.

"Легкие" системы: AutoCAD (Autodesk); АДЕМ; Caddy (Zlegler Informaucs): Компас (Аскон. С. Петербург); Спрут (Sprut Technology. Набережные Челны); Кредо (НИВЦ АСК, Москва).

Системы, занимающие промежуточное положение: SolidWorks (Dassault Sysremes); Microstation (Bentley); T-FlexCAD (Топ Системы. Москва); Компас-3D (Аскон. С. Петербург)и др. С ростом возможностей персональных ЭВМ грани между тяжелыми" и "легкими CAD/CAM - системами постепенно стираются.

Функции САЕ-систем довольно разнообразны, так как связаны с проектными процедурами анализа, моделирования, оптимизации проектных решений. В состав машиностроительных САЕ-систем прежде всего включают программы для следующих процедур.

— моделирование полей физических величин, в том числе анализ прочности, который чаше всего выполняется в соответствии с МКЭ:

— расчет состояний и переходных процессов на макроуровне:

— имитационное моделирование сложных производственных систем на основе моделей массового обслуживания и сетей Петри.

Примеры систем моделирования полей физических величин в соответствии с МКЭ: Ansys, Cosmos.

Понятие о CALS - технологии. CALS-технология — это технология комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, цель которой — унификация и стандартизация спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла. Основные спецификации представлены проектной, технологической, производственной, маркетинговой, эксплуатационной документацией. В CALS-системах предусмотрены хранение, обработка и передача информации в компьютерных средах, оперативный доступ к данным в нужное время и в нужном месте. Соответствующие системы автоматизации назвали автоматизированными логи-

стическими системами или CALS (Computer Aided Logistic Systems). Поскольку под логистикой обычно понимают дисциплину, посвященную вопросам снабжения и управления запасами, а функции CALS намного шире и связаны со всеми этапами жизненного цикла промышленных изделий, применяют и более соответствующую предмету расшифровку аббревиатуры CALS — Continuous Acquisition and Life CycJe Support.

Применение CALS позволяет существенно сократить объемы проектных работ, так как описания многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся ранее, хранятся в базах данных сетевых серверов, доступных любом) пользователю технологии CALS. Существенно облегчается решение проблем ремонтопригодности, интеграции продукции в различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации, специализации проектных организаций и т.п. Ожидается, что успех на рынке сложной технической продукции будет немыслим вне технологии CALS.

Развитие CALS-технологии должно привести к появлению так называемых виртуальных производств, при которых процесс создания спецификаций с информацией для программно управляемого технологического оборудования, достаточной для изготовления изделия, может быть распределен во времени и пространстве между многими организационно автономными проектными студиями. Среди несомненных достижений CALS-технологии следует отметить легкость распространения передовых проектных решений, возможность много-кратного воспроизведения частей проекта в новых разработках и др.

Основные современные прикладные программные комплексы Автоматизированного проектирования <u>Unigraphics</u>

Программный пакет Unigraphics разработан компанией EDS (Electronic Data System).

История Unigraphics.

В 1976 г. в результате объединения с компанией United Computing была образована компания Unigraphics Solutions как дочернее предприятие корпорации McDonnell Douglas (сегодня Boeing). Именно там закладывались первые алгоритмы Unigraphics.

В 1988 г. произошло объединение Unigraphics Solutions с компанией Shape Data Ltd, которая в те годы вела разработку математического ядра геометрического моделирования Parasolid. С этого момента вся математика Unigraphics базируется на ядре Parasokd.

В 1991 г. компанию приобретает фирма EDS и дает ей название EDS Unigraphics, и в этом же году состоялась первая поставка системы в Россию.

В 1992 г. к компании приходит мировая известность - крупнейшими пользователями системы Unigraphics становятся корпорации General Electric, McDonnell Douglas, в этом году открывается представительство EDS Unigraphics в Москве.

В 1998 г. EDS Unigraphics становится дочерней компанией EDS, возвращает прежнее название - Unigraphics Solutions и присоединяет подразделение компании Intergraph, разрабатывающей систем твердотельного моделирования Solid Edge.

Ядро Parasolid стало de-facto стандартом для систем трехмерного моделирования и инженерного анализа. Его лицензировали для построения своих систем многие разработчики

В версии NX 6, выпуск которой состоялся 30 июня 2008 г., реализована синхронная технология моделирования. Данная технология позволяет применять два основных подхода к моделированию: параметрическое проектирование и прямое редактирование.

Последняя версия NX 7 вышла в 2009 году. Это примерно 25-я версия программы, впервые представленной публике в 1973 году. Программа использует ядро геометрического моделирования Parasolid. Основными конкурентами программы являются CATIA от Dassault Systemes и Pro/ENGINEER от Parametric Technology Corporation.

Pro/ENGINEER

Корпорация Parametric Technology Corp. была основана в 1985 году профессором Ленинградского университета Семёном Гейзбергом, эмигрировавшим в 1974 году в США и работавшим там в области разработки CAD/CAM-систем. Основывая РТС, С.Гейзберг задался целью разработать крупнейший в мире набор инструментальных программных средств нового поколения для автоматизации проектирования изделий машиностроения, которые должны были базироваться на методах ассоциативного параметрического моделирования с использованием базовых конструктивных элементов.

С 1987 года начался стремительный взлет РТС к вершинам рынка CAD/CAM/CAE-систем. Этот год отмечен появлением семейства продуктов Pro/ENGINEER, основанных на уникальной архитектуре, объединившей различные этапы проектирования и изготовления изделий машиностроения. РТС стала одной из крупнейших софтверных компаний мира с доходом в 1999 году свыше 1 миллиарда долларов США. РТС является открытой компанией (public company), финансовая отчетность которой публикуется в открытой печати. Акции РТС с 1989 года проходят котировку на Нью-йоркской бирже (NASDAQ) под обозначением "PMTC".

Компания РТС всегда находилась на переднем крае в разработке новых технологий для дальнейшей автоматизации деятельности предприятий. Одним их таких перспективных направлений исследований и создания соответствующих продуктов стало распространение средств автоматизации на управление инженерными и проектными данными и интеграцию их в рамках всего предприятия.

Пользователями систем фирмы PTC являются крупнейшие корпорации мира во всех отраслях промышленности: EADS, Lockheed Martin, Boeing, Hughes, NASA, Motorola, Raytheon, US Army, US Navy, Pratt & Whitney, United Defense, <u>General Dynamics</u>, <u>Honeywell Avionics</u>, <u>Allied Signal</u>, <u>GEC Marconi</u>, <u>ITT</u>, <u>Northrop Grumman</u>, <u>Vickers Shipbuilding Engineering Limited</u>, <u>Hyundai Heavy Industries</u>, <u>Yarrow</u>, <u>Bath Iron</u> Works, Audi, FIAT, Ford, PSA, Rover, Volvo Truck, Caterpillar Solar Turbines, Omron, DuPont и многие другие.

Компания РТС занимает лидирующее место в списке крупнейших компаний на рынке CAD/CAM/CAE/PDM. <u>Системы и продукты фирмы РТС используются на следующих предприятиях:</u> ЦКБ МТ "Рубин", ОАО "Туполев", КАПО, АНТК им. Антонова, ФГУП "Антей", Балтийский завод, ОАО "Северная верфь", РКК "Энергия", КБ "Южное", Завод им.Малышева, ГП Ижевский механический завод, АО Ижмаш, Пермская приборостроительная компания, АО "Автоваз" и др.

<u>Autodesk</u>

История Autodesk началась в апреле 1982 года, когда группа из 13 программистов скинулась из личных сбережений в сумму \$60 тыс. для начала работы стартапа, для которого выделили двухкомнатный домик на улице Санкт-Джуд (Saint Jude Road) в калифорнийском городке Милл Вэлью (Mill Valley), принадлежавший лидеру основателей Джону Уокеру.

Поначалу основатели компании не очень ясно представляли себе, какие программные продукты будет выпускать новообразованная компания. Начали они с разработки текстового редактора, совмещенного с электронной таблицей - своего образа аналога того, что сегодня мы знаем как Microsoft Office.

Общим видением соучредителей было то, что в 1982 году ПК станет очень распространенным, а также то, что, возможно, бизнес программного обеспечения в скором времени станет большим, чем бизнес аппаратуры. Еще в январе 1982 года, в своем письме к будущим партнерам Джон Уокер характеризовал уровень технологий как «беспрецедентный момент в истории».

Вскоре после образования компании ее основатели познакомились с программистом Майком Риддлом (Mike Riddle), который продемонстрировал им прототип чертежного редактора, который мы теперь знаем как AutoCAD. Текстовый редактор и электронная таблица были заброшены и все силы были брошены на доводку чертежной программы. Первая демонстрация AutoCAD на выставке COMEX в ноябре принесла ошеломительный успех – продукт был буквально хитом программы. Соответственно все это было быстро обращено в денежный поток доходов от продаж.

Уникальность AutoCAD в то время заключалась в том, что, в отличие от традиционных САПР, он работал на совершенно обычном ПК, оборудовании, которое могли себе позволить многие. Это обстоятельство привело к быстро нарастающей популярности программы.

К 1984 году годовой доход компании достиг весьма значимых \$100 млн. (что в ценах 2010 года составило бы \$200 млн.), по этому поводу в корпорации закатили выдающуюся вечеринку, о которой любят вспоминать ветераны. Джон Уокер руководил компанией до 1986 года, когда он решил предать управление Алвару Грину (Alvar Green), а самому снова сосредоточиться на разработках. Грин покинул компанию в 1992-м, после того как Уокер разослал сотрудникам 44-страничный документ, в котором резко раскритиковал направление развития компании.

На замену Грину в 1992 году пришла Кэрол Бартц, до этого работавшая вице-президентом по международным операциям в Sun Microsystems. Бартц приняла стратегическое направление на диверсификацию продуктовой линейки Autodesk – в дополнение к AutoCAD она, в первую очередь, активно развивала сектор приложений мультимедиа и развлечений.

В течение 90-х Autodesk совершила ряд ключевых приобретений. Среди них, безусловно, стоит выделить покупку Discreet Logic Inc., компании, специализировавшейся на визуальных эффектах. Вторым ключевым событием эпохи Бартц следует назвать выпуск первого «настоящего» MCAD-продукта Inventor, бросившегося в погоню за блистательно стартовавшим SolidWorks.

К 2005 году годовая выручка Autodesk впервые достигла заветных \$1 млрд., компания с толком использовала средства, купив в том же году Alias Systems Corp., производителя пакета для концептуального трехмерного проектирования Maya.

В конце 1993 года вышла очередная версия AutoCAD, но ее 13-й номер оказался буквально роковым. Это была последняя версия работавшая в нескольких операционных системах: MS-DOS, Windows и Unix. В 13-й версии было неисчислимое количество ошибок, причем каждый вновь выходивший сервис-пак, казалось, только усугублял положение дел.

Современность

В 2006 году корпорацию возглавил Карл Басс.

Сегодня Autodesk активен, пожалуй, в каждой новой технологической нише: программное обеспечение для мобильных устройств, облачные вычисления, прямое редактирование геометрии, управление жизненным циклом продукта – все это находит применение и отражение в продуктах и сервисах корпорации.

В последние годы особое внимание корпорация уделяет сектору продуктов для конечного потребителя, что, по идее, должно значительно расширить круг клиентов Autodesk. Несмотря на то, что большинство продуктов для потребительского рынка еще не вышли на коммерческую основу и распространяются, большей частью, бесплатно – активность в этом секторе сулит значительные выгоды в будущем. В корпорации это называют «маркетинговыми инвестициями».

История компании Аскон

«Дорога в тысячу миль начинается с первого шага», — гласит китайская мудрость. Именно так АСКОН начала свое развитие. Официальная история компании началась в 1989 году, когда Александр Голиков, специалист Коломенского конструкторского бюро машиностроения, переехал в Ленинград и основал собственную компанию. Шла разработка первой версии программы КОМПАС для IBM PC, для чего была собрана команда технических специалистов. Центры разработки находились в двух городах: Ленинград и Коломна.

В процессе работы над программой приходилось все время сталкиваться с чем-то новым и неизведанным, каждый день учились тому, чего не знали еще вчера. Совершали ошибки, учились на них и двигались дальше. Шла активная упорная работа, чтобы сделать сильную конкурентную программу, и предложить ее российскому рынку в качестве альтернативы существующим зарубежным аналогам, в том числе Автокаду.

Создание нового софта приносило удовольствие, работа шла очень активно – и результат вложенных усилий не заставил себя долго ждать. В 1989 году был заключен первый контракт с Ленинградским металлическим заводом на поставку программного обеспечения КОМПАС. После создания базовой версии, началась работа над ее усовершенствованием. Каждый год выходила новая версия, инструменты проектирования становились более удобными, расширялся функционал.

Школа-вуз-производство

Любую компанию делают, прежде всего, люди и идеи. Поэтому одна из важнейших вех развития АСКОН началась именно со знакомства с интересной личностью: профессором Коломенского пединститута Богуславским Александром Абрамовичем. Физик по профилю, он был фанатичным поклонником информационных технологий. Просмотрев КОМПАС-График 4.0, профессор загорелся идеей по применению программы в школах.



Компас 3, 1991 год

В 1991 году началась совместная работа в этом направлении. Профессор организовал встречу в Москве специалиста АСКОН с Борисом Григорьевичем Киселевым, который возглавлял КУДИЦ (координационный учебнодемонстрационный центр). Центр создавался в конце 80-х в рамках проекта Горбачева-Буша по оснащению тысячи советских школ компьютерной техникой IBM. Техника, сама по себе, не представляет большой ценности. Для разворачивания учебного процесса к ней нужен был комплекс обучающих программ и методик. Это и было основной задачей центра, финансируемого из бюджета.

Г-ну Киселеву понравилась идея адаптировать профессиональную версию программы под школьное обучение. В то время черчение в школах преподавалось в достаточных объемах, а подобных предложений у координационного центра не было. Поэтому, уже спустя два часа, Борис Григорьевич предложил заняться разработкой программно-методического комплекса (далее – ПМК) КОМПАС-Школьник. При этом он пообещал организовать государственное финансирование.

Но с финансированием так и не сложилось, так как в это время нагрянул распад Советского Союза, и координационный центр остался без бюджетной поддержки. Пока КУДИЦ переходил на коммерческие рельсы, руководством АСКОН, было принято решение разрабатывать ПМК совместно с профессором Богуславским на свой страх и риск, чтобы в дальнейшем тиражировать его через региональные отделы народного образования. У образовательной системы была потребность, у сотрудников АСКОН и профессора Богуславского был энтузиазм, поэтому работа шла очень быстро. Подготовка урезанной версии программы у программистов много времени не заняла, это не затормозило работу над выпуском следующей профессиональной версии КОМПАС-График.

В июне 1992 года компания привезла в КУДИЦ свой полноценный ПМК на приемо-сдаточные испытания. Комплекс включили в официальный каталог рекомендуемых учебных пособий для среднего образования. Что касается коммерческой стороны, продаж поначалу не было совсем, что вполне логично. Стране в то время было не до финансирования школ, и уж тем более не до покупок ПМК по черчению. Но о комплексе рассказывали на семинарах для учителей и сотрудников РЦ НИТов.



Компас 4, 1992 год

В начале сентября АСКОН получила первый коммерческий заказ на КОМ-ПАС-Школьник от нижегородского РЦ НИТ. Было заказано 15 комплектов вместе с планшетными плоттерами «Электроника». Нужно сказать, что осенью 1992 года любая поставка не за бартер, а за деньги, была на все золота. И именно эта поставка обеспечила сотрудников компании заработной платой на несколько месяцев в тот сложный период выживания.

И только в 1995 году пошли крупные коммерческие заказы на КОМПАС-Школьник. Было изготовлено более 300 комплектов, которые разошлись не толь-

ко по московским школам, но и по всем городам России, вплоть до Якутии. До этого был в чистом виде авантюризм и энтузиазм, который принес свои дивиденды только в 1995 году.

Все это время версии программы КОМПАС-Школьник постоянно обновлялись параллельно с выходом основных версий программ. А в 1998 году учебная чертежно-графическая система КОМПАС-Школьник 4.5 была выпущена без защиты в свободное распространение. Александр Богуславский делал очень многое по пропаганде совместного ПМК в школах и вузах.

В 1994 году руководством компании было принято решение отдавать лицензионный софт вузам бесплатно, так как расплачиваться им тогда было совершенно нечем. В то время все были на грани выживания. Ранние версии отдавали совсем бесплатно, по письменному запросу вуза.

Что касается текущей лицензионной версии, было также принято решение отдавать ее бесплатно, но взамен на организацию семинара. Таким образом, в 1994-1996 годах, когда экономика начинала понемногу оживать, вузы организовывали встречи специалистов АСКОН с местными предприятиями – потенциальными заказчиками. Именно благодаря социальной инициативе, АСКОН начал активно распространять в регионах свое коммерческое ПО.

Несмотря на то, что с 1992 по 1996 год компания находилась в жестком режиме физиологического выживания, социальная инициатива помогла значительно укрепить коммерческий фундамент АСКОН.

Первоначальный старт компании пришелся на 1990-1991 годы, сразу после основания. Советская промышленность была в состоянии покупать САПР в немалых количествах, и компания быстро росла. Формировалась дилерская сеть первого поколения. В 1992 году открывается представительство АСКОН в Москве.

Но уже с этого года, в связи с распадом Советского Союза, компания переходит в жесткий режим экономии и физиологического выживания, который продолжался до 1996 года. Как ни странно, но именно в этот период АСКОН, в текущем рабочем режиме, реализовывал социальные инициативы.

И уже в 1994 году, в связи с активно формирующимся благодаря социальной инициативе имиджем компании, ее узнаваемостью и востребованностью программных продуктов на рынке, открывается центр разработки систем управления в Кургане. Здесь начинается активная работа над проектом КОМПАС-Менеджер.

В 1995 году запущенный социальный проект приносит первый ощутимый денежный поток. А с 1996 года начинается уверенный поступательный рост компании. В это время значительно вырос штат менеджеров по продажам и штат технических специалистов. В коломенском центре разработки сформировалась функционально правильная структура разработки ПО с выделенными аналитиками, программистами, тестерами и техническими писателями.



В 1997 году АСКОН выбирает новое направление развития, и начинает поставки ПО под Windows, КОМ-ПАС 5.0.

Компас 5.8, 1998 год

С 1998 года компания берет новый стратегический курс на подготовку комплексных решений для заказчика. Начинается активная разработка полностью укомплектованных рабочих мест для разных отраслей промышленности. В этом же году в Москве открывается центр по разработке систем проектирования технологических процессов КОМПАС-Автопроект.

Но приходит август 1998 года: разгар очередного

финансового кризиса. Автомобильный бизнес полностью заморожен на неопределенный период. Компания вполне могла уйти в долгосрочный отпуск до лучших времен. Но, как показал опыт предыдущих кризисных лет, единственно правильным решением в кризисной ситуации является усиленная работа на перспективу. Собрав воедино все силы, весь дух и весь умственный потенциал сотрудников, и перейдя в режим жесткой экономии, АСКОН начинает усиленно развивать КОМПАС-График, а в дальнейшем – КОМПАС-3D.

В отличие от автопрома, в разгар кризиса были предприятия, которые остались в выигрыше от резкого обвала курса рубля. Оценив текущую ситуацию, АСКОН берет основной курс на развитие программного продукта для металлургического комплекса. Компания развивает принципиально новую систему автоматизации технологической подготовки производства (ВЕРТИКАЛЬ). Ее активно продвигают и внедряют на крупные производства, оставшиеся на плаву. Такая своевременная переориентация помогла компании выстоять в конце девяностых.



Компас 5.11

К тому времени, как бизнес начал понемногу оттаивать, АСКОН готов был предоставить рынку насыщенные функционалом программные продукты, в том числе востребованный КОМПАС-График для WINDOWS. У заказчиков возникла необходимость в проведении обучения их специалистов, за которое предприятия готовы были платить. Так началось активное развитие учебного направления.

Начиная с 1999 года, компания начинает региональную экспансию. В этом году АСКОН открывает свой первый региональный офис в Челябинске. В 2000 году – второй в Нижнем Новгороде. В 2002 году открывается представительство в Минске. В 2003 году – в Караганде (Казахстан). С 2005 года

начинается выход на внешние рынки. В 2006 создаются первые англоязычные версии программ. В 2007 году открывается офис в Узбекистане (г. Ташкент). В 2012 году открывается первое европейское представительство в Германии (г. Мюнхен).

Не менее быстрыми темпами идет и функциональное развитие компании. В 2000 году КОМПАС впервые шагнул в мир 3D-технологий. В 2001 году компания выпускает первые решения для строительного проектирования. В 2003 году комплексные решения выходят на корпоративный уровень. В том же году выпускается программный продукт ЛОЦМАН: PLM и КОМПАС-3D V6. К этому времени завершается формирование крупнейшей в СНГ внедренческой и сбытовой сети САПР.

В 2005 году выходит новейшая САПР технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ. В 2008 году спираль истории делает виток, и крупнейшими заказчиками компании вновь становятся Ленинградский металлический завод и коломенское ФГУП «КБМ». В 2009 году выпускается КОМПАС-СПДС (профессиональная система автоматизированного проектирования для строительства). В том же году компанией АСКОН, впервые на российском рынке, предоставляется возможность трехмерного моделирования в режиме онлайн.

В 2010 году АСКОН выпускает систему управления проектными данными ЛОЦМАН: ПГС. А также, в сотрудничестве с Cloud IT, впервые запускает в России сервис доступа к автоматизированному проектированию в режиме онлайн (по модели SaaS). В 2011 году появляется первая домашняя профессиональная САПР КОМПАС-3D Home. В 2012 году выходит система автоматизированного управления производством ГОЛЬФСТРИМ. Количество пользователей решений АСКОН перешагнуло рубеж в 7000. В этом же году АСКОН и «КАМАЗ-мастер»: компания становится официальным спонсором знаменитой ралли-команды. Первый шаг к мобилизации сделан в 2013 году: на рынок вышел мобильный клиент ЛОЦМАН:24.

История SolidWorks

История SolidWorks берет начало в 1993 году, когда американский инженер Jon Hirschtick собрал команду программистов для создания нового трехмерного программного обеспечения CAD. До этого времени Jon возглавлял лабораторию CAD в Массачусетском технологическом институте (MIT), который успешно окончил, получив степени бакалавра и магистра в области машиностроения. В 1993 году образованная Jon'ом SolidWorks Согр. стала первой компанией, разрабатывающей трехмерную технологию CAD на платформе Windows, что не требовало наличия мощных аппаратных средств у пользователей.

В 1995 году первая версия SolidWorks была выпущена на рынок, за два месяца завоевав все главные премии в отрасли систем автоматизированного проектирования (САПР), во многом благодаря своему простому и удобному пользовательскому интерфейсу. SolidWorks за короткое время составила конкуренцию таким известным продуктам продуктам как Pro/Engineer, Unigraphics NX, AutoCAD. Продажи компании быстро росли, поэтому Jon Hirschtick привлек к сотрудничеству ветерана машиностроительной промышленности John McEleney, который вывел продукцию компании на Азиатские рынки и возглавил Партнерскую программу. В 1997 г. компания была поглощена французской корпорацией Dassault Systemes за \$310 млн.

Тема 1. Основные сведения о компьютерной графике. Формирование растровых и векторных рисунков. Векторизация. Основные сведения о двухмерных и трёхмерных моделях.

<u>Конструкторская графика</u> используется в работе инженеров-конструкторов, архитекторов, изобретателей новой техники. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом САПР (систем автоматизации проектирования). Средствами конструкторской графики можно получать как плоские изображения (проекции, сечения), так и пространственные трёхмерные изображения

При компьютерном моделировании приходится иметь дело с информационными потоками различного вида или типа. Для хранения такого рода информации разработаны и используются специальные форматы файлов.

Файлы любого формата содержат ASCII символы, т.е. символы в коде ASCII (American Standard Code for Information Interchange - Американский стандартный код для обмена информацией) и как правило имеют определенное расширение. Тип или расширение файла может задаваться произвольно, но обычно он несет информацию о содержании файла.

Растровые изображения, растровые файлы

Растровым изображением называется изображение, представленное двумерным массивом точек, каждая из которых имеет определенный цвет. Эти точки называются *растровыми точками*.

Растровые изображения создаются при сканировании оригинальных изображений с бумаги или с помощью специальных программ, называемых растровыми редакторами. Примером такой программы может служить широко известный редактор *Paint*.

Наиболее распространенными растрами для хранения изображений являются форматы *BMP*, *PCX*, *GIF*, *TIFF*.

Когда монохромное растровое изображение исходного чертежа или рисунка выводится на монитор компьютера, то каждый пиксел экрана соответствует определенному количеству растровых точек изображения. Цвет пиксела будет черным или белым в зависимости от того каких растровых точек черных или белых в нем больше. Черные пиксели, сливаясь между собой, образуют пятна и полосы, которые передают изображение чертежа или рисунка.

Возможно управлять режимом показа растрового изображения, используя команды управления экраном. Например, если вы устанавливаете режим просмотра "один в один", то это значит, что программа отобразит каждую точку растрового изображения с помощью одного пиксела экрана.

Можно увеличить изображение в два раза, при этом для изображении каждой растровой точки будет использовано четыре пиксель экрана, но даже такая простая операция приводит к искажению вида растрового изображения - неровности контуров, незаметные при прежнем масштабе изображения, вырастают пропорционально степени увеличения.

С помощью редакторов растровые изображения можно обрабатывать добавляя или стирая черные части изображения на экране компьютера так, как будто бы вы рисуете на бумаге при помощи карандаша и ластика, но при этом вы не можете редактировать уже существующие части изображения, используя информацию о ранее созданных геометрических объектах, например, провести одну линию перпендикулярно другой, восстановить касательную к окружности и т. п.

Все это происходит потому, что растровые изображения обладают, с точки зрения компьютерной обработки данных, существенными недостатками. Основным из них является то, что информация о изображении представляется в виде набора точек и поэтому не содержит, в явном виде, данных о геометрии и размерах объектов, которые оно изображает.

Поэтому программы, которые используют компьютерную графику для расчетов - *CAD/CAM* системы, программы по созданию объемной мультипликации и т. п., не работают с растровыми изображениями, они используют другую форму представления графической информации - *векторные изображения*.

Растровая графика в области техники широко применяется при распознавании объектов, например в расшифровке металлографических шлифов.

Векторная форма представления изображений, векторные объекты, векторные файлы

Векторная форма представления изображения (или просто *векторный рисунок*) является совокупностью векторных объектов.

Векторный объект - это графический объект, заданный своим аналитическим описанием. Описание включает в себя тип векторного объекта, который определяет его форму, например, - отрезок прямой, окружность, дуга, а так же параметры: координаты базовых точек, характерные размеры, ширину и т.п. Примеры векторных объектов: отрезок прямой с концами в точках 1; 1 и 5; 5 или окружность радиусом 6 мм с центром в точке 2; 2, тип линии – сплошная, цвет - красный и толщиной линии окружности равной 0,1.

Тип векторного объекта принято называть *примитивом векторного изображения*, или просто *примити*вом. Например, примитив дуга, примитив отрезок.

Векторные рисунок обычно создаются и редактируются с помощью специальных компьютерных программ - векторных графических редакторов. Эти программы работают с файлами, которые содержат векторные рисунки. Такие файлы называются *векторными*. Примером векторного редактора служит система *AutoCAD*, которая является одной из самых известных в мире программ обработки векторных изображений.

Все векторные форматы как правило являются аппаратно-независимыми. *PIC, WMF, DXF, DWG* - примеры таких векторных форматов.

Показ векторного изображения в любом масштабе происходит без искажений, поскольку при отображении на экране программа, используя математическое описание каждого векторного объекта, всегда может вычислить расположение и цвет пикселей экрана так, чтобы оптимальным образом передать изображение. Возможными становится и такие режимы показа векторного изображения, которые не имеют аналогов при управлении видом растрового изображения. Например, показ векторных объектов в каркасном (без показа толщины) представлении дает возможность найти ошибки в чертежах (увидеть какие линии не соединяются в концевых точках) и делает векторное изображение легко читаемым.

При создании векторного объекта пользователь выбирает необходимый ему тип векторного объекта и задает параметры описывающие геометрические размеры этого объекта. При редактировании векторного изображения применяются простые алгоритмы, с помощью которых можно легко выбирать и изменять векторные объекты. При этом можно использовать геометрические отношения между объектами, оперируя точными математическими терминами. Например сделать линию перпендикулярной или параллельной другой линии, или провести касательную к окружности через заданную точку.

С векторными изображения работают программы, производящие расчеты на основе графической информации. Например, *CAM* системы, генерирующие программы для обработки деталей на станках с числовым программным управлением, и системы *CAD*, которые используют компьютерные чертежи для автоматизации проектных и конструкторских работ.

Но векторные изображения уже существующих, вычерченных на бумаге, чертежей, карт, схем невозможно получить с помощью сканера. При сканировании вы получите только растровое изображение оригинала.

Двухмерная графика (2D — от англ. two dimensions — «два измерения») это «плоские» изображения объектов

Трёхмерная графика (3D — от англ. three dimensions — «три измерения») оперирует с объектами в трёхмерном пространстве.

Лекция 2.

Тема 2. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Краткая история создания. Назначение, решаемые задачи; состав программного продукта, интерфейс пользователя, требования к техническому обеспечению.

Сущность трехмерного моделирования.

Человек мыслит трехмерными образами, но описать их посредством слов удается далеко не всегда. Как утверждают психологи. 80% информации человек получает посредством органов зрения. Поэтому проще всего передать информацию о каком-то объекте (тем более о пока еще не существующем, но только задуманном) через его макет или модель. Еще можно нарисовать этот объект. Если он достаточно сложный — одним рисунком не обойтись, нужно несколько рисунков с разных точек зрения на него. Это требует от человека определенного умения, чем могут похвастаться далеко не все. Были разработаны определенные правила выполнения таких рисунков через связанную систему проекций объекта на оговоренные плоскости, условных разрезов и сечений. Рисунок стал более простым, выполнение его более не требовало от человека наличия особых художественных навыков. Оно стало ремесленничеством, а сам рисунок получил название чертежа. Это была единственная возможность передать информацию о трехмерных объектах с помощью двухмерных объектов. Человеку приходилось вычерчивать проекции и сечения воображаемого трехмерного объекта на бумаге. Это был путь от трехмерный объект по набору его плоских проекций - опять-таки требовал наличия трехмерного воображении трехмерный объект по набору его плоских проекций - опять-таки требовал наличия трехмерного воображения и соответствующего опыта.

Первые CAD-системы (от Computer Aided Design - проектирование с помощью компьютера) позволили человеку выйти из-за кульмана, автоматизировать отдельные операции. Одним словом, освободившись от некоторой части рутинного труда, конструктор-проектировщик стал создавать те же чертежи на компьютере. При этом остался конфликт между трехмерным воображением и необходимостью отражения объемного мира в плоском виде.

С появлением трехмерных систем твердотельного моделирования конструктор получил возможность создать модель проектируемого объекта такой, какой она и является. На первых порах зрительное представление модели было каркасным — в виде проволоки ребер. С развитием аппаратного обеспечения появилась возможность изобразить модель в виде твердого тела в динамическом режиме и с учетом различных характеристик поверхности этой модели.



Схема традиционной технологии конструирования

Схема современной технологии конструирования

Параметризация и когда она нужна.

Параметрическое моделирование (parametric modelling) заключается в том. что конструктор определяет форму заданием геометрических взаимосвязей и некоторых размерных параметров. Геометрические взаимосвязи описывают отношения геометрических элементов. Примерами взаимосвязей являются: параллельность двух граней, компланарность двух ребер, касательность криволинейного ребра к соседнему прямому и т. д. К размерным данным относятся не только заданные размеры формы, но и соотношения между размерами. Соотношения записываются конструктором в виде математических уравнений. Таким образом, параметрическое моделирование заключается в построении формы путем решения уравнений, выражающих геометрические взаимосвязи, и уравнений, описывающих заданные размеры и соотношения между ними.

При параметрическом моделировании построение объекта обычно осуществляется в приведенной ниже последовательности.

1. Строится грубый набросок плоской фигуры.

2. В интерактивном режиме вводятся геометрические взаимосвязи и данные о размерах.

3. Строится плоская фигура, отвечающая ограничениям и требованиям к размерам.

4. Шаги 2 и 3 повторяются с изменением ограничений или размеров до тех пор. пока не будет получена нужная модель

5. Объемное тело создается вытяжкой в третьем направлении или вращением плоской фигуры. Толщина и угол поворота также могут стать размерными параметрами, что позволит при необходимости легко изменить созданную трехмерную модель.

Отметим, что модель в параметрическом моделировании изменяется не непосредственно, а через использование геометрических взаимосвязей и размеров. Поэтому конструктор может разработать множество альтернативных проектов, не заботясь о деталях, но сосредоточившись на функциональных аспектах.

История создания геометрической модели

Одной из важных характеристик геометрической модели твердого тела является история его создания. Содержательная часть истории создания включает описание всех элементов, используемых для построения тела, параметры и последовательность выполненных операций. История создания имеет иерархическую структуру. На нижнем уровне размещаются геометрические примитивы (плоские или пространственные), параметры примитивов. На всех последующих уровнях могут размешаться сборки тел. полученные в результате преобразований над объектами нижнего уровня, а также промежуточные результаты топологических операций над отдельными конструктивными элементами. На верхнем уровне истории создания всегда находится результирующее тело (например, деталь) или сборка результирующих тел (например, узел или агрегат).

История создания твердого тела дает возможность быстрого доступа в любых моделях сложных тел. к любым промежуточным результатам и использования их при построении новых тел, а также позволяет организовать коллективный доступ к результатам работы многих конструкторов в едином проекте, не создавая дополнительных (резервных) копий всех конструктивных элементов. Кроме самой геометрии в истории создания хранится описание каждой операции в хронологическом порядке их выполнения, которые можно редактировать прямо в дереве истории создания.

Дальнейшее рассмотрение принципов твердотельного трехмерного проектирования будем вести на примере системы SolidWorks. paspaбoraнной корпорацией SolidWorks (США), и в настоящее время входящей в состав компании Dassault Systems

История SolidWorks

Как ни одна другая компания в отрасли САПР SolidWorks была видением одного человека, Джона Хирштика (Jon Hirschtick). Он получил степени бакалавра и магистра в области машиностроения в Массачусетском технологическом институте в 1983 году

К началу 1994 года сформировалась идея создания недорогой САПР на основе твердотельного моделирования. Команда, собранная Хирштиком, в которую вошли Боб Цуффанте (Bob Zuffante), Скотт Харрис (Scott Harris), Константин Докос (Constantine Dokos), Томми Ли (Tommy Li) и он сам, начала разработку того, что со временем превратилось в SolidWorks.

Ключевым дополнением к команде стал Майкл Пэйн (Michael Payne), который присоединился к группе в августе 1994 года и занимался управлением разработки программного обеспечения. Пейн был сотрудником но-

мер три в РТС и до ухода занимал там должность вице-президента по развитию. Компания была первоначально известна как Winchester Design Systems, по названию места, где был расположен первый настоящий офис.

План Хирштика был очень простым. SolidWorks будет работать только на ПК с Windows, компания намеревалась использовать стандартные функции Windows по максимуму. В результате получилась программа, похожая на собственные продукты Microsoft, такие как Word и Excel. Такой подход значительно уменьшил объем кода, который нужно было разработать Пейну и его команде. Также, раз программа будет работать на недорогих ПК, то и цена на нее должна быть соответствующая. Компания установила начальную цену в \$3995.

Ранние версии SolidWorks

Компания, еще будучи известная как Winchester Design, в конце 1994 начала понемногу показывать прототип SolidWorks отраслевым аналитикам и изданиям.

Исходно разработка базировалась на геометрическом ядре ACIS от Spatial Technology, но еще задолго до выпуска продукта компания перешла на Parasolid от EDS Unigraphics. Причиной замены была низкая производительность и недостаточная функциональность ACIS. Кроме того EDS предложила лучшие условия лицензирования.

Формальное представление ПО, теперь известного как SolidWorks 95, произошло на конференции AUTOFACT 1995. С самого начала было ясно, что основная целевая группа для SolidWorks – компании, намеревавшиеся приобрести Pro/ENGINEER. Другим конкурентом, конечно же, был Autodesk с AutoCAD.

Одним из наиболее активных партнеров была компания Structural Research and Analysis Corporation (SRAC) из Лос-Анджелеса. Компанию основал доктор Виктор Вайнгартен (Victor Weingarten). SRAC разрабатывала недорогое ПО для расчетов методом конечных элементов, весьма простое в использовании и довольно быстрое, во всяком случае на небольших задачах. SRAC доработала свой COSMOS FEA так, чтобы он работал напрямую с SolidWorks 96. Продукт назвали COSMOS/Works, в меню SolidWorks появилась опция FEM. Когда выбиралась эта опция, пользователь перемещался из SolidWorks в COSMOS, который был настроен для работы с моделью SolidWorks.

Пользователи могли создать расчетную модель МКЭ из геометрической модели SolidWorks, приложить нагрузки и граничные условия, произвести расчет и увидеть его результаты. Обе программы имели схожий пользовательский интерфейс, соответствующий стандартам Windows. Смысл этой разработки заключался в том, чтобы дать инженеру возможность производить расчеты самому, нежели обращаться в специальный отдел, использующий сложное ПО МКЭ, такое как ANSYS или MSC NASTRAN, работающее на мейнфреймах.

Ключевым технологическим моментом, способствующим все более широкому применению продвинутых программ, был стремительный рост производительности компьютеров, особенно настольных ПК. К концу 1998 многие инженеры имели доступ к 400 Мгц Pentium II для персонального использования. Такие машины были в состоянии производить расчеты довольно сложных задач, которые несколько лет ранее потребовали бы использования мейнфреймов. Например, один из клиентов SRAC, Nichols Aircraft создал модель масляного насоса для реактивного двигателя с 1.3 млн. степеней свободы. Расчет занял всего два часа на тогдашнем ПК. Таким образом, SolidWorks и SRAC изменяли практику инженерной работы.

SolidWorks 96 был выпущен в июле 1996, исправляя многие из ранних проблем, о которых упоминалось выше. В частности была значительно улучшена работа со сборками. Теперь пользователь мог создавать и редактировать детали прямо в редакторе сборок. Увеличилось быстродействие при работе с большими сборками – пользователи могли загружать подмножество моделей. Был усовершенствован чертежный редактор, обеспечивающий больше свободы в расположении видов, использование разных толщин линий и текстовых шрифтов.

Спустя менее, чем через год, был выпущен SolidWorks 97, содержавший, по заявлению компании, 175 усовершенствований, в основном связанных с нареканиями к предыдущим двум выпускам. Эта версия включала инструменты для проектирования деталей из листового металла в базовом комплекте, появилась возможность выдавливать текст на плоских объектах.

Dassault Systemes nokynaem SolidWorks

24 июня 1997 года Dassault Systemes объявила, что покупает SolidWorks за \$300 млн., то есть за сумму превышающую оборот компании в 12 раз.

На момент анонса сделки SolidWorks продала около 6000 копий своего ПО.

Так как в течение многих лет был очень ограниченный обмен технологиями между DS и SolidWorks, две части компании шли своим путем. SolidWorks продолжала использовать Parasolid даже после того как DS в 2000 году купила Spatial и ее технологию ACIS. Ключевые бизнес-функции, такие как финансовое управление, были централизованы, в то время как клиент-ориентированные активности, включая содержание продукта, оставались независимыми.

Независимые разработчики – ключевая стратегия SolidWorks

В течение последующих лет SolidWorks ежегодно выпускала новые версии. Большей частью компания концентрировалась на базовых технологиях моделирования и черчения, оставляя целевые приложения, такие как расчеты, работу с ЧПУ, организацию документооборота на откуп сторонним разработчикам. Примером может служить Immerce Design из города Актон, штат Массачусетс. Компания, основанная в 1995 году Грегом Смитом (Greg Smith) разработала пакет Interactive Product Animator (IPA) для создания анимационных роликов в SolidWorks.

SolidWorks становится серьезным инструментом проектирования

Одним из критериев совершенства архитектуры ПО является время, за которое оно может быть усовер-

шенствовано без ухудшения надежности и производительности. Наблюдая за развитием SolidWorks, можно с уверенностью сказать, что в основе продукта лежит качественная архитектура. В выпущенном в 1998 году SolidWorks 98 компания реализовала многочисленные улучшения, включающие в себя создание сложной геометрии, функции создания чертежей и моделирование сборок. Последнее является проблемной зоной для многих САПР. SolidWorks 98 открывал сборку из полутора сотен деталей практически мгновенно.

К началу 1999 у SolidWorks было установлено более 20000 рабочих мест и компания начала работать со сделками в 1000 рабочих мест. Несмотря на то, что DS не публиковала финансовых результатов SolidWorks, Engineering Automation Report оценивал оборот компании в пределах от 40 до 50 миллионов долларов.

Выпущенный в середине 1999 SolidWorks 99 включал в себя новую технологию создания трехмерных эскизов, которая поддерживала работу нового модуля для проектирования трубопроводов, продававшегося за \$995.

В течение 1999 года компания продала 17000 коммерческих лицензий, достигнув к началу нового десятилетия общего числа клиентов в 43000. В начале 2000 года за SolidWorks 99 последовал SolidWorks 2000 с усовершенствованными редакторами деталей и чертежей и ускоренным просмотром сборок.

Одной вещи клиенты так и не увидели долгое время – слияния SolidWorks и CATIA, особенно ее пятой версии, в единое интегрированное решение. Каждая из систем развивалась по-своему и распространялась на разных сегментах рынка.

К концу 1999 года SolidWorks превратился в весьма продвинутый инструмент геометрического моделирования с отличными возможностями работы со сборками. Меньше чем через пять лет с момента первого выпуска программа стала сравнимой по возможностям с куда более дорогими продуктами, существовавшими на рынке значительно более долгое время.

В середине 2000 Dassault Systemes купила компанию Spatial Technology вместе с ее геометрическим ядром ACIS. Многие тогда ожидали, что SolidWorks перейдет с ядра Parasolid на ACIS, так как Parasolid принадлежал конкурентам SolidWorks и CATIA.

В конце 1999 SolidWorks представила публике новый тип чертежей, создаваемых на компьютере, названных компанией «eDrawings».

Выход SolidWorks 2001 продемонстрировал новый уровень зрелости этого быстро развивающегося продукта. Эта версия обозначила новый подход к пользовательскому интерфейсу, который маркетологи SolidWorks назвали «Heads Up User Interaction» (дословно – работа с поднятой головой, т.е. не глядя на клавиатуру и диалоговые окна). Engineering Automation Report писал:

SolidWorks заявила, что 50% ее новых клиентов – бывшие пользователи Pro/ENGINEER. К этому времени компания продала 160 тыс. лицензий, из них 88 тыс. коммерческих, остальные – образовательные. К концу 2001 года доходы SolidWorks составляли 20% оборота Dassault Systemes в сравнении с 2% на момент покупки.

9 ноября 2001 года компания анонсировала, что Джон Хирштик решил уйти со своего поста, пост генерального директора занял бывший исполнительный директор Джон Макэлени (John McEleney). Макэлени был к этому времени пятилетним ветераном компании, успешно занимавшимся построением канала продаж в Тихоокеанском регионе.

Хирштик занял новую должность руководителя группы в головной компании Dassault Systemes. Он также продолжал занимать пост в совете директоров SolidWorks. Engineering Automation Report оценил эти изменения как благоприятные:

Декабрь 2001 был также отмечен выпуском SolidWorks 2001 Plus, десятого основного релиза компании. Наиболее значимой новинкой стало использование Assembly Engineering Manager, разработанного D-Cubed. Две компании совместными усилиями создали инструмент для моделирования движения твердых тел. SolidWorks 2001 включал в себя также возможности со сборками, в которых условия сопряжения деталей критичны для работоспособности конструкции. Усовершенствования коснулись и чертежной функциональности.



Разнесенный вид в редакторе чертежей SolidWorks

Одной из маркетинговых забот SolidWorks была необходимость наличия двумерной чертежной программы, по сути AutoCAD, чтобы обеспечить пользователям переход к трехмерному конструированию. До выхода SolidWorks 2001 Plus компания не прилагала особых усилий в этом направлении. SolidWorks 2001 Plus включал в себя несколько инструментов для превращения двумерных чертежей в трехмерные модели.

SolidWorks ввязывается в битву PDM

Значительная часть клиентов SolidWorks имеет лишь по несколько лицензий. Чтобы удовлетворить потребности таких клиентов SolidWorks купила небольшую частную компанию Design Source Technology, которая продавала урезанную PDM-систему под названием PDMWorks. Пакет был недорогим и решал задачи для 2-5 рабочих мест. Он не использовал реляционных баз данных, таких как Oracle или Microsoft SQL, управляя данными моделей и чертежей базовыми средствами Windows.

SolidWorks в середине десятилетия

К середине 2005-го SolidWorks поставила уже 190 тыс. коммерческих лицензий и достигла уровня доходов в \$225 млн. в год. Это составляло более 21% доходов головной корпорации и, пожалуй, даже большую долю ее прибыли. Очевидно, что покупка, совершенная DS в 1997, была мудрым шагом со стороны французской компании. Dassault продолжала политику невмешательства в управление SolidWorks. Не существовало совместных маркетинговых программ для SolidWorks и CATIA, более того существовали лишь ограниченные средства для обмена данными между двумя системами.

Благодаря агрессивной образовательной политике, по которой ПО предоставлялось школам со значительной скидкой, общее количество рабочих мест превзошло 400 тыс. Компания утверждает, что более 700 тыс. студентов ежегодно обучаются использованию SolidWorks.

Портал SolidWorks 3D Content Central сделал реальностью то, о чем мечтали многие пионеры САПР. Большинство продуктов состоят из некоторых деталей, изготовленных производителем, и большей части деталей, купленных у других поставщиков. В процессе проектирования размерные данные таких деталей нужно использовать в модели продукта. Исторически это было трудозатратно.

Используя 3D Content Central, поставщики частей могут создавать модели своих изделий для SolidWorks и помещать их на сайт, управляемый SolidWorks. Затем проектировщики могут загружать нужные им модели с сайта и использовать их в своей работе. В середине 2005 года пользователи SolidWorks загружали около 100 тыс. моделей в месяц.

В 2007 году Джона Макэлени на посту генерального директора сменил Джефф Рэй (Jeff Ray), которого затем, в начале 2011 года заменил Бертран Сико (Bertrand Sicot). В октябре 2011 года компанию окончательно покинул ее основатель Джон Хирштик.

Назначение, решаемые задачи; состав программного продукта, интерфейс пользователя, требования к техническому обеспечению

Программный комплекс SolidWorks предназначен для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства изделий любой степени сложности и назначения. Специализированные модули программного комплекса решают задачи на этапе производства и эксплуатации.

Решаемые задачи на этапе конструкторской подготовки производства (КПП):

• 3D проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учетом специфики изготов-

ления (базовые конфигурации SolidWorks).

• Создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ (базовые конфигурации SolidWorks, DraftSight, SWR-Спецификация).

- Дизайн (базовые конфигурации SolidWorks).
- Реверсивный инжиниринг (SolidWorks Premium).

• Проектирование коммуникаций (электрожгуты и объемный монтаж - SolidWorks Premium, SWR-Электрика; трубопроводы - SolidWorks Premium, SolidWorks Routing, Smap 3D).

• Инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, линейное и нелинейное приближение - SolidWorks Simulation; динамика механизмов - SolidWorks Motion; газо/гидродинамика - SolidWorks Flow Simulation; оптика и светотехника - OptisWorks).

- Aнализ размерных цепей (SolidWorks Premium, CETOL 6σ).
- Подготовка данных для ИЭТР (базовые конфигурации SolidWorks, 3DVIA).

• Управление данными и процессами на этапе КПП (SWE-PDM).

Решаемые задачи на этапе технологической подготовки производства (ТПП):

• Анализ технологичности конструкции изделия (базовые конфигурации SolidWorks, DFMXpress/DFMProfessional).

• Анализ технологичности процессов изготовления (литье пластмасс - SimpoeWorks, анализ процессов штамповки - BlankWorks/FastForm).

• Разработка технологических процессов по ЕСТД, включая материальное и трудовое нормирование (SWR-Texнология).

• Проектирование оснастки и прочих средств технологического оснащения (базовые конфигурации SolidWorks, MoldWorks, ElectrodeWorks, Logopress и др.).

• Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ (фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка - CAMWorks; лазерная, плазменная и гидроабразивная резка, вырубные штампы спсКаd; координатно-измерительные машины - CMMWorks).

• Управление данными и процессами на этапе ТПП (SWE-PDM).

Cocmas SolidWorks

• **Гибридное параметрическое моделирование:** Твердотельное моделирование, моделирование поверхностей, каркасное моделирование и их комбинация без ограничения степени сложности. Использование вспомогательной геометрии. Работа с импортированной геометрией, редактирование на основе параметров и истории построения модели, "прямое" редактирование.

• Проектирование изделий с учетом специфики изготовления:

- Детали из пластмасс - функций для автоматизации проектирования деталей из пластмасс, учет усадки, построение уклонов.

- Листовой материал - моделирование "от детали к развертке" и "от развертки к детали", автоматическое построение развертки.

- Пресс-формы и штампы - построение и анализ уклонов, учет изотропной и анизотропной усадки, припусков, построение линии и поверхности разъема; генерация матрицы и пуансона, знаков, ползунов; построение плит, колонок, толкателей; возможность создания библиотеки типовых элементов пресс-форм и штампов и т.д.

- Металлоконструкции - проектирование рамных и ферменных конструкций, библиотека профилей по ГОСТ, ISO, ANSI.

• Проектирование сборок: Проектирование "снизу вверх" и "сверху вниз". Проектирование от концепции: использование компоновочных эскизов, работа с деталями-представителями, и т.д.

Контекстное редактирование компонентов сборки, сборочные операции, работа с массивами компонентов. Автом атическое добавление сопряжений. Прямое управление производительностью для работы с большими сборками, технология SpeedPak.

• Библиотека проектирования: Единая библиотека физических свойств материалов, текстур и штриховок. Типовые конструктивные элементы, стандартные детали и узлы, элементы листовых деталей, профили прокатного сортамента, и т.п. Библиотека стандартных отверстий.

• Экспресс-анализ: динамики механизмов, прочности деталей - SimulationXpress, аэро/гидродинамики - FloXpress, технологичности изготовления детали - DFMXpress, литья пластмасс - e-SimpoeWorks. Расчет массово-инерционных и геометрических характеристик модели, моделирование работы кулачков.

• Экспертные системы: SketchXpert - анализ конфликтов в эскизах, поиск оптимального решения. FeatureXpert, FilletXpert, DraftXpert - автоматическое управление элементами скруглений и уклонов, оптимизация порядка построения модели. Instant3D - динамическое прямое редактирование 3D моделей деталей и сборок, стандартных компонентов.DimXpert - автоматизированная простановка размеров и допусков в 3D модели, а так же размеров в чертежах, возможность работы с импортированной геометрией. AssemblyXpert - анализ производительности больших сборок, подготовка вариантов решений по улучшению быстродействия. MateXpert - анализ сопряжений сборок, поиск оптимального решения. DriveWorksXpress - инструмент автоматического проектирования по прототипу, автоматическая генерация комплекта конструкторской документации по проекту.

• Оформление чертежей по ЕСКД: Создание чертежных видов по 3D модели: разрезы, сечения, местные

виды и т.д., простановка размеров вручную, а так же с использованием экспертной системы DimXpert. Использование библиотек оформления КД: специальные символы, базы, допуски и посадки, шероховатости, клеймение и маркировка, технические требования, элементы гидравлических и электрических схем и т.д.

• **Трансляция данных:** Нейтральные трансляторы STEP AP203/AP214, Parasolid, ACIS, IGES, VDAFS, STL, VRML. Прямые трансляторы Pro/ENGINEER, CADKEY, Unigraphics, Solid Edge, Inventor, Mechanical Desktop, AutoCAD, CATIA Graphics. Обмен данными с радиотехническими САПР (P-CAD, Altium Designer, Mentor Graphics, CADENCE и др.).

• Анимация: Создание мультипликации (анимаций) на основе 3D моделей.

• **API SDK** Поддержка программирования на языках Visual Basic, Visual C++ и др., запись и редактирование макросов (VBA).

• SolidWorks Rx: Утилита автоматической диагностики компьютера на соответствие требованиям SolidWorks.

• SolidWorks Explorer: Проводник файлов SolidWorks.

• **3D Content Central:** Доступ к единой библиотеке стандартных компонентов поставщиковпроизводителей в формате SolidWorks.

• SolidWorks eDrawings: Просмотр и вывод на печать документов SolidWorks, Pro/Engineer, DWG, DXF.

• **DraftSight:** Работа с чертежами в формате DWG без ограничения номера версии. Ассоциативные связи с моделью SolidWorks.

• SolidWorks Toolbox: Библиотеки стандартных изделий (крепеж, подшипники, прокатный сортамент, кулачки, шкивы, шестерни и т.п.) по стандартам ГОСТ, ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC, PEM®, SKF®, Torrington®, Truarc®, Unistrut®.

• FeatureWorks: распознавание и параметризация импортированной геометрии

• SolidWorks Utilities: сравнение документов SolidWorks (детали, сборки, чертежи).

• SolidWorks Task Scheduler - планировщик задач: Настройка задач для выполнения по расписанию. Планируемые задачи: групповая печать, импорт/экспорт, проверка проекта на соответствие стандартам предприятия и т.д.

• **PhotoView 360:** Создание фотореалистичных растровых изображений по 3D моделям.

• **3D Instant Website** Создание WEB страниц на основе интерактивных 3D моделей. Подготовка данных для ИЭТР.

• **SolidWorks Design Checker:** Проверка документов на соответствие стандартам предприятия. Автоматическая корректировка документов в соответсвии с заданным шаблоном.

• SolidWorks eDrawings Professional: Просмотр и вывод на печать документов (моделей, чертежей), созданных в SolidWorks и Pro/Engineer, а так же в форматах DWG, DXF. Просмотр и согласование документов (красный карандаш).

• SolidWorks Routingпроектирование трубопроводов с использованием библиотек стандартных элементов. Создание сборных, гнутых, а так же комбинированных трубопроводов. Создание элементов гибкой проводки (шланги, подводка и т.д.). Библиотека стандартных деталей трубопроводов (ГОСТ, ANSI, ISO, DIN...). Автоматический подбор типоразмеров стандартных компонентов.

• SolidWorks Simulation: Расчет на прочность конструкций (деталей и сборок) в упругой зоне. Расчет сборок с граничными условиями SolidWorks SimulationXpress. Использование нагрузок из SolidWorks Motion.

• SolidWorks Motion: Комплексный кинематический и динамический анализ механизмов.

• ScanTo3D: Модуль обратного инжиниринга. Преобразование облака точек в поверхности и твердотельные модели.

• **TolAnalyst:** Анализ размерных цепей в трехмерной модели сборки. Использование размеров и допусков DimXpert для проведения анализа. Определение допуска замыкающего размера. Определение степени влияния размеров на замыкающий размер.

• **CircuitWorks:** Импорт данных из радиотехнических САПР (ECAD). Построение 3D модели печатной платы по импортированным данным. Передача измененных данных в радиотехнические САПР. Сравнение версий печатной платы.

SolidWorks Simulation

Основные функциональные особенности модуля Simulation для различных конфигураций показаны в таблице.

	SolidWorks Simula- tion(COSMOS Designer)	SolidWorks Simulation Professional (COS- MOSWorks Profession- al)	SolidWorks Simulation Premium (COSMOS- Works Advanced Profes- sional)
Расчет сборок			
Расчет сварных конструкций	\checkmark	\checkmark	
Прогнозирование усталостного разрушения		\checkmark	\checkmark

	SolidWorks Simula- tion(COSMOS Designer)	SolidWorks Simulation Professional (COS- MOSWorks Profession- al)	SolidWorks Simulation Premium (COSMOS- Works Advanced Profes- sional)
Параметрическая оптимизация			
Расчет резонансных частот		\checkmark	
Расчет нагрузок потери устойчи- вости		\checkmark	\checkmark
Тепловой расчет без учета движе- ния среды		\checkmark	\checkmark
Имитации падения			
Расчет сосудов давления			
Линейная динамика: модальный анализ, анализ случайных колеба- ний, гармонический анализ			\checkmark
Физическая и геометрическая не- линейность			\checkmark
Нелинейная динамика			

SolidWorks Motion (COSMOSMotion) - интегрированный кинематический и динамический анализ

SolidWorks Motion предназначен для расчета движения механизмов. Модуль использует информацию, содержащуюся в сборках SolidWorks с возможностью уточнения расчетной модели посредством его процедур. SolidWorks Motion является третьим, наиболее функциональным инструментом SolidWorks, для имитации движения. Первые два уровня: Движение сборки и Физическое моделирование, присутствующие в базовой конфигурации SolidWorks Standard, могут быть использованы для создания кинематической модели сборки, имитации движения без получения численных характеристик. После этого информация без каких-либо дополнительных действий воспринимается на уровне SolidWorks Motion.





• SolidWorks Flow Simulation является модулем гидрогазодинамического анализа в среде SolidWorks.

Возможности моделирования

- Стационарные и нестационарные течения.
- Сжимаемые и несжимаемые (жидкости или газы) течения, включая до-, транс- и сверхзвуковые режимы
- Идеальные и реальные газы
- Неньютоновские жидкости
- Одно и многокомпонентные течения без химического взаимодействия и разделения фаз

• Совместный расчет течения жидкости или газа и теплопередачи внутри твердого тела без наличия границы раздела газ-жидкость.

- Ламинарные и турбулентные течения, учет ламинарного/турбулентного перехода
- "Замораживание" течения для разделения "быстрых" и "медленных" процессов
- Течения в пористых средах с учетом теплопроводности стенки
- Учет шероховатости стенки
- Внешнее и/или внутреннее течение
- Конвективный теплообмен, свободная, вынужденная или смешанная конвекция

• Радиационный теплообмен с управлением прозрачностью стенок и разделением свойств стенок для теплообмена излучением и солнечной радиации

- Расчет траекторий твердых частиц и капель в потоке
- Возможность расчета двумерной (2D) задачи
- Тепловые элементы Пельтье

Результаты

• Результаты выводятся в окне SolidWorks

• Вывод функции на любой плоскости или поверхности в виде цветовых эпюр, векторов и изолиний, отображение результатов с помощью изоповерхностей

- Интегральные характеристики на произвольной грани или совокупности граней
- Создание трехмерных траекторий
- Вывод характеристик расчета в MS Excel
- Распределение любой характеристики вдоль любой кривой и передача в MS Excel
- Анимация результатов
- Расчет характеристик в точках, определяемых пользователем
- Вывод основных расчетных и интегральных величин в MS Excel
- Автоматическое создание отчета
- Передача давления на стенках, коэффициентов теплоотдачи и температур в SolidWorks Simulation.

SolidWorks Routing – модуль проектирования трубопроводов

Часто при проектировании приборов и оборудования возникает задача создания трубопроводов и коммуникаций, которые бы объединили компоненты сборок и сделали трехмерную модель завершенной. Включение трубопроводной обвязки в трехмерную модель изделия позволяет решить многие проблемы уже на этапе проектирования и избежать ситуации, когда на этапе монтажа оказывается, что трубы неправильно изогнуты и мешают работе других систем или в существующей конструкции недостаточно свободного места для прокладки всех необходимых коммуникаций.

Задача создания трехмерных моделей трубопроводов возникает при проектировании приборов и оборудования различных отраслей машиностроения, при создании гидравлических и пневматических систем, в нефтегазовой промышленности при создании трубопроводной обвязки, а также при проектировании различных инженерных коммуникаций, подводок и шлангов.



Рис. 1 Модель трубопроводной обвязки

Все эти задачи решаются посредством модуля *SolidWorks Routing*, который входит в конфигурацию SolidWorks Premium и специально предназначен для облегчения работы по проектированию сборных и гнутых трубопроводов, гибких подводок и инженерных коммуникаций.

Используя в своей работе *SolidWorks Routing*, возможно оптимально компактно расположить линии обвязки в сборке изделия, исключить возможность взаимного пересечения труб и конструкции, быстро получить данные о длинах труб, тем самым сократив время проектирования и на его ранних этапах получить точные данные о потребностях в материалах и комплектующих.

В *SolidWorks Routing* автоматизированы многие рутинные процессы по прокладке траектории осевой линии трубопровода, добавлению арматуры и изоляции, получению документации на трубопровод и информации для трубогибочного оборудования.

SolidWorks Toolbox – библиотеки стандартных изделий

Библиотеки стандартных изделий Toolbox используются при работе в контексте сборки SolidWorks. Обеспечивается автоматическое сопряжение стандартных изделий при вставке в сборку, возможность групповых операций. Toolbox позволяет проводить проектировочные расчеты балок и подшипников. Библиотеки Toolbox редактируются и настраиваются под конкретные задачи любого предприятия.

Проектировочные расчеты SolidWorks Toolbox

Балки: расчет напряжений и деформаций балки любого профиля для разных закреплений и нагрузок.

- Подшипники определение допустимой нагрузки и срока службы подшипника.
- Библиотека конструктивных элементов SolidWorks Toolbox

• **Кулачки** - создание круговых или линейных кулачков с полностью определенными траекториями движения и типами толкателей. 14 типов движения на выбор. Возможность создания направляющей толкателя как глухого или сквозного выреза.

• Канавки - создание стандартных канавок для стопорных колец на цилиндрических элементах деталей.

• Профили - автоматическое создание эскиза поперечного сечения балки в контексте детали для создания твердотельной модели балки.

<u>SWR-Электрика: проектирование электрических жгутов в среде SolidWorks</u>

Назначение: SWR-Электрика объединяет электрическую и механическую части проекта в единой среде проектирования, обеспечивая моделирование проводных соединений между контактами с использованием пополняемой библиотеки соединителей, проводов, многожильных кабелей, изоляционных трубок, экранирующих плетенок и т.д. Программа выдает подробную информацию о выполненных соединениях и использованных материалах, представляя ее в виде таблиц, отчетов, и чертежей.



CircuitWorks

CircuitWorks - конвертирование данных из Mentor Graphics, CADENCE, Altium Designer, PCAD и т.п. в трехмерные модели SolidWorks формате IDF между системами проектирования печатных плат (ECAD) и SolidWorks. контур платы

- монтажные отверстия
- отверстия с контактными площадками и без них

OptisWorks

OptisWorks - универсальный инструмент для проектирования и моделирования светотехнических и оптических систем.

OptisWorks характеризуется полной интеграцией в SolidWorks, что позволяет использовать ассоциативную модель не только для анализа, но и для проектирования, а также для "материализации" траекторий лучей.

Решаемые задачи

Создание, расчет, оптимизация светотехнических конструкций; имитация особенностей человеческого зрения; расчёт эргономических характеристик объектов с точки зрения светотехники.

Результаты и визуализация

Кривые и поверхности силы света (фотометрические тела), распределение освещенности в реальном и мнимом цвете, распределение пропущенного, поглощенного и отраженного света, распределение яркости по отношению к наблюдателю, геометрические параметры оптимального проекта; энергетические диаграммы, траектории лучей, источники света в разнообразных форматах.

Размерный анализ сборки с применением СЕТОL



Приложение **CETOL 66** является мощным инструментом анализа размерных цепей, интерфейс которого полностью интегрирован в SolidWorks. В его основе лежит вероятностный метод решения задачи нахождения номинального значения и величины допуска замыкающего звена (как линейного, так и углового) размерной цепи при известных номинальных значениях и допусках составляющих звеньев и построение распределения данного значения в заданных пределах.

При этом **CETOL 66** позволяет задать все необходимые базы и допуски размеров и формы и расположения поверхностей, как правило, отсутствующие в трёхмерной модели SolidWorks.

При построении расчётной схемы между элементами, участвующими в расчёте размерной цепи, назначаются связи, опре-

деляющие степени свободы этих элементов и соотношения между ними.

В результате расчета в **CETOL 6σ** формируется отчет, в котором представлены: график распределения вероятности, с которой замыкающее звено попадёт в заданный интервал, характеристики данного распределения (стандартное отклонение, вероятность), гистограммы оценки качества и степени влияния составляющих звеньев размерной цепи на замыкающее звено, исходные данные по участвующим в расчёте размерам модели.

Smap3D Plant Design объединяет процессы создания схем Р & ID, проектирования трубопровода и создания изометрических схем.



Smap3D Plant Design единственный в мире, полностью интегрированный в SolidWorks программный пакет для комплексного проектирования систем и трубопроводов различных установок.

Все в одном - единое программное решение для реализации вашего процесса!

Единое программное обеспечение для всех процессов.

Smap3D Plant Design предлагает единое программное обеспечение для решения задач в трех различных областях: проектирование схем 2D (Р & ID), моделирование 3D трубопроводов и построение изометрических схем. С помощью этого программного обеспечения, полный цикл проектирования систем, реализуемых в виде пространственной системы трубопроводов, может быть осуществлен в среде SolidWorks с обеспечением высокой степени автоматизации этого процесса. Для каждого пользователя возможно обеспечение специфических настроек, позволяющих реализовать уникальность применяемых корпоративных решений и эта

SWR-Технология. Система подготовки технологической документации

САПР ТП **SWR-Texhoлогия** представляет собой специализированный модуль, предназначенный для информационной поддержки и автоматизации проектирования технологических процессов, включая формирование технической документации (от конструкторской спецификации до комплекта производственных документов). Программный комплекс имеет логичный и удобный интерфейс, обеспечивающий быстрое его освоение.

Назначение.

- Автоматизированное проектирование ТП.
- Расчет материальных и трудовых затрат.
- Формирование комплекта технологической документации.
- Управление и планирование процесса разработки ТП.
- Организация взаимодействия с системой SWE-PDM.

Отличительные особенности.

• Проектирование ТП ведется в системе «активного документа», то есть пользователь работает непосредственно с бланком документа, что максимально приближено к реальной работе технолога. В результате снижается время на освоение системы.

. Tri Tar.
r - r
r
, ,
12 12
10 A

• Для работы системы не требуется наличие дополнительных лицензий от сторонних разработчиков ПО, таких как Microsoft, Borland.

• При работе система опирается на заполненную базу знаний и широкий набор бланков документов, которые могут быть откорректированы или дополнены **непрограммирующими** пользователями.

Преимущества. Существенным преимуществом модуля SWR-Технология является ее открытость. Это означает, что систему можно не только настраивать на решение задач конкретного предприятия, но и модернизировать, как на уровне интерфейса, так и на уровне функционального назначения. В результате каждое предприятие, использующее нестандартные формы документации, может без привлечения сторонних программистов создать требуемый комплект документов. При проектировании техпроцессов используются базы типовых ТП и типовых технологических переходов, пополняемые по ходу проектирования, а также редактируется менеджером БД. Функциональные возможности модуля SWR-Технология и сквозная интеграция с программным комплексом

SWE-PDM обеспечивают решение следующих задач:

• управление хранением данных и документов: авторизация доступа, поиск информации, целостность данных, архивирование, резервное копирование, восстановление данных;

- управление процессами: управление работой, протоколирование работы;
- управление структурой изделия: технологический состав изделия, исполнения.

Новым шагом интеграции SolidWorks и SWR-Технология стала разработка компанией SolidWorks Russia функции назначения материала детали на основе единой базы данных САПР ТП. Это означает, что конструктор назначает материал детали, основываясь на данных о реально существующих на предприятии материалах/заготовках/сортаментах и их типоразмеров, вследствие чего у технолога не возникает потребности в повторном введении этих данных. (ссылка на рисунок 1) и (ссылка на рисунок 2).

SWR-Спецификация - программа автоматической генерации и оформления конструкторских спецификаций

Программа предназначена для создания конструкторских спецификаций по моделям сборок SolidWorks, из SWE-PDM или из XML-файла, содержащего необходимые данные.

SWR-Спецификация является независимым приложением, работающим совместно с SWE-PDM и SolidWorks в среде операционных систем Windows. Приложение считывает исходную информацию из активной сборки SolidWorks или из указанного объекта в SWE-PDM и автоматически формирует документ спецификации.

Программный продукт обладает всеми возможностями, необходимыми для создания конструкторской спецификации по нескольким бланкам, не только в режиме взаимодействия с SolidWorks/SWE-PDM, но и в режиме независимого редактирования.

SWR-Спецификация предоставляет интуитивно понятный интерфейс, который обеспечивает быстрый и эффективный доступ ко всем возможностям. Информация отображается в виде дерева в левой части приложения. В правой части отображаются либо окно редактирования, либо окно просмотра.

Максимальная простота и наглядность программы, удобство обмена данными с моделью позволят конструктору быстро и легко составить, отредактировать и распечатать спецификацию проекта в соответствии с ЕСКД, а также сохранить ее отдельно либо в файле чертежа сборки.

Расширенные возможности настроек отображения документа позволяют добиться максимально приближенного к желаемому оформления документа.

Основные возможности:

- Чтение состава модели сборки SolidWorks, анализ конфигураций и поддержка вариантных исполнений;
- Редактирование и запись свойств документов SolidWorks;
- Чтение данных о составе изделия из SWE-PDM;
- Импорт данных из XML-файла;
- Обновление позиций на чертеже SolidWorks в соответствии с данным в документе-спецификации;
- Поддержка различных бланков;
- Генерация спецификаций по структуре изделий в SWE-PDM;

• Поддерживает механизм внедрения таблицы спецификации в другие документы, как это делает Excel, а также редактирование по месту;

• Позволяет изменять номера позиций и вносить дополнительные строки в ручном режиме

SolidWorks - это полнофункциональное приложение для автоматизированного механикомашиностроительного конструирования, базирующееся на *параметрической объектно-ориентированной методологии*. Это позволяет легко получать твердотельную модель из двумерного эскиза, применяя очень простые и эффективные инструменты моделирования. С помощью SolidWorks можно создавать также поверхностные параметрические модели.

Программа имеет удобный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс с широкими возможностями по настройке имеющихся и пользовательских панелей инструментов, полное описание которого выходит за рамки данного пособия и может быть найдено в [1].

Программа SolidWorks имеет три режима работы.

1. Режим Part (Деталь)

Режим Part (Деталь) представляет собой параметрическую объектно-ориентированную среду, позволяющую строить твердотельные геометрические модели деталей. По умолчанию конструктор получает в свое распоряжение три взаимно перпендикулярные основные плоскости: Спереди, Сверху и Справа. Сначала необходимо выделить плоскость, в которой будет выполнен эскиз базового элемента.

После этого в распоряжение разработчика предоставляется эскизная среда, располагающая всеми необходимыми инструментами для построения чертежей. Построив эскиз, нужно нанести размеры и установить требуемые геометрические взаимосвязи между его элементами, находясь все в той же среде построений. Добавление взаимосвязей и уравнений помогает конструктору предельно четко выразить свой замысел. Кроме того, в режиме Part (Деталь) можно строить сложные поверхности, используя средства моделирования поверхностей. Также в режиме Part (Деталь) создаются такие элементы чертежа, как обозначения сварных швов, геометрических допусков, базовых поверхностей, чистоты обработки поверхности.

2. Режим Assembly (Сборка)

В режиме Assembly (Сборка) с помощью соответствующих инструментов выполняется объединение разработанных ранее компонентов (деталей и сборок более низкого уровня) в сборку. Сборка компонентов может осуществляться двумя методами:

1) сборка «снизу вверх»;

2) сборка «сверху вниз».

При подходе «снизу вверх» сборка формируется путем интеграции ранее созданных компонентов с сохранением всех конструкторских решений. Подход «сверху вниз» подразумевает создание компонентов в режиме сборки: можно начать с каких-то готовых изделий и далее в контексте сборки создавать другие компоненты. При этом можно задавать зависимость размеров одних компонентов от размеров других.

3. Режим Drawing (Чертеж)

Режим Drawing (Чертеж) предназначен для формирования технической документации на созданные ранее детали и сборки в виде чертежных видов и их деталировок. В SohdWorks составление документации осуществляется двумя способами.

Во-первых, возможно получение чертежей автоматически на основе созданных моделей деталей или сборок. На чертежах отображаются все размеры и обозначения, добавленные к компоненту в режиме Part (Деталь).

При этом сохраняется свойство двусторонней ассоциативности. Чертеж сборки может быть также дополнен спецификацией и текстовыми примечаниями.

Во-вторых, построить чертежи изделия и нанести размеры можно «вручную» с использованием традиционных инструментов компьютерной инженерной графики (2D).

Двунаправленная ассоциативность

Между различными режимами работы SolidWorks - Part (Деталь). Assembly (Сборка) и Drawing (Чертеж) - поддерживается единая двусторонняя взаимосвязь. Таким образом, все изменения, внесенные конструктором в модель в одном из режимов, немедленно будут отражены и в других режимах. Например, если изменить размеры детали в режиме Part (Деталь), размеры изменятся и в режиме Assembly (Сборка), и в режиме Drawing (Чертеж). Аналогично, можно изменить размеры детали на чертеже, автоматически сгенерированном в режиме Drawing (Чертеж), при этом в режимах Part (Деталь) и Assembly (Сборка) эти изменения также появятся.





На рисунке 1 показаны основные элементы.





1

Дерево конструирования FeatureManager. Расположено в левой части окна SolidWorks, отображает контурный вид активной детали, сборки или чертежа.

🖵 Графическая областы

Строка состояния

Можно легко увидеть построение модели или сборки или просмотреть разные листы и виды чертежа. Дерево конструирования FeatureManager и графическая область динамически связаны. Можно выбирать элементы, эскизы, чертежные виды и вспомогательную геометрию в любой части окна.







Ориентация вида				
Изменяет отображение в из стандартных ориен	иидав соответствии с одной таций вида.			
5 UP 07 DP 09 1				
👹 Спереди	💷 По верху			
🕼 Cnpasa	е∰ Слева е∰ Назад			
🗐 По низу	6 Перпендикулярно			
 Изометрический 	(выбранной плоскости или плоской грани)			
	di			



 Виды, чаще всего используемые 		
для описания детали: • Вид сверху	,	
 Вид спереди Вид справа Изометрический или 		
триметрический вид		









Лекция 3.

Тема3. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Двухмерное параметрическое черчение. Порядок создания эскизов. Основные методы, команды, взаимосвязи.

Эскиз. Совокупность линий и других двухмерных объектов на плоскости или грани, образующей основу для элемента, например, основание или бобышка. Трехмерный эскиз является объемным и его можно использовать, например, в качестве направляющей для элемента по траектории или элемента по сечениям

Элементы SolidWorks основываются на построении двумерных эскизов. Эскиз состоит из некоторого числа простейших геометрических объектов: отрезков, сплайнов, дуг и т.п., соединенных между собой. Построение эскизов основано на применении различного рода инструментов рисования, создания взаимосвязей и задания размеров.

Большинство элементов SolidWorks основываются на двухмерных эскизах.

Определение плоскости для построения эскиза

При создании новой детати или сборки трем основным плоскостям проекции в начертательной геомет-

рии: горизонтальной, вертикальной и профильной в SolidWorks определяются три соответствующих плоскости: Спереди, Сверху, Справа. Основные плоскости Solid Works представлены ниже.



Плоский эскиз можно создавать:

- на любой плоскости по умолчанию (Спереди. Сверху или Справа):

- на любой плоскости, созданной инструментами Справочной;

- плоской грани твердотельного объекта.

В SolidWorks существует возможность создавать *трехмерные эскизы*. Графические объекты (трехмерные линии, сплайны, точки) в таких эскизах располагаются в трехмерном пространстве и не связаны с определенными плоскостями эскизов.

Работа в режиме редактирования эскиза.

Для построения двухмерного эскиза следует выполнить команду верхнего меню Вставка\ Эскиз

Рисование осуществляется с помощью команд эскиза, представленных на рисунке 1.

Каждая команда позволяет создавать отдельный примитив рисунка или изменять примитив.



Объекты эскиза

Инструменты эскиза

Рисунок 1. Команды эскиза.

Все команды эскиза делятся на объекты эскиза и инструменты эскиза.

Объекты эскиза это команды для создания примитивов.

Инструменты эскиза это команды для изменения примитивов

Для перехода в режим редактирования уже существующего эскиза следует выделить в Дереве конструирования необходимый объект, запустить всплываюшее меню (нажатием правой кнопки мыши), вызвать команду Редактировать эскиз (рис. 2, а).



Рис. 2. Переход в режим редактирования эскиза

Основным признаком режима редактирования эскиза является характерный знак в окне Угол для выбора графической области построения (см. рис. 2, б).

Для выхода из режима редактирования эскиза следует выполнить одну из команд (рис. 3): Выход из эскиза. Перестроить либо Отмена (без сохранения изменений) в окне Угол для выбора.



Рис. 3. Команды выхода из режима редактирования эскиза Элементы формирования

При построении плоских объектов эскиза (линий, дуг. многоугольников и т.п.) используются так называемые Элементы формирования: линии формирования, указатели, привязки эскиза и взаимосвязи. Элементы формирования динамически показывают, как элементы эскиза влияют друг на друга.

Линии формирования - это пунктирные линии, которые появляются по мере создания эскиза. Когда указатель приближается к подсвечиваемым меткам (вершинам, средним точкам и т.п.). линии формирования ис-

пользуются в качестве ориентира в зависимости от существующих объектов эскиза (рис. 4).

При построении объектов **Вид** указателя меняется в зависимости от выбранного инструмента рисования (дуга, окружность, линия). **а** также в случае, если указатель находится на геометрической взаимосвязи (пересечения, точки) либо на размере. Если при построении указатель отображает взаимосвязь, она автоматически добавляется к объекту.





Привязки эскиза существуют по умолчанию. Во время рисования отображаются значки привязок эскизов. Кроме Привязок эскиза можно отобразить значки, которые представляют Взаимосвязи между объектами эскиза. Во время рисования объектов отображают значки, представляющие Привязки эскиза, как только объект эскиза построен, отобразятся Взаимосвязи.

Объекты построения плоского эскиза

Объекты построения эскиза расположены на панели инструментов Эскиз либо могут быть активированы через верхнее меню по команде Инструменты » Объекты эскиза. Все свойства объектов делятся на три группы: тип (линия, дута, окружность, эллипс), взаимосвязи (горизонтальность, вертикальность) и геометрические параметры (координаты, длина, угол, диаметр). Свойства отображаются в Менеджере свойств при построении объектов.

К основным плоским объектам, используемым при построении эскизов, в SolidWorks относятся:

- линии:

- прямоугольники;

- окружности; -дуги:

- многоугольники;

- сложные кривые и фигуры (эллипсы, параболы, сплайны и др.).

Вспомогательная геометрия (справочная геометрия). Особенность объекта эскиза, которую он использует при создании другой геометрии, но не использует при создании элементов.

Существуют два режима рисования плоских объектов в эскизах:

1. Режим «нажать-перетащить» - прорисовка объекта начинается при нажатии на первую точку и последующем ее перетаскивании, не отпуская кнопки мыши, и заканчивается, когда кнопку отпускают.

2. Режим «нажать-нажать» - прорисовка объекта начинается и заканчивается при нажатии кнопки мыши, прорисовывается объект перемешением между двумя этими нажатиями.

Наиболее универсальным и часто используемым элементом для рисования плоских объектов в *Solid-Works* является **Линия.** При использовании объекта **Линия** в режиме «нажать-нажать» создается цепочка сегментов - ломаная линия. Завершить построение линии возможно через всплывающее меню, активизировав команду **Выбрать,** либо нажав клавишу *Esc* на клавиатуре.

Дополнительно в *SolidWorks* реализована возможность перехода от прямой ломаной линии к касательной дуге без выбора соответствующего инструмента. Для этого необходимо, начиная рисовать новый сегмент ломаной линии от конечной точки предыдущего отрезка, отвести указатель мыши в сторону, затем снова вернуться в конечную точку. При дальнейшем построении формируется динамическая касательная дуга (рис. 5). Автоматический переход от **Линии** к **Касательной дуге** выполняется также при нажатии на клавиатуре латинской *A*.



Рис. 5. Автоматический переход от линии к касательной луге

Для построения дуги в SolidWorks может быть использован один из трех инструментов:

1. Центр дуги - необходимо задать координаты центра и одной из крайних точек, а затем зафиксировать угол дуги (третья точка) (рис. 6. а).

2. Касательная дуга - команда может применяться для конечной точки существующего объекта (рис. 6. б). После ее выполнения между объектами автоматически устанавливается взаимосвязь Касательность.

3. Дуга через три точки - требует указания двух крайних точек дуги, а путем перемещения третьей устанавливается значение радиуса (рис. 6. в).



Рис. 6. Методы построения дуг

Для большого числа практических задач требуется построить плавную кривую линию, проходящую через заданные точки. Для этих целей используются сплайны.

В SotidWorks сплайны являются основным инструментов построения сложной геометрии эскизов и применяются при разработке дизайн-проектов оригинальных корпусов. Также сплайны могут быть использованы как «аппроксимирующая кривая» в инженерных задачах, где траектория изменения геометрии задается по определенно:^* математическом}' закону.

В *SotidWorks* используется «С-сплайн», кривизна которого контролируется разбросом контрольных точек. Управлять формой сплайна можно тремя способами:

- перемещением узла (рис. 7. а);

- изменяя Радиальное направление касательной - угол наклона относительно координатной оси (рис. 7,

б);

- изменяя Величину касательной - радиус кривизны в выбранной точке (рис. 7, в).



Построение окружностей, прямоугольников, многоугольников в эскизах соответствует большинству графических САПР для работы с двухмерной векторной графикой (*AutoCad, KOMPAS*).

Нанесение размеров в двухмерном эскизе

Геометрические объекты, построенные в эскизе, должны быть определены в пространстве. В конечном итоге должны быть заданы координаты точек соответствующих объектов (линий, дут. окружностей). В режиме Эскиза положение объектов описывается математически за счет нанесения управляющих размеров либо за счет наложения ограничений на расположение объектов.

Взаимосвязи.

При черчении (рисовании) удобно использовать взаимосвязи объектов эскиза.

Взаимосвязь - геометрическое ограничение между объектами эскиза или между объектом эскиза и плоскостью, осью, кромкой или вершиной. Взаимосвязи могут быть добавлены автоматически или вручную.

Основные взаимосвязи представлены ниже.

Горизонтально/вертикально к точкам		Выполняется привязка линии вертикально или горизонтально к существующей точке эскиза.
Длина		Выполняется привязка линий к инкрементам, настроенным с помощью масштабной сетки, без отображения этой сетки.
Масштабная сетка	#	Выполняется привязка точки привязки объектов эскиза к вертикальным и горизонтальным сегментам масштабной сетки. Это единственная привязка эскиза, которая не активна по умолчанию.
Угол	4	Выполняется привязка к углам. Чтобы настроить градусы, выберите Инструменты , Параметры, Настройки пользователя, Эскиз , выберите Взаимосвязи/привязки и настройте значение для Привязки по утлу .
Конечные точки и точки эскиза	·	Выполняется привязка к концу следующих объектов эскиза: линии, многоугольники, прямоугольники, параллелограммы, скругления, дуги, параболы, неполные эллипсы, сплайны, точки, фаски и осевые линии. Выполняется привязка к центру дуг.
Центральные точки	$\overline{\mathbf{O}}$	Выполняется привязка к центру следующих объектов эскиза: окружности, дуги, скругления, параболы и неполные эллипсы.
Средние точки		Выполняется привязка к средним точкам линий, многоугольников, прямоугольников, параллелограммов, скруглений, дуг, неполных зллипсов, сплайнов, точек, фасок и осевых линий.
Точки квадранта	\diamond	Выполняется привязка к квадрантам окружностей, дуг, скруглений, парабол, эллипсов и неполных эллипсов.
Пересечения	X	Выполняется привязка к пересечениям встречающихся или пересекающихся объектов.
Ближайшая		Поддерживает все объекты. Отключите параметр Самый близкий, чтобы включить все привязки. Указатель не обязательно должен находиться в непосредственной близости от другого объекта эскиза, чтобы отобразить связь или выполнить привязку к данной точке. При выборе значения Самый близкий привязки включаются, только если указатель находится рядом с точкой привязки.
Касательность	<u>8</u>	Выполняется привязка к касательным окружностей, дуг, скруглений, парабол, эллипсов, неполных эллипсов и сплайнов.
Перпеңдикулярность	*	Выполняется привязка одной линии к другой линии.
Параллельность	1	Создается параллельный линиям объект.
Горизонтальные/вертикальные линии		Выполняется привязка линии вертикально к существующей горизонтальной линии эскиза и горизонтально к существующей вертикальной линии эскиза.

На рис. 9 показаны два варианта определения квадрата в эскизе, центр которого совпадает с Исходной точкой эскиза.

В первом случае (рис. 9, а) было выполнено построение объекта Прямоугольник с последующим заданием необходимых размеров, включая размеры от сторон до Исходной точки (всего четыре размера). Во втором случае (рис. 9, б) кроме прямоугольника была построена его диагональ с помощью вспомогательной Осевой линии. Добавлено две взаимосвязи: Равенство смежных сторон прямоугольника и Средняя точка для диагонали прямоугольника и Исходной точки. Для полного определения квадрата достаточно задать один размер - длину стороны.

Для добавления взаимосвязи следует активизировать команду Добавить взаимосвязь на панели инструментов Эскиз либо сразу выбрать необходимый объект или объекты эскиза (выбор нескольких объектов выполняется, удерживая клавишу *Ctrl* на клавиатуре). Система самостоятельно определяет допустимые взаимосвязи для выбранных объектов и предлагает выбрать одну из них. В окне Менеджер свойств следует нажать соответствующую пиктограмму (Совпадение, Горизонтальный, Зафиксированный и т.п.).

Заданное относительное положение объектов не может быть изменено до тех пор, пока взаимосвязи не будут удалены.



Рис. 9. Способы определения квадрата в эскизе

Для удаления взаимосвязей необходимо выделить объект (линию или точку) и в списке Существующие взаимосвязи менеджера свойств (рис 10) удалить соответствующую взаимосвязь (клавишей *Delete* на клавиатуре).



Рис. 2.10. Отображение существующих взаимосвязей объекта эскиза

Большое количество взаимосвязей значительно затрудняет процесс исправление ошибок, так как для этого необходимо удалять лишние взаимосвязи. Чтобы не загромождать нарисованные объекты значками взаимосвязей, их рекомендуется отключить (верхнее меню Вид » Взаимосвязи эскиза). Удалять взаимосвязи в этом случае возможно через команду Инструменты » Взаимосвязи » Отобразить/удалить.

Статус эскиза

Эскиз может находиться в одном из трех состояний:

1. **Полностью определенный** - все линии и кривые в эскизе, а также их расположение однозначно описываются размерами и (или) взаимосвязями. Цвет объектов эскиза - черный, в Дереве построения такой эскиз отображается без каких-либо значков.

2. **Переопределенный** - размеры или взаимосвязи находятся в противоречии либо дублируют друг друга. В переопределенном эскизе графические объекты, для которых не было найдено решение, имеют красный цвет, объекты, находящиеся в конфликте друг с другом. — желтый. В Дереве построения такой эскиз отображается со значком «—».

3. *Недоопределенный* - не определены некоторые размеры или взаимосвязи, их можно изменять. Цвет объектов эскиза — синий. В Дереве построения такой эскиз отображается со значком «—».

Создавать трехмерные объекты без ошибок возможно как для полностью определенных эскизов, так и

для эскизов, которые не доопределены. В последнем случае это дает больше возможностей по моделированию объектов, размеры и форма которых заранее неизвестны. Однако на стадии завершения проектирования рекомендуется эскизы полностью определить (любые изменения в эскизах с полностью заданными параметрами будут предсказуемыми).

Замкнутый профиль эскиза (замкнутый контур) - эскиз или объект эскиза с невыделенными конечными точками; например, окружность или многоугольник.

Открытый профиль эскиза (открытый контур) - эскиз или объект эскиза с выделенными конечными точками. Например, профиль в форме U является открытым.

Самопересекающийся профиль эскиза - эскиз или объект эскиза, содержащий пересекающиеся линии или кривые.

Советы при создании эскиза

1. Старайтесь использовать только полностью определенные эскизы.

2. Если эскиз симметричный, располагайте его симметрично относительно исходной точки эскиза.

3. При создании эскизов деталей вращения проставляйте размеры в диаметральном выражении.

4. При создании моделей деталей по готовым чертежам в эскизах проставляйте те размеры, которые указаны в чертеже.

5. Не используйте, эскизов, содержащих самопересекающнеся профили, поскольку они затрудняют дальнейшую модификацию модели и понимание замысла другими разработчиками.

Размеры и геометрические взаимосвязи • Укажите размеры и геометрические взаимосвязи между элементами и эскизами.

- Размеры изменяют размер и форму детали.
- Математическими взаимосвязями между размерами можно управлять с помощью уравнений.
- Геометрические взаимосвязи это правила, управляющие поведением геометрии эскиза.
- Геометрические взаимосвязи помогают понять замысел проекта.









Лекция 4.

Тема 4. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Порядок создания объёмной модели детали. Основные методы и команды. Примеры построения. Конфигурации.

Деталью в SolidWorks называется трехмерный объект, состоящий из некоторого количества элементов. Элементы - это отдельные геометрические формы, в сочетании образующие деталь. Основные формообразующие элементы — бобышки и вырезы строятся на базе плоских эскизов. Другие элементы - оболочки, округления, фаски преобразуют уже существующую 3D модель. Деталь может стать компонентом сборки, а также может быть представлена в виде двухмерной на плоском чертеже. Расширение для имени файла детали SolidWorks - *.SLDPRT.

Основные способы создания твердотельных элементов

В общем случае трехмерная твердотельная модель детали в *SolidWorks* состоит из множества «сконструированных» элементов, или элементарных объемов.

К основным типам элементов в SolidWorks относятся:

1. Вытягивание (движение по прямой линии);

2. Вращение (движение по окружности);

3. По траектории (движение вдоль произвольной кривой);

4. По сечениям (движение нескольких произвольных образующих вдоль нескольких произвольных направляющих).

5. Вырез (удаление части твердого тела). Элементы вырезов обратны вышеперечисленным элементам.

В соответствии с этими типами могут быть выполнены бобышки или основания (выступающие части детали) и вырезы (рис. 1).



Рис. 1. Методы создания твердотельной модели в SolidWorks.

Кроме того, для создания элементов твердотельной геометрии могут использоваться массивы элементов - линейные и круговые, а также зеркальные копни элементов.

Дополнительно в *SolidWorks* реализованы операции по преобразованию трехмерной геометрии детали: Деформация. Масштабирование, Гибкие и другие. Эти операции выполняются с одним элементом и заменяют процесс создания сложной геометрии. Другим дополнительным типом операций являются булевы операции. Они выполняются с двумя н более элементами и необходимы для объединения элементов в единый объект методами логического вычитания или сложения твердых тел.

Твердотельные модели в *SolidWorks* можно создавать одним из указанных способов. Конечный результат не будет зависеть от выбранного способа, однако для лучшего понимания и удобства редактирования рекомендуется выполнять модель аналогично технологическому процессу ее изготовления. Если обработку вала предусматривается вести с помощью токарных операций, то и модель следует получать методами вращения контура.

Типы элементов SotidWorks

Вытянутая бобышка/Основание. Основание является первым элементом в каждой детали, создаваемой в SW. Основание бывает только одно. Оно может быть создано командами Вытянуть, По траектории. Повернуть или По сечениям (из одного или нескольких эскизов) или Придать толщину (из поверхности). Бобышка — это элемент, добавляющий в деталь материал. Она создается теми же способами, что и основание. Соответствующие команды меню: Вставка-Основание—Вытянуть и Вставка-Бобышка—Вытянуть.

Повернуть. Создает основание или бобышку путем поворота эскиза относительно осевой линии. Угол поворота задается пользователем (по умолчанию он равен 360°). Команда меню Вставка-Основание-Повернуть.

Вытянутый вырез. Вырез - это элемент, удаляющий материал из детали или сборочной единицы. Он может быть создан командами Вытянуть, По траектории, Повернуть или По сечениям (из одного или нескольких эскизов) или Придать толщину и Поверхностью (из поверхности). Соответствующая команда меню: Вставка-Вырез-Вытянуть.

Повернуть. Создает вырез путем поворота эскиза относительно осевой линии. Команда меню Вставка-Вырез—Повернуть.

Скругление. Создает округленную внутреннюю или внешнюю грань детали. Можно скруглить все кромки грани, выбранные множества граней, выбранные кромки или петли кромки. Скругления можно выполнять с постоянным нлн переменным радиусом. В последнем случае для каждой вершины скругляемой кромки указывается свой радиус. Команда меню: Вставка-Элементы— Скругление.

Фаска. Создает скос на выбранных кромках и (или) гранях. Команда меню: Вставка-Элементы-Фаска.

Ребро. Ребро - это особый тип вытянутого элемента, созданного из незамкнутого нарисованного контура. Команда добавляет материал заданной толщины в заданном направлении между контуром и существующей деталью. Команда меню: Вставка—Элементы—Ребро.

Вспомогательная плоскость. Для создания нового эскиза могут использоваться не только стандартные плоскости Спереди, Сверху, Справа, но и вспомогательные. Для этого применяют инструмент Вспомогате1ьная плоскость или команду меню Вставка-Справочная геометрия—Плоскость. Вспомогательная плоскость может быть создана различными способами: смещенная (параллельно заданной плоскости или грани на указанном расстоянии); под углом (через кромку, ось или геометрию эскиза под заданным углом к грани или плоскости); через три точки; параллельная через точку (через точку параллельно плоскости или грани); через линию и точку'; перпендикулярно кривой через точку; на поверхности.

Справочная ось. Справочная (или вспомогательная) ось используется при создании геометрии детали (например, цилиндрической поверхности)

Масштабирование модели. Можно изменять масштаб детали или поверхности в области ее центроиды или системы координат. Элемент Масштаб изменяет масштаб только геометрии модели для использования при экспортировании данных, полостей и т.п. Она не изменяет масштаб размеров, эскизов или справочной геометрии. Для многотельных деталей можно выбрать масштабирование одного или нескольких тел. Масштаб похож на другие элементы в дереве конструирования FeatureManager: Масштаб управляет геометрией, но не изменяет определения элементов добавленных до него. Чтобы временно восстановить модель в состояние до изменения масштаба, можно выполнить откат или погасить элемент Масштаб

Оболочка. Делает деталь полой, оставляя открытыми выбранные грани и гонкие стенки на остальных гранях. Команда меню Вставка—Элементы — Оболочка.

Уклон. Заостряет выбранные грани модели под заданным углом для упрощения удаления отлитой детали из литейной формы. Уклон можно добавить в существующую деталь или создать при вытягивания элемента.

Отверстие простое. Размещает круглое отверстие на указанную глубину. Команда меню Вставка— Элементы—Отверстие—Простое.

Отверстие под крепеж. Создает отверстие со сложным профилем, такое как цековка или зенковка. Команда меню Вставка—Элементы— Отверстие —Под крепеж.

Купол. Добавляет купол на плоскую грань. Команда меню Вставка—Элементы — Купол.

Элемент-Контур. Создает на модели деформированную поверхность из грани. Деформированная поверхность может быть растянута или сжата. Команда меню Вставка— Элементы—Элемент-Контур.

Переместить/Измерить элементы. Перемещает, вращает и изменяет размеры вытянутого элемента путем перетаскивания маркеров.

Линейный массив. Создает линейный массив из выбранных элементов.

Круговой массив. Создает круговой массив из выбранных элементов.

Садание элемента способом Вытянуть

Команда Вытянуть растягивает нарисованный профиль элемента в одном или нескольких направлениях

либо как тонкостенный, либо как твердотельный элемент. Операция вытягивания либо добавляет материал в деталь, либо удаляет его.

Для команды *Вставка—Бобышка—Вытянуть* задаются:

• *Tun* (граничное условие): на заданное расстояние, через все, до следующего, до поверхности, на расстоянии от поверхности, от средней поверхности, до вершины:

• Глубина - глубина вытяжки;

• *Реверс направления* - позволяет изменить направление вытяжки на противоположное тому направлению, которое предлагается по умолчанию;

• Придать уклон - придает элементу уклон при вытяжке;

• В одном направлении или Оба направления — вытягивает элемент в одном или в обоих направлениях от плоскости эскиза;

• Вытянуть как твердотельный или Тонкостенный элемент: добавляет в модель трехмерный элемент, ограниченный эскизом, тонкостенный же элемент образуется вытягиванием оболочки заданной толщины.

Создание элемента способом Повернуть

Команда *Повернуть* создает основание, бобышку или вырез путем поворота эскиза вокруг осевой линии. Последовательность действий:

• создать осевую линию и замкнутый контур из непересекающихся кривых:

• выполнить команд меню *Вставка—Основание-Повврнуть* (кроме основания, можно повернуть бобышку или вырез) или нажать соответствующие кнопки панели инструментов Элементы;

• выбрать тип направления и указать угол поворота:

• выбрать тип элемента: твердотельный или тонкостенный.

Создание элемента способом Элемент - По траектории

При использовании команды Элемент—По траектории создается бобышка, основание нли вырез путем перемещения профиля (сечения) по траектории согласно следующим правилам:

• профиль должен быть замкнутым;

• направление может быть разомкнутым или замкнутым; состоять из кривых одного эскиза, являться справочной кривой или множеством кромок модели;

• начальная точка направления должна лежать на плоскости профиля;

• ни сечение, ни направление, ни полученный в результате твердотельный элемент не могут быть самопересекающимися.

Для создания простого элемента по траектории:

• рисуют замкнутый непересекающийся профиль на одной плоскости;

• создают направление, вдоль которого будет "вытягиваться" профиль - существующие кромки модели, справочные кривые, элементы эскиза;

• выполняют команду создания элемента по траектории;

• в появившемся диалоговом окне По траектории на вкладке По траектории заполняют графы Сечение элемента по траектории и Направление элемента по траектории:

• в графе Ориентация Контроль скручивания выбирают По направлению (сечение остается ориентированным под одним и тем же углом к направлению), или Параллельно к начинающею сечению (остается параллельным к начальному сечению).

При создании элемента по траектории с использованием направляющих кривых выполняют дополнительные операции:

• создают направляющие кривые (как эскиз, справочные кривые или кромки модели):

• добавляют взаимосвязь *Точка пронзания* в эскиз профиля, где направляющие кривые пересекают профиль;

• в графе Ориентация/Контроль скручивания выбирают пункт По направлению и 1-ой направляющей кривой или По 1-ой и 2-ой направляющей кривой;

• на вкладке Дополнительный диалогового окна По траектории указывают направляющие кривые.

Для создания простого элемента по сечениям:

• определяют плоскости для эскизов профилей, используя существующие грани и вспомогательные плоскости или создав новые вспомогательные плоскости; при этом плоскости не должны быть параллельными;

• рисуют профили;

• выполняют командуй создания элемента по сечениям;

• указывают профили по порядку, нажимая соответствующую точку на каждом профиле; если необходимо, производят коррекцию последовательности контуров или положения характерных точек;

• уточняют параметры: Замкнуть поверхность {для создания замкнутой поверхности вдоль направления элемента по сечениям). Сохранить касание (чтобы сделать поверхности в итоговом элементе по сечениям соприкасающимися). Дополнительное разглаживание (для получения сглаженных поверхностей).

Кроме простого, могут быть созданы и друтие типы элементов по сечениям: с неплоскнмн гранями, с линией разъема (для создания неплоского профиля на грани модели), с направляющими кривыми (для соединения
профилей), с осевой линией (в качестве направляющей кривой).

Создание элементов с помощью массивов

Команда Массив создает линейный или круговой массив из выбранного элемента (элементов).

Команда Зеркало копирует выбранный элемент (элементы), зеркально отражая их относительно выбранной плоскости или грани.

Линейный массив.

Для создания линейного массива:

- создают основание, а в нем элементы (бобышки или вырезы), которые должны повторяться;
- выполняют команду' Вставка—Массив/Зеркало —Линейный массив:
- активизировав графу Копировать элементы, указывают элементы, из которых должен быть образован массив;

• нажимают на кромку модели или размер, чтобы указать направление массива или задающий размер для параметра *Первое направление* (используют *Реверс напра&leния*, чтобы сменить его на противоположное);

• вводят значения Интервала (расстояние между соответствующими точками на копиях) и Числа элементов месива:

<u>Круговой массив.</u>

Для создания кругового массива:

- создают основание, а в нем элементы (бобышки, вырезы или отверстия), которые должны повторяться;
- создают ось (можно использовать временную ось) или используют существующую линейную кромку или ось, вокруг которой будет образован массив;
 - выполняют команду Вставка—Массив/Зеркало —Круговой массив:
 - в графе Копировать элементы указывают на элемент (элементы), из которых создается массив;
 - выбирают ось или угловой размер для определения месива;
 - указывают Интервал в градусах и Число элементов:
 - для направления против часовой стрелки отмечают Реверс;

• выбирают *Геометрический массив*, если необходимо сделать точную геометрическую копню граней и кромок исходного элемента.

Элемент	Требования к эскизам и	
	топологические ограничения	
Вытянутая бобышка / основание Опция: Тонкостенный	Профили должны быть замкнутыми для не тонкостенных элементов. Профили должны быть не пересекающиеся для не тонкостенных элементов.	
Вытянутын вырез	Профили должны оыть замкнутые, не- пересекающиеся	
Повернутая бобышка / основание Опция: Тонкостенный	Профили должны быть замкнутые для не тонкостенных элементов. Профили должны быть не пересекаю- щиеся для не тонкостенных элементов. Профили не могут пересекать осевую линию. Если эскиз содержит несколько осевых линий, выберите осевую линию, которую требуется использовать в каче- стве оси вращения.	
Повернутый вырез	Профили должны быть замкнутые, не- пересекающиеся. Профили не могут пересекать осевую линию. Если эскиз содержит несколько осевых линий, выберите осевую линию, которую требуется использовать в каче- стве оси вращения.	
Вытянутая бобышка / основание по траек- торин Опцин: Тонкостенный, Направляю- щие кривые	Профиль должен быть замкнутым. В качестве направления может высту- пать разомкнутая кривая или замкнутая. Начальная точка направления должна лежать на плоскости профиля. Ни сечение, ни направление, ни полу- ченный в результате твердотельный элемент не могут быть самопересекаю- щимися.	

	Элемент	Требования к эскизам и	
		топологические ограничения	
O B	вытянутая бобышка / основание	Элемент по сечениям создается с помо-	
По сечениям		щью двух или нескольких профилей.	
c	Эпции: Тонкостенный, Направ-	Профили должны быть замкнутые для	
ляющие кривые		не тонкостенных элементов.	
BE	ытянутый вырез по траектории	То же, что и для вытянутой бобышки по	
	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	траектории.	
Въ	атянутый вырез по сечениям	То же, что и для вытянутой бобышки по	
		сечениям.	
CK	ругление	Скруглить можно ребра и грани.	
		В одном элементе можно скруглить раз- ными радиусами. Добавляйте большие скругления перед малыми. Когда несколько скруглений сходятся в вершине, создайте сначала большие скругления.	
Φα0	cka	Создать фаску можно для ребра и грани.	
06	олочка	Инструмент "Оболочка" делает деталь	
		полой, оставляя открытыми выбранные	
		грани и создавая тонкостенные элемен-	
>د		ты на остальных гранях. Если на модели	
		не выорана никакая грань, можно соз-	
		дать осолочку твердотельной детали,	
		тем самым создав замкнутую полую мо-	
		дель.	



Советы при создании моделей деталей

1. Размешайте твердотельную модель так, чтобы ее плоскости симметрии совпадали с основными плоскостями.

2. В процессе создания модели необходимо стараться отразить последовательность технологических операций, требующихся для изготовления детали.

3. Модели деталей, получаемых точением, необходимо формировать элементом «Повернутая бобышка». В качестве образующего эскиза ис

пользуется продольное сечение детали. Эскиз должен содержать все фаски, скругления и т.д., содержащиеся в детали.

4. Если в детали имеется резьбовая поверхность ее необходимо обозначать с помощью команды "Вставка Примечания Условное обозначение резьбы..."

5. При создании элементов «Вытянутая бобышка» и «Вытянутый вырез» при указании направления и расстояния для вытягивания активнее используйте опции «До следующей», «Через все», «До поверхности».

Для создания отверстий для крепления используйте исключительно элемент «Отверстие под крепеж».
 При создании линейного или кругового массива несложных форм предпочтительнее использовать со-

ответствующий инструмент эскиза, а не элемент.

8. При создании элемента «Оболочка» все скругления должны быть введены в модель заранее.

9. Для каждой детали задавайте материал, из которого она изготовлена, для получения адекватной массы детали.

10. Присваивайте уникальные названия деталям и сборкам.

11. Для получения моделей однотипных деталей, например, болтов, гаек, шайб, имеющих одинаковую геометрию, но разные размеры, используйте менеджер конфигураций.

Уравнения

Важным способом наложения взаимосвязей между размерами эскиза или элемента детали являются уравнения. Они позволяют создавать математические отношения между размерами модели с помощью имен размеров в качестве переменных. Использование уравнений позволяет создавать детали с высоким уровнем параметризации, что позволяет значительно сократить время при проектировании однотипных деталей.

В модели детали каждый геометрический размер или параметр имеет уникальное название, состоящее из имени размера и имени эскиза или элемента, к которым этот размер относится, например, «D1@ЭСКИЗ31» ИЛИ «D1@Вытянуть1».

При записи уравнений в SolidWorks с помощью специального редактора уравнений возможно использование 4-х алгебраических операций: сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (.), операции возведения в степень (^A), тригонометрических функций (sin, cos, tan и др.), некоторых математических функций (abs, exp, log, sqr и др.) и константы pi.

Рассмотрим простейший пример применения уравнений. Пусть необходимо создать модель полого цилиндра так, чтобы наружный диаметр цилиндра всегда был в два раза меньше, чем диаметр внутреннего отверстия. Для этого мы должны задать значение размера наружного диаметра с помощью следующего уравнения: "D2@Эскиз1 = "D1@Эскиз1"*2.



Конфигурация - вариация детали или сборки в одном документе. К вариациям могут относиться различные размеры, элементы и свойства. Отдельная деталь (например, болт) может содержать различные конфигурации диаметра и длины. В одном документе можно создать несколько конфигураций, а в сборочной единице можно выбрать нужную конфигурацию детали.

Для создания конфигурации.

• нажимают на ярлык Конфигурация внизу дерева конструирования и переключаются в Менеджер конфигураций;

• в дереве Менеджера конфигурации правой клавишей мыши нажимают на название детали и выбирают Добавить конфигурацию;

• в появившемся окне Добавить конфигурацию вводят Имя конфигурации;

• нажимают на ярлык *Feature Manager* и возвращаются в режим просмотра дерева конструирования;

• гасят или высвечивают элементы, изменяют необходимые размеры в активной конфигурации. Для переключения в другую конфигурацию:

- нажимают на ярлык Конфигурация дерева конструирования;
- два раза нажимают на имя конфигурации, которую требуется просмотреть.

Редактирование конфигурации. Переключаются в режим просмотра дерева конструирования и изменяют свойство «видимости» соответствующих элементов или размеров. Для редактирования свойств конфигурации правой кнопкой мыши нажимают на имя конфигурации и выбирают Свойства. Для добавления или изменения настраиваемых свойств нажимают кнопку Настройка.

Для открытия конфигурации детали в файле с несколькими конфигурациями после команды Файл— Открыть переходят к нужной детали, включают параметр Конфигурировать, а затем выбирают нужную конфигурацию в окне Конфигурировать документ.

Для удаления конфигурации нажимают на имя удаляемой конфигурации в Менеджере конфигураций, затем клавишу Delete.

Таблица параметров - электронная таблица Excel, используемая для создания нескольких видов конфигураций в документе детали или сборки.

Таблица сохраняется в файле детали или сборки; при этом связь с исходным файлом *Excel* отсутствует, и вносимые в деталь изменения не отражаются в файле. В таблице параметров можно управлять размерами и видимостью элементов, свойствами конфигурации.

Для создания таблицы параметров:

- выполняют команду Вставка—Таблица параметров (Insert—Design Table);
- выбирают вариант: пустая таблица, из файла или создать автоматически:

• при автоматическом создании предлагается выбрать те размеры, которые могут отличаться в различных конфигурациях, после чего появится таблица с базовой конфигурацией;

• если выбран вариант создания пустой таблицы, то во второй строке таблицы, начиная с ячейки 52. вводят наименования параметров (размеров), которые необходимо контролировать (удобнее всего двойным щелчком на соответствующем размере¹);

• в первом столбце таблицы, начиная с ячейки АЗ, вводят имена создаваемых конфигураций;

• вводят значения параметров в ячейки таблицы;

	A	B	C
1	Таблица параметр	ов для: ші	айба
2			1
3	Первый экземпляр		
4			

• сохраняют таблицу; в дереве конструирования появляется соответствующий пункт Dfecn Tabfe

• для отображения добавленных конфигураций нажимают на ярлык конфигураций, затем дважды на имя конфигурации.

Для удаления таблицы параметров выполняют команду *Правка*— *Удалить таблицу* и подтверждают удаление.

Для редактирования таблицы параметров в дереве конструирования указывают на значок Таблицы параметров, выбирают из контекстного меню пункт *Редактировать*, вносят необходимые изменения и закрывают таблицу.

Примеры элементов «форма»	
 Основание Порежий элемент детали. Содраяток на сокове двухмарного экика. Образует заготовку, к которой добавляюток аубавляюток 	



























Лекция 5.

Тема 5. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Порядок создания сборочных единиц. Условия сопряжения. Примеры построения сборочных единиц.

Сборкой называется документ, в котором детали и другие сборки (узлы) сопряжены друг с другом в единую конструкцию. Детали и узлы сборки существуют в документах отдельно от сборки. *Расширение для имени файла сборки SolidWorks - *.SLDASM.*

Узел сборки – это документ сборки, являющийся частью сборки больших размеров. Сборку можно создавать, используя проектирование «снизу вверх», проектирование «сверху - вниз» или комбинацию этих двух методов.

Детали и узлы называют компонентами сборки.

Проектирование в *SolidWorks* может осуществляться восходящим («снизу вверх») или нисходящим («сверху вниз») способом, а также комбинацией этих способов. Более распространенным является проектирование «снизу вверх».

При восходящем проектировании сначала создаются детали, затем они вставляются в сборочную единицу и устанавливаются сопряжения между деталями. Этот метод предпочтителен при наличии готовых деталей. Компоненты проектируются независимо, их взаимосвязи и повторная генерация сборок проще, чем при проектировании сверху вниз.

При нисходящем проектировании работа начинается непосредственно в сборочной единице. Можно использовать геометрию одного компонента для определения других, можно начать с компоновочного эскиза, определить местоположение неподвижных элементов, плоскости и т.д., затем спроектировать детали.





В дереве конструирования отображаются имена следующих элементов

- сборок первого уровня (первый элемент в дереве конструирования);
- плоскостей сборок. исходной точки;
- папок Освещение и Примечания:
- компонентов (узлов сборок и отдельных деталей):
- групп сопряжение и взаимосвязей сопряжений;
- элементов сборки (вырезов или отверстий) и массивов компонентов:
- элементов деталей, построенных в контексте сборки.

Размещение компонентов в сборке

Основным способом размещения детали или узла в сборке является использование команды Вставить компоненты, расположенной на панели инструментов Сборки. После добавления к новому проекту первая деталь (сборка) автоматически приобретёт свойство Зафиксированный (отображается значком «ф» в Дереве конструирования). Для правильной ориентации компонентов в сборке по крайней мере один из ее компонентов должен быть зафиксирован — относительно него будут располагаться остальные компоненты сборки.

Чтобы зафиксировать или освободить компонент сборки, следует, выбрав компонент в графической области или в Дереве конструирования (*FeatureManager*), в контекстном меню (при нажатии правой кнопки мыши) активизировать команду Зафиксировать или Освободить.

Также для компонентов в Дереве конструирования могут использоваться следующие префиксы: (-) недоопределен: (—) переопределен; (?) не решен. Отсутствие префикса означает, что положение компонента полностью определено.

Состояния компонентов сборки

Решен. Состояние "Решен" (не погашен) является обычным состоянием для компонентов сборки. Полностью решенный компонент полностью загружен в память и является полнофункциональным и полностью доступным. Доступны все данные его модели, и можно выбирать его объекты, указывать на них ссылки, редактировать, использовать в сопряжениях и т.д.

Погашен. Можно использовать состояние погашения, чтобы временно убрать компонент из сборки, не удаляя его. Он не загружается в память и более не является функциональной частью сборки. Погашенный компонент невидим и выбирать его элементы нельзя.

Погашенный компонент удаляется из памяти, поэтому скорость перестроения и отображения повышается. Так как сложность уменьшается, обработка оставшихся компонентов происходит быстрее.

Однако сопряжения, в которых используются погашенные компоненты, также погашаются. В результате положения компонентов в сборке становятся недоопределенными. Это также может повлиять на элементы в контексте, содержащие ссылки на погашенные компоненты. При возврате погашенного компонента в полностью решенное состояние могут возникнуть конфликты. Поэтому состояние погашения при моделировании следует использовать очень осторожно.

Сокращенный. Когда компонент является сокращенным, в память загружается только некоторая часть

данных его модели. Оставшиеся данные модели загружаются по мере необходимости.

Можно существенно повысить скорость обработки больших сборок за счет использования сокращенных компонентов. Загрузка сборки с сокращенными компонентами выполняется быстрее, чем загрузка той же сборки с полностью решенными компонентами. Перестройка сборок с сокращенными компонентами выполняется быстрее, поскольку обрабатывается меньше данных.

Сокращенные компоненты являются эффективными, поскольку полные данные модели для компонентов загружаются, только когда это необходимо.

Дерево конструирования (*FeatureManager*), кроме традиционных элементов, для сборок отображает следующие объекты:

- Компоненты сборки (узлы, отдельные детали, библиотечные элементы);

- Папку Сопряжения:

- Элементы сборки (вырезы или отверстия) и массивы компонентов.

Любой компонент можно развернуть или свернуть, чтобы просмотреть его подробное описание, нажав на знак рядом с именем компонента.

В сборке можно использовать один и тот же компонент несколько раз. При каждом добавлении в сборку компонента число <n> в окончании его имени в Дереве конструирования увеличивается на единицу.



Для задания положения объекта в трехмерном пространстве реализованы команды **Переместить компонент** и .**Вращать компонент**, которые располагаются на панели задач Сборки. Изменение положения для выбранного объекта производится при нажатии и удерживании левой кнопки мыши. Более простым и удобным способом свободного перемещения и вращения является способ с использованием манипулятора мыши: при «перетаскивании» мыши, удерживая левую кнопку, выполняется перемещение компонента, удерживая правую кнопку мыши — вращение компонента. Компоненты в сборке будут перемешаться или вращаться только в пределах степеней свободы, определенных сопряжениями (зафиксированные и полностью определенные объекты изменять своего положения не могут).

Наименование	Описание	
Вставить компоненты	Служит для вставки ранее созданных и сохраненных деталей или сборок	
Новая деталь	Можно создать новую деталь в контексте сборки. Таким способом можно ис- пользовать геометрию других компонентов сборки при проектировании дета- ли. Новая деталь имеет свой собственный файл детали, поэтому его можно изменять отдельно от сборки. Команда используется при проектировании "сверху вниз".	

Инструменты (команды) сборки.

Наименование	Описание	
	Можно добавить новый пустой узел на любой уровень порядка построения	
Новый узел	сборки. Затем в него можно добавить компоненты. Команда используется при	
	проектировании "сверху вниз".	
Режим большой сборки	Делает все компоненты сборки сокращенными.	
Скрыть/Отобразить ком-	Скрывает или отображает компонент сборки	
поненты	T T	
Изменить прозрачность	Делает компонент полупрозрачным	
Изменить состояние пога-	Изменяет состояние погашения компонента	
шения	Репактирование летали при работе со сборкой позволяет изменять компонент	
	не выходя из сборки. Во время создания новых элементов можно также ука-	
	зывать ссылки на окружающую геометрию. В эскизах, создаваемых во время	
	редактирования детали в сборке, может использоваться любая кромка, или	
Редактировать деталь	можно указывать размеры в эскизах относительно любой кромки любой дета-	
	ли. Для элементов могут использоваться граничные условия. При редактиро-	
	вании детали в контексте сборки деталь отображается голубым цветом, а	
	остальная соорка - серым. Можно также <u>изменить прозрачность</u> компонентов	
	соорки во время редактирования детали.	
	Автоматически добавляет крепежи (солты и винты) в собрку, сели в неи сетв	
Автокрепежи	станлартным крепежным леталям. Он использует библиотеку крепежей	
	SolidWorks Toolbox,	
Verenug companyoung	Открывает окно диалога "Сопряжения" для задания условий сопряжения ком-	
у словия сопряжения	понентов сборки	
Переместить компонент	Вращение компонента сборки	
Вращать компонент	Перемещение компонента сборки	
Заменить компоненты	Замена экземпляра компонента сборки другой моделью (деталью, узлом)	
Вид с разнесенными частя- ми	Создание и редактирование видов сборок с разнесенными частями	
Эскиз с пиниями разнесе-	вид трехмерного эскиза, который добавляется в вид с разнесенными частями в	
ния	сборке. В эскизе с линиями разнесения можно добавлять линии разнесения	
	для обозначения взаимосвязи между компонентами сборки.	
	В сложной соорке иногда трудно зрительно определить, где компоненты пере-	
	секаются друг с другом. С помощью проверки интерференции компонентов	
	можно выполнить следующее. – Определить интерференцию между компонентами	
	 Определить интерференцию между компонентами. Отображать истинный объем интерференции как закрашенный объем. 	
	– Изменять параметры отображения конфликтующих и неконфликтующих	
Проверка интерференции	компонентов, чтобы лучше рассмотреть интерференцию.	
компонентов	– Игнорировать интерференции, которые требуется исключить, например	
	прессовая посадка, интерференции резьбовых крепежей и т.д.	
	– Включать интерференции между телами в многотельной детали.	
	– Считать узел сборки одним компонентом, чтобы интерференции между	
	компонентами узла соорки не отооражались.	
	отлизать совпадающие интерференции от стандартных.	

<u>Сопряжения</u> После размещения деталей и узлов в сборке необходимо задать сопряжения между ними - <u>геометриче-</u> ские взаимосвязи между компонентами сборки. При добавлении сопряжений следует определить допустимые направления линейного или вращательного движения компонентов. Последовательность, в которой добавляются сопряжения в группу, значения не имеет, все сопряжения решаются одновременно.

Для создания сопряжений необходимо активизировать команду Условия сопряжения на панели инструментов Сборки, выбрать сопрягаемые поверхности деталей, указать тип сопряжения.



Пример задания сопряжения

Системой поддерживаются следующие типы сопряжений.

• *Совпадение* — выбранные грани, плоскости и кромки (в комбинации друг с другом или с одной вершиной) разделяют одну и ту же бесконечную линию.

- Параллельность выбранные элементы одинаково направлены и находятся на постоянном расстоянии.
- *Перпендикулярность* выбранные элементы располагаются под углом 90° друг к другу.

• Касательность - выбранные элементы касаются (как минимум один элемент должен быть цилиндрическим, коническим или сферическим).

- Концентричность выбранные элементы разделяют центральную точку.
- Расстояние выбранные элементы расположены на указанном расстоянии.
- Угол выбранные элементы расположены под заданным углом.

Все заданные сопряжения сборки указываются в Дереве сопряжения в разделе Сопряжения. Наименование каждого сопряжения включает имена участвующих в нем компонентов.

Вид с разнесенными частями

Bud с разнесенными частями отображает сборку, компоненты которой отделены друг от друга. Обычно используется, чтобы показать механизм сборки.

Для визуального анализа взаимосвязи компонентов сборки необходимо отделить их друг от друга. Вид сборки с разнесенными частями является вспомогательным и не позволяет добавлять сопряжения в сборку.

Виды с разнесенными частями создаются путем выбора и перетаскивания деталей в графической области.

Разнесенный вид сборки хранится вместе с конфигурацией сборки (третья вкладка Дерева построения). Чтобы создать разнесенный вид. необходимо активизировать команду Вид с разнесенными частями. В окне Настройка следует выбрать один или несколько компонентов, которые требуется внести в соответствующий шаг разнесения. В области Направление разнесения задается ось системы координат, в направлении которой выполняется разнесение (любой отрезок прямой линии, включая кромки и элементы эскизов). В области Расстояние разнесения компонента. При необходимости направление разнесения компонента возможно поменять на противоположное — кнопка Реверс направления.



Создание вида с разнесенными частями





































Лекция 6.

Тема 6. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Порядок создания и оформления чертежей. Основные методы, команды. Основные надписи чертежей. Спецификации.

Чертеж – это двухмерное представление трехмерной детали или сборки. Расширение для имени файла чертежа SolidWorks - *.SLDDRW.

Основная надпись. Обычно содержит размер страницы и ориентацию, стандартный текст, границы, блоки заголовков и т.д. Основные надписи можно настраивать и сохранять для будущего использования. У каждого листа документа чертежа может быть другой формат.

Для проектируемых деталей и сборочных единиц можно создавать двухмерные чертежи. Детали, сборки и чертежи связаны между собой: изменения, вносимые в детали или «сборки», отображаются в документе чертежа. Может быть обеспечена и обратная связь, когда при корректировке чертежа изменяется модель (поддержка этой возможности определяется при установке пакета *SolidWorks*). В документы детали и сборки можно добавлять необходимую информацию по оформлению моделей (например, размеры), можно импортировать размеры и примечания из модели в чертеж. Перед созданием чертежа необходимо открыть и сохранить документ детали или сборку, для которых он создается.

Чертеж можно создать без ссылки на существующие модели детали или сборочные единицы, используя только двухмерные геометрические фигуры. Нарисованные фигуры могут иметь параметрические размеры и использовать взаимосвязи.

Параметры чертежа и страницы

Для настройки чертежей SoiidWorks:

• выполняют команду Инструменты-Параметры и далее на вкладке Чертежи задают масштаб, параметры отображения и обновления для видов; на вкладке Штриховка - образцы штриховки; на вкладке Толщина линии — толщину линии и стили для различных типов кромок на чертеже; на вкладке Оформление - параметры простановки размеров и примечаний;

• выполняют команду *Файл—Параметры страницы*, указывают поля и ориентацию страницы, толщины линий, масштаб распечатываемого чертежа;

• задают основные надписи чертежа; при этом можно настроить отображение текста и блоков инфор-

мации, изменить размер и ориентацию листа.

Создание чертежа

Для создания нового чертежа:

- выполняют команду Файл—Создать: появляется диалоговое окно Создание:
- выбирают Чертеж, появляется диалоговое окно Использовать основную надпись
- задают параметр, определяющий тип основной надписи; открывается новый документ чертежа;

• задают параметры листа (нажимая на значок листа в дереве конструирования, на пустую область чертежа или на ярлык листа в нижней части окна и выбирая *Свойства*): имя. размер бумаги, масштаб, тип проекции и др.:

• настраивают основную надпись, дважды нажимая на текст и меняя параметры в появившемся листе Свойства:

• возвращаются к работе с основным листом, выполнив команду *Правка-Лист*, или командуй *Редактирование листа* контекстного меню;

• генерируют из модели необходимые виды.

Окно чертежа содержит дерево конструирования, похожее на дерево конструирования в окнах деталей и сборок. Оно состоит из иерархического списка элементов, относящихся к чертежу. Для каждого листа чертежа отображается значок; под каждым листом указываются значки для основной надписи и каждого вида. Стандартные виды содержат список элементов для детали или сборок, показанных на виде. Генерируемые виды содержат характерные элементы: окружности выноски, линии сечения и т.д.

Виды деталей и сборочных единиц. Для чертежей детали или сборок можно сгенерировать различные типы видов: 3 стандартных вида. Ортогональная проекция, Именованный и По модели. Из существующих видов можно создать Дополнительный, Местный, Сечение, Расстановка сечений. Разъединенный виды. Операции по генерации выполняются с помощью инструментов панели Черчение



Для некоторых операций (создание вида ортогональной проекции, перемещение или изменение границ вида) необходимо выбрать вид. Выбранный вид имеет границы зеленого цвета с маркерами перетаскивания. Другие операции (линии сечения, области для местных видов и т.д.) выполняются при активизации вида; граница активного объекта отображается красной рамкой.

3 стандартных вида генерируются в следующей последовательности:

• открывают сохраненную деталь или сборка, а затем новый чертеж;

• выполняют команду Вставка—Чертежный вид—3 стандартных вида

• переключаются в окно детали или сборки и нажимают где-либо для выбора; появляется окно чертежа с тремя видами.

Можно создать три стандартных вида иначе: открыв окно чертежа и перетащив в него документ детали или сборки из вершины дерева конструирования.

Вид Ортогональная проекция создается следующем образом:

- выбирают существующий вид, нажав кнопку мыши внутри его границ:
- выполняют команду Вставка-Чертежный вид—Ортогональная проекция

• перемещают курсор в то место, где должен располагаться вид, и нажимают кнопку мыши для его размещения;

• выбирают направление проекции, нажимая рядом с выбранным видом в соответствующем направлении; на листе появляется вид проекции, выровненный относительно вида, из которого он был создан;

• для отображения стрелки, указывающей направление проекции, в контекстном меню выбирают *Свой*ства, Отобразить стрелку вида.

Вспомогательный вид похож на ортогональный вид. но развертывается перпендикулярно кромке существующего вида. Для его создания:

• выбирают справочную кромку (но не горизонтальную и не вертикальную), относительно которой можно создать стандартный вид проекции;

• выполняют команду Вставка—Чертежный вид—Дополнительный;

• перемешают курсор в то место, где должен располагаться вид, и нажимают кнопку мыши для его размещения.

На листе появляется вид проекции, выровненный относительно кромки, для которой он был создан; автоматически добавляется стрелка вида, указывающая направление проекции.

Именованный вид создается путем выбора имени вида в документе модели. К именованным видам относятся стандартные виды (спереди, сверху, изометрня и т.д.). текущий вид модели, настраиваемые виды (создаваемые путем масштабирования, вращения, включения перспективы). Чтобы вставить именованный вид:

• выполняют команду Вставка—Чертежный вид—Именованный вид

• переключаются в окно детали или сборки — появляется диалоговое окно Чертежный вид — имено-

ванный вид, с именами всех видов модели:

дважды нажимают на именованный вид в списке и нажимают *ОК;* курсор принимает вид +; переключаются в окно чертежа и нажимают мышью в том месте, где нужно расположить вид.

Вид по модели определяется двумя ортогональными гранями или плоскостями в модели и указанием их ориентации. Чтобы вставить вид по модели:

• выполняют команду Вставка—Чертежный вид—По модели

• нажимают в окне модели на грань, которая должна иметь определенную ориентацию; появится диалоговое окно Ориентация чертежного вида;

• выбирают требуемую ориентацию: Сверху. Спереди, Слева, нажимают ОК:

• выбирают другую грань, расположенную перпендикулярно первой, и ее ориентацию в списке Ориентация чертежного вида:

• нажимают курсором + в том месте чертежа, где необходимо разместить вид.

Местный вид (ортогональный, трехмерный или разрез) создается для показа части вида, обычно в увеличенном масштабе. Для этого:

• активизируют существующий вид;

• используя инструменты рисования объектов, рисуют замкнутый профиль вокруг области, для которой нужно создать местный вид;

• выбирают один объект профиля;

- выполняют команду Вставка-Чертежный вид-Детализация
- нажимают кнопку мыши в том месте, где необходимо разместить отмеченный местный вид;

• для изменения масштаба, текста обозначения или метки используют пункт *Свойства* контекстного меню.

Разъединенный вид можно использовать в чертежах длинных деталей, имеющих равномерное поперечное сечение. Для его создания:

• выбирают чертежный вид и выполняют команду *Вставка—Вертикальная линия разрыва* (или *Встав-ка—Горизонтальная линия разрыва*): на виде появятся две линии разрыва;

• перетаскивают линии разрыва в те места, где они должны находиться;

• правой кнопкой мыши нажимают внутри выделенной границы и выбирают в меню *Вид с разрывом*.

Разрез создается путем разделения вида с помощью линии сечения. Для создания разреза:

• активизируют существующий чертежный вид двойным нажатием мыши или выбором пункта *Активи*зировать вид из контекстного меню;

- выполняют команду Инструменты—Объекты эскиза—Линия (или Осевая линия);
- рисуют отдельную или ступенчатую сплошную или осевую линию через модель в активном виде;
- выбирают нарисованную линию и выполняют команду Вставка—Создать линию сечения;

• меняют, если необходимо, направление стрелок, указывающих направление разреза, на обратное, дважды нажимая на линию сечения;

• при выбранной линии сечения выполняют команду Вставка—Чертежный вид—Сечение.

Если требуется создать линию сечения и разрез по умолчанию за одну операцию, после выбора нарисованного сегмента выполняют команду *Вставка—Чертежный вид —Сечение* или нажимают кнопку

Выровненный разрез - это ломанный разрез модели. Процедура создания выровненного разреза практически повторяет создание разреза. Отличие состоит в том, что линия сечения должна состоять из двух линий, соединенных под углом друг к другу, и выполняют команду Вставка—Чертежный вид —Расстановка сечений

Разрезы сборочных единиц. При создании разреза (или выровненного разреза) можно исключить (оставить неразрезанными) некоторые компоненты:

• активизируют вид и создают линию сечения, как было отмечено выше;

• выполняют команду Вставка—Чертежный вид—Сечение (или Расстановка сечений); появляется диалоговое окно Индикатор сечения:

• в активном чертежном виде или в дереве конструирования нажимают на компоненты, которые необходимо исключить из разреза;

• устанавливают Статус исключения, если выбранный компонент используется в сборке несколько раз и нужно оставить неразрезанными все компоненты;

• выбирают параметр *Автоштриховка*, чтобы программа автоматически заполняла соседние компоненты штриховкой одного образца (угол, используемый для образца, изменяется каждый раз на 90°); иначе настраивают угол и интервал штриховки на смежных компонентах вручную.

Свойства вида, отображение и выравнивание вида. В окне *Свойства чертежного вида* представлена информация о виде и модели, которую он представляет, масштаб вида, тип размеров, конфигурация.

Для просмотра или изменения свойств чертежного вида правой кнопкой мыши нажимают на чертежный вид на листе или в дереве конструирования и выбирают Свойства:

• информация о виде - имя и тип выбранного вида:

• *масштаб* — для изменения масштаба отменяют Использовать масштаб листа н задают новое значение в графе Масштаб (по умолчанию 1:2);

• *информация о модели* - имя модели и каталог, в котором она находится; для именованного вида можно указать ориентацию вида;

• информация о конфигурации:

- отобразить в разнесенном виде для использования разнесенного вида сборок;
- типы размеров созданных в этом виде проекционный либо истинный;

• *выровнять разрыв с родителем* - для выравнивания производного разъединенного вида с исходным разъединенным видом;

• *отобразить стрелку для вида* — для отображения стрелки, указывающей направление проекции и задания метки.

Для *перемещения видов* устанавливают курсор мыши на границу вида и, когда граница будет подсвечена, перетаскивают вид в новое положение. Существует ряд исключений при перемещении, которые связаны с правилами выравнивания видов (см. далее соответствующий раздел).

Можно копировать, вырезать и вставлять чертежные виды, как из одного листа в другой в одном чертеже, так и из одного документа чертежа в другой. Можно также перетаскивать виды из листа в лист в одном чертеже. Для копирования, вырезания и вставки видов:

• выбирают вид (или несколько при нажатой клавише *Ctrl*) либо на листе, либо в дереве конструирования;

• нажимают кнопки Вырез или Копировать или выполняют соответствующую команду в меню Правка:

• переходят на нужный лист и нажимают кнопку Вставить или выполняют команду Правка— Вставить.

Для выравнивания одного чертежного вида относительно другого:

• выбирают чертежный вид. затем выполняют команду Инструменты— Расстановка ендов чертежа— По горизонтали к другому виду (или По вертикали к другому виду) или правой кнопкой мыши нажимают на чертежный вид и выполняют команду Выравнивание—Выровнять по горизонтали (или По вертикали)

• выбирают справочный вид. относительно которого нужно выполнить выравнивание; центры видов выравниваются вдоль выбранного направления, при перемещении справочного вида выравнивание сохраняется.

Для отмены выравнивания правой кнопкой мыши нажимают на вид и выбирают в контекстном меню Выравнивание—Разрыв проекционной связи или Параметры-Расстановка видов чертежа— Разрыв проекционной связи.

При работе с чертежом можно управлять видимостью вида, скрывая или отображая вид с помощью контекстного меню, нажимая правой кнопкой мыши имя вид либо на листе, либо в дереве конструирования.

Для скрытия и отображения кромок поступают аналогичным образом, указывая на кромку в чертежном виде; кромка удаляется с экрана, но по-прежнему высвечивается при размещении на ней курсора.

<u>Размеры на чертеже</u>. Размеры на чертеже *SohdWorks* связаны с моделью. поэтому любые изменения модели отражаются на чертеже. Обычно размеры создаются по мере создания каждого элемента детали, а затем вставляются в различные чертежные виды. При изменении размера в модели чертеж обновляется, а при изменении импортированного в чертеж размера изменяется модель.

Можно также добавлять размеры в документ чертежа, но только *справочные* размеры, которые являются *управляемыми;* значения справочных размеров нельзя редактировать для изменения модели, они изменяются автоматически при изменении размеров модели. По умолчанию импортированные размеры отмечаются в модели черным цветом, справочные размеры — серым цветом, в скобках.

Импортировать размеры из модели можно сразу во все чертежные виды (при этом они появляются в наиболее подходящем виде) или только в выбранные виды. Размеры помешаются в тех видах, где это необходимо, двойные размеры автоматически не импортируются. Можно удалить размер из одного вида, а затем импортировать его в другой вид, переместить или скопировать в другой вид.

Для того, чтобы вставить размеры модели в чертеж:

• выбирают виды, в которые необходимо вставить размеры; выбранные виды указываются в окне Импортировать в вид (если импортирование размеров осуществляется во все виды, то этот пункт не выполняется);

• выполняют команду Вставка-Элементы модели:

• в появившемся диалоговом окне Вставить элементы модели выбирают Размеры;

• при необходимости изменяют выбор видов: для этого в окне *Импортировать в вид* "нажимают" на те виды, которые следует удалить из списка выбранных, затем правой кнопкой мыши нажимают в поле чертежа и выбирают *Удалить выдранные элементы*.

Чтобы вставить размеры для выбранного элемента на чертеже:

• указывают требуемый элемент (грань элемента, компонент сборочной единицы или соответствующий пункт дерева конструирования);

• выполняют команду Вставка-Элементы модели-Размеры;

• в окне группы Импортировать с выбирают параметр Выбранного элемента. чтобы добавить размеры только выбранного элемента (Выбранного компонента. Всей модели — для добавления размеров выбранного компонента сборки или всех компонентов сборки соответственно).

Перемещение и копирование размеров. После отображения размеров их можно перемещать как внутри вида, гак и на другой вид. Перетаскивание в другой вид осуществляется при нажатой клавише Shift, копирование — при нажатой клавише *Ctrl*.

Выравнивание размеров. Для выравнивания выбирают размеры, заключив их в рамку при помощи мыши или удерживая клавишу *Ctrl* во время выбора. Затем выполняют команду *Инструменты — Размеры* и далее *Рас*-

ставить по параллели (параллельные размеры устанавливаются через задаваемый интервал) или *Расставить коллинеарно* (размеры устанавливаются в одну линию относительно последнего выбранного размера).

Для изменения размера на чертеже дважды нажимают на текст размера и в появившемся окне Изменить вводят новое значение с клавиатуры или используя стрелки счетчика.

Свойства размеров. Параметры размеров по умолчанию устанавливаются на вкладке *Оформление* диалогового окна *Параметры*. Для изменения параметров нажимают на размер правой кнопкой мыши и выбирают *Свойства*. Можно редактировать только те свойства, которые применены для всех выбранных размеров. Общими свойствами размеров являются: значение, имя. стрелки, шрифт, точность, допуск и др.

Справочная геометрия, содержащаяся в модели (оси, кривые, поверхности, плоскости, точки) по умолчанию скрыта на чертежных видах. При импортировании справочной геометрии все объекты выбранных типов отображаются. Для этого выполняют команду *Вставка*—Элементы модели, в появившемся окне группы *Справочная геометрия* диалогового окна *Вставить элементы* модели выбирают типы геометрии, которые нужно отобразить.

Работа с примечаниями в любых документах SolidWorks аналогична работе с размерами. В документ чертежа можно добавлять все типы примечаний. Большинство типов можно добавлять в документ детали или сборки. а затем импортировать в чертежные виды. Для добавления примечаний выполняют команду Вставка-Примечания, а затем выбирают типы примечаний из отображаемых в раскрывающемся меню. Другой способ - указать на один из значков на панели инструментов Примечания: заметка, обозначение шероховатости поверхности, обозначение допуска отклонения формы, условное обозначение позиции, обозначение базовой поверхности, обозначение сварного шва. место, определяющее базу, указатель центра, условное обозначение отверстия, условное изображение резьбы.



Спецификация

В чертеж сборочной единицы можно добавить спецификацию.

Для вставки спецификации в чертеж:

• выбирают чертежный вид и выполняют команду Вставка—Спецификация:

• указывают способ представления узлов сборки и их компонентов для назначения позиций:

- *отобразить только детали* — узлы сборочной единицы не отображаются как элементы, компоненты узла показываются как отдельные элементы;

- *отобразить только нисходящие узлы и детали* - узлы сборочной единицы отображаются как элементы, компоненты узла сборки не отображаются;

- *отобразить сборки и детали в смешаном списке* - узлы сборки показываются как элементы, компоненты узла сборки указываются ниже элемента узла, к которое принадлежат, но им не присваиваются позиции:

• выбирают параметр, позволяющий определить используемый шрифт, добавить новые элементы, указать положение для размещения спецификации.

Для редактирования спецификации:

• дважды нажимают на спецификацию; панели инструментов *SolidWorks* заменяются панелями инструментов *Microsoft Excel*:

• редактируют таблицу, используя функции *Excel*, можно добавить или удалить столбцы и строки, установить ширину столбцов и высоту строк, изменить шрифт, параметр выравнивания и т.д.;

• нажимают за пределами таблицы, чтобы закрыть ее и вернуться к редактированию листа чертежа.

Чтобы начать рисование при двухмерном черчении:

• нажимают на один из значков панели Инструменты эскиза или выполняют команду Инструменты— Объекты эскиза и выбирают нужный инструмент;

• затем создают геометрию {Линия, Дуга и т.д.), устанавливают ссылки на существующую геометрию {Преобразование объектов), копируют геометрию {Масссив/Зеркаю) или изменяют эскиз {Скругление, Отсечь/Удлинить).

Для определения взаимосвязей объектов эскиза:

• нажав клавишу Ctrl, выбирают объекты, выполняют команду Инструменты-Взаимосвязи-Добавить

• выбирают нужные взаимосвязи в диалоговом окне, нажимают ОК.

































ð

Блок заголовка

- Содержит необходимую информацию о детали и/или сборке.
- У каждой компании есть уникальная версия блока заголовка.
- Типичная информация блока заголовка включает:

Название компании	Материал и обработка
Номер детали	Допуск
Имя детали	Масштаб чертежа
Номер чертежа	Размер листа
Номер редакции	Блок изменений
Номерлиста	НачерченПроверен





















щелкните правои		C Delet Offer	
кнопкой мыши		Don/Fair/Fulate	
в графической		Brond Connands	
области и в		D Shart Emeration	
контекстном		Bredmeskra And door	:
меню выберите		Drawing Yerrs	
Edit Cheet		Land (Mend Formul I)	
Editorieen		AMProt. R	
(Редактировать		C Det	
лист).		f Coperies	to any other the state of the
Ore comment	1000	Relations/Energy Options	
это режим,	2.0		1000
которыи			





Ha	стройка шрнфтов текста		
1.	Выберите <u>Tools</u> , <u>Options</u> (Инструменты, Параметры).		
2	Перейдите на вкладку Document Properties (Свойства документа).	Balancese Second Balancese Balancese Status Second Balancese Balan	
3.	Выбернте <u>Annotations</u> (Примечания).	ded by	
٠	Нажмите кнопку <u>Font</u> (Шрифт).		











Работа с чертежными видами
 Чтобы выбрать вид, щелкните его границу.
Граница вида становится зеленой.
• Чертежные виды 2 и 3 выровнены с видом 1.
Перетащите чертежный вид 1 (спереди).
Чертежный вид 2 (сверху) и чертежный вид 3
(справа) перемещаются, оставаясь
выровненными с чертежным видом 1.
 Чертежный вид 3 можно перетаскивать только влево или вправо.
Чертежный вид 2 можно перетаскивать только
вверх или вниз.

























Лекция 7.

Тема 7. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Работа с "Листовым металлом". Основные принципы, методы и команды. Примеры построения.

Деталь из листового металла – деталь из тонкостенных элементов и сгибов, созданная с помощью инструментов (команд) модуля "Листовой металл".

Сгиб – элемент в детали из листового металла. Сгиб, который создается из скругленного угла, цилиндрической поверхности или конической поверхности, является скругленным сгибом; сгиб, который создается с помощью прямых линий, является острым сгибом.

Существуют два способа, чтобы создать деталь из листового металла:

Построить деталь, а затем преобразовать ее в деталь из листового металла.

Создать деталь как деталь из листового металла, используя элементы, присущие деталям из листового металла. Это позволяет избежать лишних шагов, т.к. деталь создается как деталь из листового металла с исходной стадии проектирования.

Типы сгиба

Существует три типа сгибов при преобразовании твердотельного элемента в деталь из листового металла. Это - острые, округленные и плоские сгибы.

Острые сгибы

Острый сгиб создается путем добавления сгибов в модель с острыми углами и равномерной толщиной.



Округленные сгибы

Округленный сгиб может быть создан добавлением сгибов к модели со скругленными или округленными углами и однородной толщиной. Округленные сгибы могут также быть созданы из цилиндрических и конических граней.





Плоские сгибы

Плоский сгиб создается из линии сгиба, нарисованной в разогнутой детали из листового металла. Эти линии нарисованы в Flat-Sketch1 (Эскиз-Плоское состояние1) в окне Process-Bends1 (Согнутое состояние1) в дереве конструирования FeatureManager. Линии на модели, показанные рисунке, являются эскизными линиями сгиба.





Преобразование твердого тела с оболочкой в деталь из листового металла

Существует возможность создать твердотельную деталь, затем преобразовать ее в деталь из листового металла для добавления сгибов и элементов детали из листового металла.

Для создания детали однородной толщины и преобразования ее в деталь из листового металла:

1. Создайте блок с помощью инструмента Вытянутая бобышка/Основание. Создайте блок, все стороны которого равны 50 мм.

2. Создайте <u>Оболочку</u> блока 1 мм, так чтобы деталь была равномерной толщины. В окне **Удалить грани** выберите указанные грани.

3. Чтобы согнуть деталь, выполните разрыв блока между кромками элементов выступа, выбрав <u>Разрыв</u> или Вставка, Листовой металл, Разрыв. Выберите следующую кромку для выполнения разрыва.

4. Преобразуйте деталь в деталь из листового металла с помощью кнопки Вставьте сгибы или выберите Вставка, Листовой металл, Сгибы.

5. Чтобы сделать вырез по сгибу, перетащите **Полосу отката** до положения перед элементом **Согнутое состояние** в дереве конструирования FeatureManager.



6. Нарисуйте замкнутый профиль поперек одного из сгибов.



7. Вытяните вырез Насквозь.

8. Для того чтобы снова согнуть деталь, перетащите полосу отката в нижнюю часть дерева конструирования FeatureManager.



Создание детали из листового металла с использованием острых сгибов

При сгибании листового металла может понадобиться создать острые сгибы вместо <u>скругленных сгибов</u>. Для создания детали из листового металла, используя острые сгибы:

- 1. Нарисуйте профиль детали, затем вытяните деталь как тонкостенный элемент.
- 2. Нажмите кнопку Вставить сгибы 🖄 или выберите Вставка, Листовой металл, Сгибы.
- 3. В окне Property Manager в окне группы Настройки сгиба:
- В модели выберите зафиксированную грань. Эта грань остается зафиксированной при выравнивании де-

тали. Имя грани или кромки указано в окне Зафиксированная грань или кромка 🖾

• Введите Радиус сгиба 🐴

4. В разделе Допуск сгиба выберите один из следующих параметров: <u>Таблица сгибов</u>, <u>Коэффициент К</u> ,<u>Допуск сгиба</u>, <u>Величина уменьшения</u> или <u>Расчет сгиба</u>.

• Если Вы выбрали параметры Коэффициент К, Допуск сгиба или Величина уменьшения, введите значение.

• При выборе параметра Таблица сгибов или Расчет сгиба выберите в списке таблицу сгибов или нажмите кнопку Обзор, чтобы перейти в таблицу.

5. Если Вы хотите автоматически добавить вырезы для снятия напряжения, выберите параметр <u>Авто-</u> снятие напряжения и выберите тип выреза для снятия напряжения. Если выбранПрямоугольный или Скругленный вырез для снятия напряжения, то необходимо указать значение параметра Пропорция смещения.

Значения и настройки для радиуса сгиба, допуска сгиба и выреза для авто-снятия напряжения будут отображаться как параметры по умолчанию для следующей создаваемой детали из листового металла.

Нажмите ОК ✓ .

Создается согнутая деталь из листового металла. Размеры детали в плоском состоянии отражают значения для радиуса и для допуска сгибов.

Создание детали из листового металла с использованием скругленных сгибов

При сгибании листового металла можно создать скругленные сгибы вместо <u>острых сгибов</u>. С помощью элемента Вставить сгибы можно также создавать разрывы.

Для создания детали из листового металла, используя скругленные сгибы:

- 1. Нарисуйте замкнутый или открытый профиль.
- 2. Создайте деталь тонкостенного элемента.

В зависимости от типа профиля для создания тонкостенных элементов можно использовать такие инструменты, как <u>оболочка</u> или <u>вытянуть</u>.

3. Нажмите Вставить сгибы (панель инструментов Листовой металл) или выберите Вставка, Листовой металл, Сгибы.



4. В окне PropertyManager в окне группы Настройки сгиба:

а. Выберите грань или кромку модели для параметраЗа-

фиксированная грань или кромка 🥙. Эта грань остается зафиксированной при выравнивании детали.

b. Установите значение Радиуса сгиба 🥂.

5. В окне группы Допуск сгиба выберите какие-либо из следующих параметров: Таблица сгибов, Коэффициент К, Допуск сгиба, Величина уменьшения или Расчет сгиба.

• Задайте значения, если выбраны Коэффициент-К, Допуск сгиба или Величина уменьшения сгиба.

• При выборе параметра **Таблица сгибов** или**Расчет сгиба** выберите в списке таблицу сгибов или нажмите кнопку **Обзор**, чтобы перейти в таблицу.

6. Выберите <u>Авто-снятие напряжения</u>, затем выберите тип выреза, чтобы добавить вырезы для снятия напряжения.

Если выбран **Прямоугольный** или **Округленный**вырез для снятия напряжения, укажите параметр**Пропорция смещения**.

Значения и настройки для радиуса сгиба, допуска сгиба и выреза для авто-снятия напряжения будут отображаться как параметры по умолчанию для следующей создаваемой детали из листового металла.

Чтобы использовать разрыв с округленными сгибами:

7. В разделе Настройки разрыва:

а. Выберите внутренние или внешние кромки (можно также выбрать объекты линейного эскиза).

b. Чтобы вставить разрыв в одном направлении,

нажмите на имя кромки в списке Разорвать кромки 问 и выберите параметр Изменить направление.

- или -

Нажимайте стрелки предварительного просмотра.

с. Чтобы изменить расстояние зазора, введите значение

для параметра Зазор 🔏 .







8. Щелкните 🗸.

Создание детали из листового металла с коническими поверхностями

Детали с коническими гранями также могут быть выполнены из листового металла. **Чтобы создать деталь из листового металла с коническими гранями:**

1. Создайте деталь тонкостенного элемента с одной или несколькими коническими гранями:

Смежные плоские и конические грани должны быть касательными.

По крайней мере одна конечная грань любой кониче-Линейная ской грани должна содержать как минимум одну линейную кромка кромку.

🖄 или выберите Вставка, Листовой металл, Сгибы. 2. Нажмите кнопку Вставить сгибы Появится окно PropertyManager Сгибы.

В окне группы Настройки сгиба: 3.

Выберите линейную кромку на торцевой поверхности конической грани в качестве зафиксированнойкромки.

- или -

Выберите плоскую грань, касательную к конической грани, в качестве зафиксированной грани.

Эта кромка остается зафиксированной при выравнивании детали. Имя кромки указано в окнеЗафиксирован-

ная кромка или грань 🚱

Установите Радиус сгиба 🥂.

Выберите параметр Игнорировать скошенные грани, чтобы фаски не преобразовывались в сгибы листового металла.

В окне группы Допуск сгиба выберите какие-либо из следующих параметров для допуска сгиба: Табли-4. ца сгибов, Коэффициент К, Допуск сгиба, Величина уменьшения или Расчет сгиба.

При создании детали из листового металла с одной или несколькими коническими гранями. Вы должны указать Коэффициент К как тип допуска сгиба.



Касательная грань

5.

Если Вы выбрали параметры Коэффициент К, Допуск сгиба или Величина уменьшения, введите значение.

При выборе параметра Таблица сгибов или Расчет сгиба выберите в списке таблицу сгибов или нажмите кнопку Обзор, чтобы перейти в таблицу.

Если Вы хотите автоматически добавить вырезы для снятия напряжения, выберите параметр Авто-6. снятие напряжения и выберите тип выреза для снятия напряжения. Если выбран Прямоугольный илиОкругленный вырез для снятия напряжения, то необходимо указать значение параметра Пропорция смещения.

ПРИМЕЧАНИЕ: Значения и настройки для радиуса сгиба, допуска сгиба и выреза для авто-снятия напряжения отображаются как параметры по умолчанию для следующей детали из листового металла, которую Вы создаете.

Нажмите ОК 🗸 . 7.

ПРИМЕЧАНИЕ : Только детали точными аналитическими коническими гранями. Непрямые углы вершины конуса не поддерживаются. В качестве проверки попробуйте вставить ось на коническую поверхность. Если Вы сможете вставить ось, то модель является правильным конусом. Если Вы не сможете вставить ось, то модель не является точным конусом, и ее невозможно развернуть. Однако детали из листового металла, созданные с помощью элемента Элемент по сечениям сгиба

Проектирование детали из листового металла в плоском состоянии

Возможно Вы захотите сконструировать деталь из листового металла из разогнутого состояния. В этом случае создается деталь из листового металла, а затем вставляются линии сгиба, по которым деталь сгибается.

Для создания детали из литового металла из разогнутого состояния:

1. Откройте новую деталь.

рования FeatureManager.

2. Нарисуйте эскиз, как показано. Задавать размеры детали не требуется.

3. Создайте базовый фланец нажатием кнопки Базовая кромка/Выштамповка или Вставка, Листовой металл,Базовая кромка. Элементы из листового металла появятся в дереве конструи-

4. Чтобы согнуть деталь из листового металла, нарисуйте линии на детали, как показано.

5. Согните деталь нажатием кнопки<u>Нарисованный сгиб</u>или Вставка,Листовой металл, Нарисованный сгиб. Деталь сгибается по нарисованным линиям.



Объединение различных методов проектирования деталей из листового металла

Детали, которые изначальна создаются из листового металла, имеют элементы отличные от уже созданных и затем преобразованных деталей в деталь из листового металла. Однако можно добавить элементы, присущие деталям из листового металла, деталям, преобразованным в деталь из ли<u>сто</u>вого металла. Ка<u>к то</u>лько добавляется

элемент, присущий деталям из листового металла (Кромка под углом), Ребро-кромка и л.д.), сгибы для новых элементов детали из листового металла хранятся ниже каждого отдельного элемента, а не ниже элемента Flatten-Bends1 (Плоское состояние1) или Process-Bends1 (Согнутое состояние1) Лакже все новые сгибы содержатся в списке в элемента Flat-Pattern1 (Плоской массив1)

Чтобы разогнуть деталь, необходимо высветить элемент Flat-Pattern1 (Плоский-Массив1) (Плоский-Массив1) элемент Process-Bends1 (Согнутое состояние1)

Зеркальное отражение элементов листового металла

Выбранные элементы из листового металла можно зеркально отразить по плоскости в центре существующей детали из листового металла. Элементы листового металла, которые можно зеркально отразить, включают:

- Ребра-кромки 😰
- Кромка под углом 🗋
- Kaonna 🗲
- <u>Каемка</u>
- <u>Базовая кромка/Выштамповка</u> 险
- Угол 🗖

Плоскость, используемая для зеркального отражения элемента листового металла, должна быть расположена по центру между гранями базовой кромки.

Чтобы зеркально отразить элементы из листового металла:

1. Создайте элемент из листового металла.


Создайте и нанесите размеры в эскизе так, чтобы у Вас была возможность использовать существующую плоскость для зеркального отражения элемента из листового металла.

2. Создайте плоскость, расположенную по центру между двумя кромками базовой кромки.



3. Выберите один из следующих элементов из листового металла на панели инструментов Листовой металл или выберите Вставка, Листовой металл:

- Ребра-кромки
- Кромка под углом 🎦
- Каемка 🕒
- Базовая кромка/Выштамповка



4. Нажмите кнопку Зеркальное отражение на панели инструментов "Элементы" или выберитеВставка, Массив/Зеркало, Зеркальное отражение.

5. В Менеджере свойств выполните следующие действия:

а. В поле Зеркально отразить грань/плоскость выберите плоскость, расположенную по центру

между двумя кромками базовой кромки, в качестве параметра Зеркально отразить грань/плоскость b. В поле Элементы для зеркального отражения выберите элементы из листового металла в каче-

стве Элементов для зеркального отражения 🌾

6. Нажмите на кнопку ОК 🗸 .

5
Ľ

Применение инструментов формы в деталях из листового металла

Инструменты формы из Библиотеки проектирования можно использовать только для деталей из листового металла. У деталей из листового металла в дереве конструирования FeatureManager отображается элемент Листовой металл

1. Откройте деталь из листового металла и перейдите к папке инструментов формы в Библиотеке проекти-

рования.

2. Правой кнопкой мыши щелкните папку и выберите Папка инструментов формы. Если Папка инструментов формы уже выбрана, опустите этот шаг. В ответ на предложение пометить все вложенные папки как папки инструментов формы выберите Да.

Этот шаг применим к инструментам формы, которые являются файлами деталей (*.sldprt), но не файлами инструментов формы (*.sldftp).

3. Перетащите инструмент формы из окна Библиотека проектирования на грань, которую требуется изменить.

Грань, где применяется инструмент формы, соответствует ограничивающей поверхности самого инструмента. По умолчанию инструмент перемещается вниз. Материал деформируется, когда инструмент соприкасается с гранью.

4. Перед тем как отпустить кнопку мыши, откорректируйте расположение инструмента формы с помощью клавиш:

Выступ

Смена направления инструмента формы.

Стрелки

Вращение инструмента формы с инкрементом угла 90°.

5. Отпустите кнопку мыши.

Появляется предварительный просмотр инструмента формы.



6. В Менеджере свойств выполните следующие действия:

• На вкладке Тип устанавливаются параметры для управления размещением, ориентацией, конфигурацией, связыванием и видимостью плоского массива.

• На вкладке Расположение нажмите в графической области, чтобы вставить дополнительные экземпляры инструмента формы. Можно также использовать инструменты нанесения размеров и добавления взаимосвязей, чтобы задать размещение инструмента формы.

7. Нажмите кнопку 🗸 .

Создание чертежей деталей из листового металла

При создании чертежа вашей собственной детали автоматически создается развертка. Чертежи деталей из листового металла могут также содержать виды согнутых деталей из листового металла.

Для создания чертежа развертки:

1. Откройте деталь из листового металла, для которой необходимо добавить чертеж.

2. Нажмите Создать чертеж из детали/сборки (панель инструментов Стандартная) и нажмите ОК, чтобы открыть лист чертежа.

3. Выберите формат или нажмите ОК, чтобы использовать формат по умолчанию.

4. Из Палитры видов перетащите Развертку на чертежный лист.

Можно настроить размер чертежного вида в разделе Масштаб, выбрав параметрИспользовать масштаб пользователя и введя свое значение.

Развертка отображается с <u>примечаниями по линии сгиба листового металла</u>. Можно установить параметры для примечаний по сгибу в разделе <u>Свойства документа - Листовой металл</u>.



5. Нажмите на кнопку ОК 🗸 .

Если требуется переключить погашение дополнительных элементов в плоском массиве, создайтеконфигурацию детали развертки, затем выберите для него чертежный вид.

Чтобы переключить видимость примечаний по сгибу листового металла, выполните указанные ниже действия.

- 1. Выберите чертежный вид развертки для отображения PropertyManager Чертежный вид.
- 2. Нажмите Дополнительные свойства.
- 3. На вкладке Свойства вида отключите параметр Отобразить примечания по сгибу листового металла.

Также можно нажать правой кнопкой мыши на **Чертежный вид** (1969) в дереве конструирования Feature Manager и выбрать **Свойства**.

Чтобы переключить видимость линий сгиба, выполните указанные ниже действия.

В случае скрытия линий сгиба, также скрываются и примечания по сгибу листового металла.

1. В дереве конструирования FeatureManager разверните окно **Чертежный вид**, чтобы отобразить элемент-**Плоский-Массив**.

2. Разверните элемент Плоский-Массив, нажмите правой кнопкой мыши Линии сгиба и выберите Отобразить илиСкрыть.



Чтобы переключить видимость местных линий сгиба:

1. Нажмите правой кнопкой мыши на чертежный вид в листе чертежа.

2. Выберите Касательная кромка, Видимые касательные кромки илиНевидимые касательные кромки.

- или -

Выберите Касательная кромка, Отобразить линии перехода по стандарту, чтобы отобразить местные линии сгиба в указанном документе Толщина линии.

Если местные линии сгиба не отображаются, вернитесь назад в окно детали и правой кнопкой мыши нажмите на элемент **Плоский-Массив** в дереве конструирования FeatureManager. Выберите **Редактировать элемент** и отключите параметр **Объединить грани**. Возможно, потребуется перестроить чертеж, чтобы просмотреть касательные кромки.

Лекция 2.

Тема 2. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Маршрутизация. Создание объёмной модели с использованием модуля "Сварная конструкция"

Особенность сварных конструкций такова- что они состоят вроде бы из отдельных деталей, но, тем не менее, все детали соединены в одно целое при помощи сварки. И рассматривать такую деталь с точки зрения расчета на прочность и жесткость следует как единую целую, с учетом ослабления сварных швов.

В SolidWorks сварные конструкции можно создавать двумя способами:

• Используя трехмерные эскизы, создается сварное изделие из профилей, выбранных из библиотечной базы или созданных самостоятельно. При этом возможно отсечение лишних частей профилей и установка торцевых пробок.

• Сварная деталь создается из нескольких твердых тел, как многотельный объект (сборка). При этом возможно скругление углов, подготовка кромок для сварного шва. формирование сварочного шва и установка угловых соединений.

Создание сварной конструкции из трехмерного эскиза

Рассмотрим первый способ создания сварной конструкции из трехмерного эскиза. В основе его лежит **метод маршрутизации**. Сущность метода состоит в том, сначала создается эскиз каркаса будущей конструкции, а затем линии эскиза заполняются 3D-моделями стандартного проката. Это разновидность метода вытягивания твердого тела по заданному направлению.

После того как инструментальная панель появилась на экране, можно приступить к созданию сварной конструкции на основе имеющегося трехмерного эскиза.

К основным командам инструментальной панели Сварные детали относятся следующие :





Сначала укажем программе, что мы хотим создать сварную деталь, и нажмем в панели инструментов «Сварные детали» кнопку «Сварная деталь». В Дереве «Конструирования» должен появиться пункт «Сварная деталь». Теперь воспользуемся кнопкой «Конструкция» для создания элемента конструкции путем вытяжки определенных профилей вдоль указанных траекторий в трехмерном эскизе. В Менеджере свойств откроется диалоговое окно Конструкция. Это окно позволит выбрать профиль, который будем использовать для создания сварной конструкции. При задании профиля в поле «Стандарт» выберем из двух стандартов (ansi дюйм и iso) метрический стандарт iso. В поле «Тип» можно выбрать профиль из существующих, например, угольник. В дальнейшем мы покажем, как создавать собственные профили. В поле «Размер» можно выбрать размеры существующих профилей. Выберите, скажем, угольник размером 35х35х5 мм, что означает ширина полок угольника 35 мм, а толщина металла 5 мм. Теперь осталось задать в поле «Группы» элементы эскиза, которые будут сформированы в группу и оформлены выбранным типом профиля, например, элементы переднего прямоугольника (рис.6).





В появившемся поле «Настройки» можно выбрать способ обработки углов, установив флажок «Применить обработку углов» и нажав одну из кнопок «Кромка под углом», «Стыковое соединение1» или «Стыковое соединение2», а также, при необходимости, повернуть профиль на необходимый угол в параметре «Угол поворота» (например, 270°). После всех установок нажмите кнопку ОК.

Аналогичным образом задайте профили для внутреннего прямоугольника. В этом случае также задайте параметр Угол поворота равным 270°, чтобы вторая полка угольника смотрела внутрь параллелепипеда (рис.7).



Рисунок 7

Теперь установим профили по остальным горизонтальным ребрам параллепепипеда. Для каждого ребра потребуется отдельная команда, так как каждый угольник необходимо ориентировать в пространстве путем подбора параметра «Угол поворота», чтобы наруж-

ные полки угольника смотрели вне параллелепипеда, а также произвести обрезку излишних концов угольника. На примере верхнего правого ребра покажем разделку профиля для сварной конструкции.

Вновь вызовите из инструментальной панели «Сварные детали» команду «Конструкция» и установите профиль, задав параметр «Угол поворота» равным 90° (рис.8).



Рисунок 8

Посмотрите внимательно на рис.8, и вы увидите, что произошло наложение конца только что построенного горизонтального уголка на концы двух других уголков.Чтобы убрать данное наложение, необходимо воспользоваться командой «Отсечь/вытянуть» из инструментальной панели «Сварные детали». Данная команда позволяет отсекать или вытягивать элементы детали до поверхностей других элементов так же, как инструменты обрезки.

В данном случае нам необходимо отсечь конец горизонтального профиля. Нажмите на кнопку «От-

сечь/вытянуть». В открывшемся в Менеджере свойств диалоговом окне «Отсечь/вытянуть» щелкните мышью в поле «Обрезаемое тело» и укажите вставленный профиль. Теперь щелкните мышью в поле «Граница отсечение» и установите режим «Тела», а затем укажите мышью два оставшихся угольника (рис.9). Можно также установить флажок «Зазор сварки» и задать величину зазора для сварного шва.



Рисунок 9





Рисунок 10

Поверьте по рис.9, правильно ли все установлено, и нажмите кнопку ОК. в результате должна получиться конструкция, показанная на рис.10. То же самое необходимо проделать и со вторым концом горизонтального профиля.

Аналогичным образом поступите со следующими тремя горизонтальными профилями для завершения построения сварной конструкции параллелепипеда. В итоге у вас должна получиться конструкция, показанная на рис.11.

Рисунок 11

Теперь перейдем к созданию пандуса эстакады. Поперечный профиль пандуса будем изготавливать из другого профиля – квадратной трубы. Для этого вызовите опять из панели инструментов «Сварные детали» команду «Конструкция» и в открывшемся диалоговом окне «Менеджера свойств» установите в поле «Тип» профиль «квадратная труба», а в поле «Размер» задайте 40х40х4. В поле «Сегменты траектории» укажите мышью поперечную линию пандуса трехмерного эскиза (рис.12) и нажмите кнопку ОК



Рисунок 12

Остальные элементы пандуса трехмерного эскиза постройте таким же угольником, каким был выполнен весь корпус эстакады. При задании параметров в диалоговом окне «Конструкция» в поле настройка обязательно установите флажок «Применить обработку углов» и задайте граничное условие «Стыковое соедине-

ние1». Нажмите кнопку ОК, в результате должна получиться следующая сварная конструкция (рис.13). Проделайте аналогичную операцию со второй стороной эстакады, обрежьте лишние концы профилей и получите готовую сварную конструкцию эстакады (рис.14).



Рисунок 13



Рисунок 14

Осталось внести последний штрих- добавить пробки на открытые концы квадратного профиля. Для этого из инструментальной панели «Сварные детали» вызовите команду «Торцевая пробка», которая создает элемент торцевой пробки с помощью торцевых поверхностей открытых на конструкциях. В «Менеджере

свойств» откроется диалоговое окно «Торцевая пробка». Укажите мышью грань квадратного профиля, где должна размещаться торцевая пробка, задайте толщину пробки «T1», например, 5 мм и установите флажок «Углы фаски», чтобы сделать фаски на пробке. Проверьте по рис.15 задание параметров и нажмите кнопку ОК.

Если все сделано правильно, то в сварной конструкции на конце квадратного профиля появится пробка, закрывающая внутреннюю полость профиля.

Аналогичным образом создайте пробку на втором конце профиля. Таким образом, проектирование эстакады как цельной сварной детали закончено. Сохраните деталь, нажав кнопку «Сохранить».



Рисунок 15

Создание собственных профилей

Пользователь программы может создать свой собственный профиль как деталь библиотечного элемента, затем поместить его в определенную папку, чтобы потом его можно выбрать в дальнейшем.

При создании эскизов собственных профилей нужно учитывать следующее:

• При создании элемента конструкции сварной детали с помощью создаваемого профиля по умолчанию исходная точка эскиза становится точкой пронзания.

• При создании элемента конструкции сварной детали можно выбрать любую вершину на эскизе в качестве альтернативной точки пронзания.

• При создании элемента конструкции сварной детали можно добавить точки эскиза в эскиз и выбрать их в качестве альтернативных точек пронзания.

«Точка пронзания» определяет местоположение профиля относительно сегмента эскиза, который используется для создания элемента конструкции. Точка пронзания по умолчанию – это исходная точка эскиза в детали библиотечного элемента профиля. В качестве точки пронзания можно также использовать любую вершину или точку эскиза, указанную в профиле.

Для создания профиля сварной детали откройте эскиз новой детали. В качестве профиля давайте создадим эскиз двутавра (рис.16). Посредине двутавра с помощью инструмента эскиза «Точечный» создайте точку в центре эскиза и задайте ее положение относительно исходной точки. Эта точка в дальнейшем нам потребуется в качестве точки пронзания профиля.



Рисунок 16

В построенном эскизе исходная точка совпадает с нижним левым углом профиля, соответственно по умолчанию она будет являться точкой пронзания. Сразу отметим, что это не совсем удачный выбор, так как лучше всего для симметричных деталей точку пронзания выбирать посредине эскиза. Дальше мы покажем, как можно быстро сменить точку пронзания.

Закройте построенный эскиз двутавра и щелкните мышью в Дереве Конст-руирования по элементу «Эскиз1». Теперь выберите «Файл | Сохранить как» и в поле «Тип файла» выберите «Lib Feat Part (Детали библиотечных элементов) (*.sldlfp)». Затем в поле «Имя файла» введите имя эскиза «Двутавр 40х50х5.sldlfp» и нажмите кнопку «Сохранить».

> Значок детали рядом с названием детали в Дереве Конструирования изменится на значок библиотечного элемента (рис.17). Закройте файл детали. Сейчас библиотечный элемент сохранился в текущей папке, где сохраняются текущие рабочие файлы SolidWorks.

Рисунок 17

Для того чтобы можно было постоянно пользоваться собственными профилями, деталь библиотечного элемента профиля необходимо поместить в соответствующую папку, тогда ее можно будет выбрать в окне «Конструкция», появляющемся в Meнеджере свойств. Профили сварных деталей находятся в папке по умолчанию в каталоге установки SolidWorks в dataweldment profiles. Структура подпапок в папке weldment profiles определяет параметры, которые отображаются в окне «Конструкция» Менеджера свойств. Поле «Выбранные элементы» в Менеджере свойств и соответствующая папка в «Проводнике Windows», а также структура файлов задаются следующим образом:

• Главная папка содержит одну или несколько папок стандартов. Папка weldment profiles является главной папкой и содержит две папки стандартов (ansi inch и iso). В Менеджере свойств имя каждой папки стандартов отображается в качестве элемента для выбора в поле «Стандарт».

• Папки стандартов содержат одну или несколько папок типов, например, angle iron, c channel, pipe и т. д. В Менеджере свойств после выбора стандарта имена всех его подпапок типов отображаются в поле «Тип».

• Папки типов содержат одну или несколько деталей библиотечных элементов. В Менеджере свойств после выбора типа имена деталей библиотечных элементов отображаются в списке «Размер».

Чтобы сохранить собственные профили в существующей структуре папок, выполните одно из следующих действий:

• добавьте новую деталь профиля в любую из папок типов. Например, деталь собственного профиля можно сохранить в папке «Квадратная труба», которая является подпапкой папки iso. В Менеджере свойств при выборе «iso» в списке «Стандарты» и «Квадратная труба» в списке «Тип» имя собственного профиля появится в списке «Размер» в качестве одного из элементов. для выбора;

• добавьте новую папку типа в существующую папку стандарта, сохраните деталь собственного профиля в новой папке типа. Например, в папке iso создайте папку «Собственные элементы». Затем сохраните детали собственного профиля в папке «Собственные элементы». В Менеджере свойств при выборе iso в списке «Стандарты» пункт «собственные элементы» появится в качестве одного из элементов для выбора в списке «Тип». При выборе «Собственные элементы» в списке «Ти»п имя деталей собственного профиля появится в списке «Размер»;

• добавьте новую папку стандартов в папку weldment profiles, создайте папку типов в папке стандартов и сохраните детали собственных профилей в папке типов. Например, в папке weldment profiles создайте папку, например, «Мой стандарт». В папке «Мой стандарт» создайте папку, например, «Мой тип деталей». Затем сохраните детали собственных профилей в этой папке, например, созданный библиотечный элемент «Мой профиль». В Менеджере свойств появится папка «Мой стандарт» в качестве одного из элементов для выбора в списке «Стандарт». При выборе «Мой тип деталей» в списке «Тип» имя библиотечного элемента «Мой профиль», являющееся именем детали собственного профиля, появится в списке «Размер».

Если требуется сохранить профили в отдельной папке, можно создать отдельную структуру папок, а затем указать ее в качестве папки для файла профиля сварной детали.

Сохраним эскиз профиля как деталь библиотечного элемента по третьему варианту. Для этого в «Проводнике Windows» создайте следующую структуру папок «каталог установки SolidWorks>dataweldment profiles гостдвутавр» и скопируйте в эту папку созданный библиотечный файл «Двутавр40х50х5.sldlfp».

Теперь попробуйте использовать самостоятельно созданный профиль двутавра в трехмерном эскизе. Создайте сварную деталь, нажав кнопку «Сварная деталь» из панели инструментов «Сварные детали». Затем создайте конструкцию из созданного профиля двутавра, для чего в панели инструментов «Сварные детали» нажмите команду «Конструкция». В открывшемся диалоговом окне Менеджера свойств в поле «Выбор» задайте параметры созданного профиля двутавра так, как показано на рис.18, и выберите в качестве сегмента траектории ближайшую кромку эскиза.



Рисунок 18

Нажмите кнопку ОК, в трехмерный эскиз должен добавиться созданный нами профиль двутавра. Посмотрите внимательно, и вы увидите, что профиль двутавра привязался к трехмерному эскизу левым нижним углом - это исходная точка эскиза профиля, которая является точкой пронзания (рис.19). Как было отмечено ранее, выбор этой точки сделан неудачно, так как для симметричных профилей точку пронзания лучше делать посредине профиля. В данном случае такой выбор сделан намеренно, чтобы показать, как можно быстро сменить точку пронзания.

Для того чтобы сменить точку пронзания, нажмите правой кнопкой мыши на элемент конструкции «Конструкция» в «Дереве Конструирования», а затем в выпадающем контекстном меню выберите пункт «Редактировать определение». В открывшемся окне Менеджера свойств в поле «Настройки» нажмите кнопку «Поиск профиля». Можно выбрать любую из вершин или точек эскиза на профиле. В нашем случае выберите специально созданную для этого точку посредине профиля и нажмите кнопку ОК. Профиль сдвигается для выравнивания новой точки пронзания по сегменту эскиза элемента конструкции (рис.20).





Рисунок 19

Рисунок 20

Остальные двутавровые профили трехмерного эскиза эстакады можно построить способами, описанными выше.

<u>Метод добавления сварных швов в SolidWorks</u>

При моделировании сварных соединений существует полная аналогия с процессом их изготовления: технологическим операциям сварки должны предшествовать сборочные операции (с целью обеспечения взаимной ориентации элементов конструкции), а наложение сварного шва рассматривается как добавление новой детали к изделию. Из выше сказанного следует, что инструмент для решения поставленной задачи может быть реализован лишь в документе сборки.

Сварной шов, созданный этим методом, это 3D-модель, получаемая по задаваемым пользователем параметрам и вставляемая в сборку автоматически. Расширение файла модели шва – SLDPRT.



Пример наложения сварного шва в конструкции изделия "Трубопровод"

Последовательность моделирования сварной конструкции содержит четыре этапа.

Этап I Вызов мастера выполняется из меню *Вставка* >> Элемент сборки >> Сварка (команда активна при наличии в документе сборки минимум двух моделей деталей). Первое, что следует указать в открывшемся диалоговом окне - один из типов сварного шва:

стыковой (без скоса кромок, с разделкой одной кромки, с разделкой двух кромок, U-образный, J-образный, V-образный с одно- и двусторонней разделкой);

- двусторонний;
- угловой;
- контактная сварка;
- •

Тип сварного шва
Y ISO
Стыковой Стыковой без скоса кромок Стыковой V-образный, двусторон. разделка Стыковой V-образный, односторон. разделки Стыковой с разделкой двух кромок Стыковой с разделкой одной кромки Стыковой U-образный
< Назад Далее > Отмена Справка

Диалог выбора типа сварного шва

Все типы швов поясняются пиктограммами, а их названия аналогичны ГОСТ 5264-69 - для стальных соединений, ГОСТ 14806-69 - для соединений из алюминия и сплавов, и т.п.

Этап II Далее, в соответствии с выбранным типом, определяются форма и размеры поверхности шва. На данном этапе следует выбрать один из трех возможных вариантов поверхности: прямолинейную, выпуклую, вогнутую, а также задать ее размеры.

Форма поверхности	дельта верхней поверхности:	
Прямолинейная Выпуклая Вогнутая	- дельта нижней поверхности:	1 Дельта поверхност
C Hazan	Далее > Отмена Справка	Paduve

Диалог определения формы и размеров поверхности шва

Возможно, тут пояснения требует лишь термин *Paduyc*, который тождественен понятию "катета" - наименьшей стороны треугольника, вписанного в сечение сварного шва.

Этап III Выбор свариваемых поверхностей. В графической области экрана следует выделить группы поверхностей собираемых деталей:

- Контактные поверхности грани, которые соединены сварным швом;
- Ограничивающие поверхности грани, которые определяют начало и конец сварного шва;
- *Верхние поверхности* грани, от которых измеряется дельта верхней поверхности.

В данном случае шов имеет торообразную форму, а посему, ограничивающие его поверхности отсутствуют.



Диалог выбора свариваемых поверхностей (на рисунке детали для удобства обозначения поверхностей разнесены в пространстве, при выполнении команды все свариваемые элементы сборки должны быть обязательно сопряжены: в данном случае это сопряжения *Концентричность* и*Расстояние* (монтажный зазор) между торцами труб)

Этап IV Сохранение модели сварного шва. Как упоминалось выше, сварной шов добавляется в сборку в виде отдельной детали, именуемой по умолчанию bead.sldprt. Соответственно и сохранять его следует в каталог с моделями деталей редактируемой сборки.

Деталь сварного шва Деталь сварного шва [Sidworks(Welding(Pipe))bead.sidptt	
<Назад Готово Отмена Справка	

Диалог сохранения модели сварного шва

Наиболее важными для конструктора параметрами детали bead.sldprt являются её размеры и условное обозначение. Доступ к первому из параметров осуществляется через элемент *Сварной шов* компонента *bead* в дереве построения. Пункт меню *Редактировать определение* служит для повторного вызова мастера добавления швов, в котором можно изменить любые настройки введенные на предыдущем этапе. Если же необходим доступ к сварному шву как к отдельно взятой твердотельной модели, то для этой цели, как обычно, следует выполнить *Редактировать деталь*, кликнув правой кнопкой мыши на компоненте *bead*.

А Примечания	Элемент (Сварной шов1)
🕨 😔 Связь проектов	Редактировать определение
Ссвещение	Список внешних ссылок
——————————————————————————————————————	
🛛 🚫 Сверху	
——————————————————————————————————————	Родитель/Потомок
— 🛴 Исходная точка	🗙 Удалить
🕨 鳋 (ф) Труба<1>	Внешний вид
🖌 % (-) Труба<2>	Свойства
 (ф) bead<1> 	
Примечания	Тело
🕨 🀼 Связь проектов	Скрыть
Б Твердые тела(1)	Внешний вид
📲 Материал <не указан>	ГР Свойства
🚫 Спереди	
Сверху	Найти
💫 Справа	🔍 Увеличить выбранный элемент
1. Исходная точка	
Сварной шов1 ->	Настройка меню

Возврат к мастеру добавления сварных швов

При добавлении в сборку сварного шва его условное обозначение на компоненте *bead* создается автоматически. Открыв *Свойства*, можно откорректировать надписи в соответствии с ГОСТ.

Монтажная	Текст сварки		Полка выноски:
сварка		FOCT 5264-69-C6	Макс. близко
Везде	7 Nº3		
Другая сторона	Обозначения: 🔼 🖸	⊇ <u>₩</u> ∕Z⊐ØN°	Пайка Наклеивание
Шрифт ———		1 ГЧасто используемое обозначение	сварки – Сбознач, шерох, поверх, —
Использова шрифт док	умента	5 a 2 8 8	Сверху Подробности
		<none></none>	Снизу Подробности

Обозначения сварных швов

Условное обозначение сварного шва из модели сборки можно автоматически перенести в 2D чертеж, выполнив в нем команду Вставка >> Элементы модели. Однако эти обозначения могут отличаться от изначально заданных по причине несовпадения стандартов: например, в сборке по ГОСТ, а на чертеже - по ISO. Для согласования обозначений следует в меню Инструменты >> Параметры на вкладке Свойства документав пункте Оформление >> Чертежный стандартор установить значение GOST (естественно, если документация выполняется в соответствии с этим стандартом).

Лекция 3.

Тема3. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Создание объёмной модели с использованием модуля "Трубопровод"

Часто при проектировании приборов и оборудования возникает задача создания трубопроводов и коммуникаций, которые бы объединили компоненты сборок и сделали трехмерную модель завершенной. Включение трубопроводной обвязки в трехмерную модель изделия позволяет решить многие проблемы уже на этапе проектирования и избежать ситуации, когда на этапе монтажа оказывается, что трубы неправильно изогнуты и мешают работе других систем или в существующей конструкции недостаточно свободного места для прокладки всех необходимых коммуникаций.

Задача создания трехмерных моделей трубопроводов возникает при проектировании приборов и оборудования различных отраслей машиностроения, при создании гидравлических и пневматических систем, в нефтегазовой промышленности при создании трубопроводной обвязки, а также при проектировании различных инженерных коммуникаций, подводок и шлангов.



Рис. 1 Модель трубопроводной обвязки

Все эти задачи решаются посредством модуля *SolidWorks Routing*, который входит в конфигурацию SolidWorks Premium и специально предназначен для облегчения работы по проектированию сборных и гнутых трубопроводов, гибких подводок и инженерных коммуникаций.

Сохраняя все привычные возможности САПР SolidWorks и пользуясь всеми преимущества его простого интерфейса, проектировщик дополнительно получает в свое распоряжение ряд инструментов для автоматической прокладки трубопроводов. При этом ему доступна библиотека проектирования трубопроводной арматуры, содержащая тысячи компонентов стандартов DIN, ISO, ANSI и ГОСТ. Можно добавлять в библиотеку и собственные компоненты, как детали, так и сборки.

Используя в своей paбote SolidWorks Routing, возможно оптимально компактно расположить линии обвязки в сборке изделия, исключить возможность взаимного пересечения труб и конструкции, быстро получить данные о длинах труб, тем самым сократив время проектирования и на его ранних этапах получить точные данные о потребностях в материалах и комплектующих.

В *SolidWorks Routing* автоматизированы многие рутинные процессы по прокладке траектории осевой линии трубопровода, добавлению арматуры и изоляции, получению документации на трубопровод и информации для трубогибочного оборудования.

Как и любой другой объект SolidWorks, сборка трубопровода является ассоциативным объектом, и при внесении изменений в конструкцию изделия автоматически корректируются размеры сегментов трубопроводов и места расположения арматуры. Таким образом, удается организовать коллективную работу различных специалистов над единым проектом в единой среде и выявить потенциальные ошибки до того, как они проявятся в производстве.

Проектирование трубопровода начинается с задания свойств маршрута, к которым относятся типоразмер выбранной трубы, радиус сгиба для гнутого трубопровода или тип колена для сборного, изоляция труб и другие параметры. Эти параметры будут использованы по умолчанию, в тех случаях, где не определены особые условия, но их можно в любой момент изменить и система перестроит трубопровод.

Следующий этап — это прокладка маршрута трубопровода в модели сборки. Маршрут представляет собой пространственный эскиз осевой линии трубопровода и может быть создан вручную, используя инструменты 3D эскиза, или автоматически. В автоматическом режиме две выбранные точки или соединяются линией гибкого трубопровода минимальной либо заданной длины с учетом заданных условий, или предлагается на выбор несколько альтернативных вариантов прокладки жесткого трубопровода между конечными точками.

Трубопроводная арматура добавляется из библиотеки проектирования простым перетаскиванием в нужные позиции. Библиотека поставляется вместе с *SolidWorks Routing* и содержит, в том числе, отводы, тройники, фланцы и другие фитинги стандарта ГОСТ. Колена в сборных трубопроводах расставляются автоматически в соответствии с заданными параметрами маршрута и диаметром трубопровода.

После того, как маршрут определен, все участки труб между фитингами строятся автоматически в соответствии с заданными условиями, например, минимальными радиусами сгиба гибких шлангов, заданной максимальной длиной сортамента прямолинейных участков сборных трубопроводов, условиями прохождения через выбранные держатели и т.д.

Каждый трубопровод представляет собой маршрутную сборку, создаваемую в контексте общей сборки. В такой сборке автоматически формируются две папки – в одну включаются все отрезки трубопровода, в другую –

вся арматура, присутствующая в данной сборке. Изначально сборка трубопровода может быть как виртуальной, т.е. не требующей сохранения в виде отдельного файла, так и созданной как самостоятельный документ.

Маршрутный узел всегда является компонентом сборки верхнего уровня. При установке некоторых компонентов в сборку автоматически создается маршрутный узел. В отличие от других типов узлов, маршрутный узел не создается в отдельном окне с последующей установкой в качестве компонента в сборку верхнего уровня

После построения всех трубопроводов легко проверить конструкцию на пространственные пересечения и создать рабочую документацию на трубопроводы. На чертеже трубопровода может быть сформирована отчетная таблица, содержащая перечень стандартных компонентов и длины всех сегментов, которая, как и весь чертеж, ассоциативно связана с трехмерной моделью трубопровода и автоматически корректируется при каждом изменении сборки.

Данные о радиусах и координатах сгибов могут быть экспортированы во внешний файл для изготовления труб на трубогибочном оборудовании.

Условно можно выделить нескольких типов трубопроводов, которые могут быть созданы средствамuSolidWorks Routing:

- Жесткие сборные трубопроводы (сварные и собранные на резьбе)
- Гнутые трубопроводы
- Гибкие подводки и шланги

Сборные трубопроводы

Возможно создание как сварных трубопроводов, так и с резьбовыми соединениями труб. При создании сборного трубопровода система автоматически расставляет отводы в местах поворота трубопровода и подбирает их типоразмер по условному диаметру трубы. При изменении параметров маршрута трубопровода автоматически заменяется и вся зависимая арматура. Если трубопровод собирается на резьбовых соединениях, то при построении трубопровода учитывается и длина резьбовых хвостовиков труб.



Можно задать фиксированную длину трубы, если трубопровод собирается из труб стандартной длины, при этом система автоматически разобьет прямолинейные участки трубопровода на сегменты и может добавить фитинги в места стыка труб.

Также автоматизированы и многие другие операции, например, при врезке труб друг в друга система может автоматически произвести их разделку под сварку.

После создания модели трубопровода проектировщик может экспортировать данные о трубопроводе в формат PCF ISOGEN, являющийся промышленным стандартом для создания изометрических схем трубопроводов, и создать полностью ассоциативный чертеж трубопровода в SolidWorks.

Гнутые трубопроводы

Для гнутых трубопроводов *SolidWorks Routing* не только автоматически вычислит длину каждого сегмента трубопровода, но и создаст таблицу сгибов в формате txt и html. В таблице содержится информация по длинам

сегментов трубопровода, привязанная к системе координат, количеству сгибов и их радиусах, то есть вся информация, необходимая для трубогибочного оборудования.

Гибкая подводка



При проектировании гибкой подводки, различных пневматических и гидравлических шлангов достаточно указать конечные точки трубопровода, и будет создан гибкий трубопровод минимальной длины с учетом минимального радиуса сгиба и условий его прохождения через выбранные держатели.

При изменении положения компонентов сборки длины таких трубопроводов пересчитываются автоматически.

Проектировщик может задать фиксированную длину такого трубопровода и *SolidWorks Routing* проложит маршрут с учетом этого значения.

Необходимые элементы в маршрутных деталях.

. Трубы. В маршрутном узле отдельные сегменты являются конфигурациями детали трубы или трубки, основанными на номинальном диаметре, идентификаторе трубы

Коленчатые детали (отводы)

Точка соединения - это точка в соединительной части (фланец, колено, электрический соединитель и т.п.), где начинается или заканчивается маршрутный сегмент (труба, трубка или кабель). Маршрутный сегмент может генерироваться только в том случае, если хотя бы один конец подсоединен к точке соединения. Каждая деталь соединительной части должна содержать точку соединения, расположенную в том месте, где должна начинаться или заканчиваться прилегающая труба, трубка или кабель

Точка маршрута - это точка в соединительной части, которая используется для его размещения в точке пересечения или конечной точке на трехмерном эскизе

• Соединительные части с несколькими ответвлениями должны иметь точку соединения в каждом канале и точку маршрута в местах пересечения ветвей.

Например, Т-образная труба имеет три точки соединения и одну точку маршрута.

При добавлении соединительной части точка маршрута размещается точно на пересечении в трехмерном эскизе.





Условный проход (Ду), номинальный диаметр (DN) — <u>параметр</u>, применяемый при описании <u>трубопроводных</u> систем как характеризующий признак при монтаже и подгонке друг к другу деталей трубопровода (<u>труб</u>, <u>фитингов</u>, <u>арматуры</u>).

света элемента трубопровода. Он не имеет единицы измерения и указывается, например, как DN 100, Ду100.

Градуировка условных проходов рассчитана таким образом, чтобы пропускная способность трубопровода при переходе от одного прохода к следующему возрастала на 60-100 %. Условный проход рассчитывается при проектировании таким образом, чтобы обеспечить требуемую пропускную способность трубопровода.

Чтобы сохранить для всех элементов трубопровода (труб, арматуры и соединительных частей) значение проходного сечения, обеспечивающее расчётные условия для прохода жидкости, пара или газа, введено понятие условного прохода.

Под условным проходом труб, арматуры и соединительных деталей понимают (округленный вверх или вниз до значений стандартного ряда) средний внутренний диаметр труб (в свету).

Условный проход обозначают буквами DN (Ду) с добавлением величины условного прохода в миллиметрах: например, условный проход диаметром 150 мм обозначают DN 150 (Ду 150).

Истинный внутренний диаметр труб обычно **не равен** (за редким исключением) диаметру условного прохода.

Так, например, у труб с наружным диаметром 159 мм при толщине стенки 8 мм истинный внутренний диаметр составляет 143 мм, а при толщине стенки 5 мм – 149 мм, однако в обоих случаях условный проход принимается равным 150 мм.

Полиэтиленовые трубы очень часто маркируются характеристикой SDR - стандартным размерным отношением. Таким образом производителям полиэтиленовых труб удается ранжировать прочностные характеристики ("класы давления") для различных труб одного диаметра. SDR это отношение диаметра трубы к толщине стенки, т.е:



$SDR = D / s, r \partial e$

D = внеший диаметр трубы (мм), s = толщина стенки трубы (мм).

SDR 15 означает, что внешний диаметр трубы в 15 раз больше толщины, и не означает, что труба выдержит 15 атмосфер.

• чем выше SDR, тем тоньше стенка трубы по сравнению с внешним диаметром, т.е. тем "слабее" труба.

• чем ниже SDR тем толще стенка трубы по сравнению с диаметром, т.е. тем "прочнее" труба

Как следствие, труба с более низким SDR имеет более высокий класс давления по отношению к трубе с высоким SDR.

Таблица соответствия метрических и дюймовых присоединительных размеров труб, трубопроводной арматуры, фланцев и другого оборудования.

Ду или DN*	В дюймах						
6	1/8''	90	3 1/2"	400	16''	1300	52''
8	1/4''	100	4''	450	18''	1400	56''
10	3/8''	125	5''	500	20''	1500	60''
15	1/2''	150	6''	600	24''	1600	64''
20	3/4''	175	7''	700	28''	1700	68''
25	1''	200	8''	800	32''	1800	72''
32	1 1/4''	225	9''	900	36''	1900	76''
40	1 1/2''	250	10''	1000	40''	2000	80''
50	2''	275	11''	1050	42''	2200	88''
65	2 1/2"	300	12''	1100	44''		
80	3 "	350	14''	1200	48''		

Лекция 4.

Тема 4. Программный комплекс для трехмерного моделирования. Библиотека стандартных элементов. Автокрепежи

Библиотека стандартных деталей предназначена для ускорения сборки изделия, содержащего стандартные детали. К стандартным деталям относятся болты, гайки, шайбы, шпильки, стопорные кольца, втулки, винты, подшипники качения, кулачки, зубчатые колеса, звездочки, конструкционные профили, включая алюминиевые и стальные. Все стандартные детали структурированы с помощью инструмента SolidWorks Toolbox, который полностью интегрирован в SolidWorks. Кроме того, вес крепежные детали в библиотеке сохранены в параметрическим виде, т. е. все геометрические параметры детали связаны друг с другом параметрическими зависимостями.

Например, размер головки болта зависит от диаметра болта и связан с ним уравнением. Это позволяет существенно снизить количество однотипных деталей, имеющих одинаковую конфигурацию, но различные размеры. SolidWorks Toolbox поддерживает следующие международные стандарты: ANSI. BSL CISC. DIN. ISO и JIS. К сожалению, среди них нет ГОСТ, но многие стандартные детали, выполненные по ГОСТу, по своим размерам подходят к одному из международных стандартов, надо только знать их соответствия.

Помимо стандартных крепежных деталей. SolidWorks Toolbox имеет несколько расчетных инструментов, позволяющих провести некоторые конструкторские расчеты, а именно:

• расчет балки — для определения напряжения и деформации балки по заданным размерам и нагрузкам;

• расчет подшипника — для определения нагрузки и срока службы (ресурса) подшипника качения (в часах или миллионах оборотов);

• канавки — для добавления канавок в цилиндрическую деталь;

◆ конструкционная сталь — для добавления эскиза в деталь определенного поперечного сечения из конструкционной стали;

Покажем на примере простого болтового соединения, как пользоваться библиотекой стандартных деталей.

1. Для этого необходимо установить компонент SolidWorks Toolbox. Выберите команду Инструменты | Добавления и установите флажки SolidWorks Toolbox и SolidWorks Toolbox Browser. Нажмите кнопку ОК. Если компонент успешно установлен, то в меню появится ПУНКТ Toolbox.

2. Теперь давайте создадим простейшую деталь — пластину размером 50х50 мм и толщиной 10 мм с отверстием по центру диаметром также 10 мм. Сохраните деталь в файл пластина.sidprt.

3. Затем создайте сборку, в которую вставьте две созданные пластины. Сейчас мы с помощью стандартных деталей — болта, шайбы и гайки — произведем стяжку двух пластин.

4. Предварительно разместите с помощью условий сопряжения пластины так. как показано на рис. 11.24. Теперь настало время вставить в сборку стандартные изделия. Нажмите в правой части экрана кнопку Библиотека проектирования. Если этой кнопки нет. то выберите команду Вид | Панели инструментов | Панель задач. Откроется соответствующий инструментарий, с помощью которого можно сохранять собственные детали в качестве стандартных с целью их дальнейшего использования.

5. Раскройте папку Toolbox, нажав на значок плюса рядом с этим пунктом. Откроется древовидная структура подкаталогов, в которых расположены стандартные детати. Некоторые папки имеют названия деталей на английском языке, поэтому пользователям, не владеющим английским, придется прибегнуть к помощи словаря. Пройдите путь по дереву Toolbox \ Ansi (Метрические) \ Болты и винты и щелкните мышью папку Шестигранная головка. В ней находятся болты с шестигранными головками.

9. В итоге вы должны получить сборку двух пластин с болтом по размеру отверстия. Теперь переверните сборку "вверх ногами" для того, чтобы удобнее было манипулировать следующими вставляемыми компонентами.



10. Снова откройте Библиотеку проектирования и зайдите в папку Toolbox \

Ansi (Метрические) \ Шайбы \ Плоские шайбы. В ЭТОЙ ПЭПКС расположены ПЛОские шайбы.

11, Аналогичным образом перетащите из Библиотеки проектирования одну из шайб в область экрана сборки.



Подведя к болту, постарайтесь, чтобы шайба встала соосно болту. Пока размеры шайбы велики по сравнению с болтом. Установите в окне параметров размер шайбы под болт М10. Затем нажмите кнопку ОК Отмените вставку еше одной шайбы клавишей <Esc>. Задайте сопряжение совпадения плоскости шайбы и пластины. Как видите, диаметр шайбы чуть-чуть больше диаметра болта, что обеспечивает свободное одевание шайбы на болт.

12. Теперь, для завершения построения болтового соединения, нам осталось добавить только гайку. Вновь откройте Библиотеку проектирования и зайдите

В папку Toolbox \ Ansi (Метрические) \ Гайки \ Шестигранные гайки. В ЭТОЙ папке расположены шестигранные гайки.

Перетащите мышью одну из гаек в область создания сборки. Как и в предыдущих случаях, размеры гайки при перетаскивании весьма велики. Но пока не обращайте на это внимание, а установите в появившемся диалоговом окне параметров размер резьбы гайки, соответствующий размеру резьбы болта, т. с. МЮ. Остальные параметры не требуют изменений.

13. Теперь нажмите кнопку ОК



Задайте условия сопряжения концентричности гайки и болта и условия совпадения граней гайки и шайбы.
 В конце концов, у вас должно получиться законченное болтовое соединение (рис. 11.31). В Дереве Конструирования добавились соответствующие элементы.

16. Сохраните полученную сборку ПОД именем Болтовое соединение.sldasm.



Лекция 8.

Тема 8. Требования охраны труда при работе с компьютерной техникой.

Основные вредные факторы, влияющие на состояние здоровья людей, работающих за компьютером:

- сидячее положение в течение длительного времени;
- утомление глаз, нагрузка на зрение;
- перегрузка суставов кистей;
- неухоженность рабочего места;
- влияние компьютера на психику человека

Сидячее положение.

Казалось бы, за компьютером человек сидит в расслабленной позе, однако она является для организма вынужденной и неприятной: напряжены шея, мышцы головы, руки и плечи, отсюда излишняя нагрузка на позвоночник, <u>остеохондроз</u>, а у детей - сколиоз. У тех, кто много сидит, между сиденьем стула и телом образуется своего рода тепловой компресс, что ведет к застою крови в тазовых органах, как следствие -<u>простатит</u> и <u>геморрой</u>, болезни, лечение которых - процесс длительный и малоприятный. Кроме того, <u>малоподвижный образ жизни</u> часто приводит к ожирению, гипертонии и другим заболеваниям сердечно-сосудистой системы.

Симптомы и диагностика остеохондроза и сколиоза

В сидячем положении нагрузка на межпозвонковые диски намного больше, чем в положении стоя или лежа. Все эти негативные факторы могут вызвать появление грыжи межпозвонкового диска, боли в голове, конечностях и внутренних органах, то есть стать причиной возникновения остеохондроза и сколиоза.

Различают несколько видов остеохондроза, в зависимости от пораженной области позвоночника: остеохондроз <u>шейного</u>, <u>грудного</u>, <u>поясничного</u>, крестцового отделов позвоночника. Часто поражаются сразу несколько отделов позвоночника (шейно-грудной, пояснично-крестцовый остеохондроз).

<u>Диагностика остеохондроза или сколиоза.</u>

Признаки сколиоза видны даже неспециалисту при визуальном осмотре - это несимметричности фигуры. Основные симптомы остеохондроза - это боли в области позвоночника (в области поясницы при крестцовом и поясничном остеохондрозе, в шее, затылке при грудном и шейном остеохондрозе), нередко "отдающие" и в другие части тела, ограничение подвижности позвоночника, хруст в области шеи при остеохондрозе шейного отдела позвоночника.

Профилактика и лечение остеохондроза и искривлений позвоночника

Меры профилактики этих заболеваний совсем несложные, если не считать того, что для их соблюдения требуется постоянно себя контролировать:). Для <u>профилактики</u> остеохондроза и искривлений позвоночника надо вести подвижный образ жизни, правильно питаться и следить за осанкой и положением, в котором вы проводите большую часть времени, для этого уделите внимание своему <u>рабочему месту</u>. Все должно быть расположено так, чтобы вам не приходилось долго находиться в "скрученном" положении. И главное, как можно чаще вставайте из-за стола, делайте какие-либо движения.

<u>Лишний вес!</u>

Ожирение стало серьезной проблемой для жителей развитых стран. Лишний вес вызывает многие <u>заболева-</u> ния

Ожирение появляется из-за нарушения (ослабления или замедления) обмена веществ. Энергии (калорий) поступает в организм больше, чем сгорает. Но это - следствие. Основные <u>причины, вызывающие ожирение</u>:

- нерациональное питание;
- недостаточная подвижность, малая физическая активность;
- неправильный образ жизни;

- неадекватная реакция на стрессовые ситуации;
- чрезмерно долгий сон, сон в дневное время;
- применение гормональных препаратов.
- Борьба с лишним весом должна включать:
- нормализацию питания или даже диеты;
- повышение физической активности;
- <u>специальные комплексы упражнений;</u>
- изменение образа жизни, отказ от вредных привычек;

<u>Геморрой.</u>

Эта болезнь - одна из самых распространенных. 40% обращений к врачам по поводу кишечника связано с геморроем. Проктологи считают, что 70% людей рано или поздно сталкиваются с геморройными симптомами. А если вы целый день сидите перед компьютером, вероятность заполучить геморрой становится еще выше.

Геморроидальные узлы есть в организме каждого человека. Это складки слизистой оболочки анального канала. Дополнительно к действию мускулатуры они обеспечивают удержание каловых масс. В состоянии покоя геморроидальные узлы участвуют в перекрывании анального канала кишечника. При дефекации бугорки должны сглаживаться, чтобы не мешать прохождению кала. Застой венозной крови и чрезмерное натуживание нарушают положение узлов, они сползают вниз вместе со слизистой оболочкой. Затем происходит перестройка и нарушение кровоснабжения, это приводит к увеличению размеров геморроидальных узлов, их выпячиванию наружу.

Особо рискуют те, кто:

- ведет сидячий образ жизни, в т.ч. работает за компьютером;
- страдает запорами, ожирением;
- любит закладывать за воротник;
- за столом налегает на копченое, острое, соленое, пряное;
- балуется анальным сексом;
- имеет воспалительные заболевания в области малого таза;

• занимается серьезным видом спорта типа поднятия штанги, толкания ядра или прыжков; косит, рубит, таскает тяжести - короче, пашет как лошадь

Для геморроя характерны следующие основные симптомы:

- кровотечение при дефекации, примесь крови в каловых массах
- (обнаружив этот симптом как можно быстрее обратитесь к врачу!)
- зуд, жжение в области заднего прохода
- ощущение инородного тела, чувство тяжести
- выпадение узлов из прямой кишки
- боль при дефекации, ходьбе, в положении сидя
- болезненность геморроидальных узлов на ощупь

ПРОФИЛАКТИКА ГЕМОРРОЯ:

- борьба с расстройствами стула
- правильное <u>питание</u>
- ограничение спиртных напитков и острой пищи
- грамотная гигиена дефекации
- профилактика гиподинамии: физические упражнения

Простатит - самое распространенное среди мужчин урологическое заболевание

Это не удивительно, поскольку факторы, ведущие к его развитию (а сидячая работа за компьютером - один из основных), слишком распространены в нашей жизни.

Простатит - воспаление предстательной железы (простаты). <u>Причины</u> возникновения простатита можно разделить на две группы: имеющие инфекционную природу и неинфекционную. Само по себе попадание инфекции в простату не вызывает всех проявлений заболевания. Для развития простатита нужны еще предрасполагающие <u>факторы</u>.

Воздействие на зрение.

Глаза регистрируют самую мелкую вибрацию текста или картинки, а тем более мерцание экрана. Перегрузка глаз приводит к потере остроты <u>зрения</u>, а также компьютерного зрительного синдрома (Computer Vision Syndrome), который часто сочетается с <u>синдромом «сухого глаза».</u>

Зрение человека, сформированное в ходе длительной эволюции, в XX и в XXI веках оказалось мало приспособлено к работе с компьютерным изображением. Картинка экрана отличается от естественной тем, что она самосветящаяся, а не отраженная. Зрительная нагрузка существенно возрастает из-за необходимости постоянного перемещения взора с экрана монитора на клавиатуру и бумажный текст. Зачастую невозможность правильно и рационально организовать рабочее место (блики на экране монитора от внешних источников, неправильное расстояние от глаз до экрана, неудачный выбор цветов, чрезмерно большая яркость экрана) усугубляют ситуацию.

Наибольшее общее утомление вызывает работа в диалоговом режиме. Особую нагрузку на зрение представляет собой компьютерная графика — выполнение и корректирование рабочих чертежей с помощью ПК. В группе риска «компьютерного синдрома» — активные пользователи персональных компьютеров в возрасте от 18 до 40 лет.

<u>Симптомы компьютерного зрительного синдрома</u>

Жалобы людей, проводящих большую часть рабочего времени за экраном монитора, можно разделить на две группы:

- оптические

- затуманивание зрения (снижение остроты зрения);
- замедленная перефокусировка с ближних предметов на дальние и обратно (нарушение аккомодации);
- двоение предметов;
- быстрое утомление при чтении.
- физические
- жжение в глазах;
- чувство "песка" под веками;
- боли в области глазниц и лба;
- боли при движении глаз;
- покраснение глазных яблок.

Исследование зрительных функций у людей, в течение нескольких лет работавших за экранами ПК, выявило снижение объема аккомодации по сравнению с возрастной нормой и большую частоту близорукости по сравнению с людьми того же возраста, не связанных с компьютером. У лиц, предъявлявших вышеописанные жалобы, все эти изменения были выражены более резко. Исследование влияния самой работы с дисплеем на зрение показало, что за рабочую смену происходит уменьшение объема аккомодации, и у некоторых пользователей развивается временная, <u>"ложная" близорукость.</u>

Перегрузка суставов кистей рук.



Приводит к туннельному синдрому.

Туннельный синдром — это боль в руках, особенно в кисти правой руки, вызванная долгой однообразной работой. Этот синдром приобрел статус профессионального заболевания у работающих на компьютере, водителей.

Причиной возникновения боли является защемление нерва в канале запястья. Защемление может быть вызвано утолщением сухожилий, проходящих в непосредственной близости к нерву, а также утолщением или отеком самого нерва. Это происходит в результате постоянной нагрузки на одни и те же мышцы, которая может быть вызвана большим количеством однообразных движений (например, при работе с мышкой) или неудобным положением рук во время работы с клавиатурой, при котором запястье находится в постоянном напряжении. Всё это может привести к постоянному ощущению боли или дискомфорта в руках, ослаблению и онемению рук, особенно ладоней.

<u>При работе с клавиатурой</u> нервные окончания подушечек пальцев как бы разбиваются от постоянных ударов по клавишам, возникают онемение, слабость, в подушечках бегают мурашки. Это может привести к повреждению суставного и связочного аппарата кисти, а в дальнейшем <u>заболевания кисти</u> могут стать хроническими.

<u>Основная задача при лечении туннельного синдрома</u> - добиться декомпрессии (уменьшения давления) содержимого анатомического канала, в котором произошло сдавливание нерва. На ранних стадиях болезни это достигается терапевтическими методами. В более тяжелых случаях может понадобиться оперативное вмешательство рассечение фиброзного канала, ревизия нерва. Операция не опасная и эффективная, в большинстве случаев приводящая к полному восстановлению функции поврежденного нерва.

Неухоженность рабочего места

Пыли и грязи в компьютере и вокруг него со временем скапливается <u>немало</u>, причем убрать их зачастую бывает весьма сложно. А где грязь, там и всяческие микробы, бактерии и грибки, где пыль, там и пылевые клещи. Все это может спровоцировать самые разные заболевания - от <u>аллергии</u> до "болезней грязных рук".

<u>Аллергия и компьютер</u>

Аллергия – это повышенная чувствительность организма к различным веществам, проявляющаяся необычными реакциями при контакте с ними. Иммунная система в результате разбалансировки своих функций начинает реагировать на самые обычные вещества как на опасные, запуская соответствующие защитные процессы. Отсюда - такие <u>симптомы аллергии</u>, как ринит (насморк), слезоточивость, кожная сыпь...

Аллергены - вещества, вызывающие аллергию - мы можем получать различными путями. Наиболее распространены аэроаллергены, содержащиеся в воздухе в виде газов или мелкой пыли; аллергенные продукты, вызывающие пищевую аллергию; кожные, провоцирующие аллергические реакции при непосредственном контакте с поверхностью кожи; лекарственная аллергия может развиться при приеме различными способами лекарственных препаратов. Нередко аллергические реакции возникают при контакте с домашними животными - наверняка вам приходилось слышать выражения: аллергия на кошку, собаку.

"Компьютерные" аллергены относятся к аэроаллергенам. Проявления аллергии на них достаточно типичны аллергический ринит (насморк без повышения температуры тела), кашель, глазные (слезоточивость, покраснение глаз, припухлость век, "песок в глазах") и кожные (зуд, сыпь, сухость кожи) реакции.

Компьютер является довольно серьезным источником ряда аллергенов. Нагревается блок питания, процессор, а за ним и материнка, и видеокарта. А все они содержат различные смолы, фтор-, хлор-, фосфорсодержащие органические и неорганические соединения, которые при нагревании могут выделяться в воздух.

Еще один источник аллергенов - принтер, а точнее - порошок (или чернила), с помощью которых собственно и происходит печать. Вспомните запах, который исходит от только что распечатанного листа.

Кроме того, в компьютере и вокруг него много мест, где скапливается пыль и грязь, размножаются микробы и грибки. Клавиатура и мышь, коврик мыши... А откройте-ка системный блок компьютера, проработавшего годдва - пыли там... Вдобавок пыль получает от экрана монитора электрический заряд, хоть и слабенький, но достаточный для того, чтобы начать прилипать к вашему лицу и оседать в дыхательных путях. А ведь пыль сейчас считается самым распространенным аллергеном, она может вызвать аллергию даже при отсутствии других неблагоприятных факторов. Перефразировав Маяковского, вполне можно сказать: аллергия и пыль - близнецыбратья...

Последствия аллергии

Аллергия сама по себе - весьма неприятное состояние. Сильнейший насморк, отеки, красные чешущиеся глаза... Многие аллергики даже не могут выйти на улицу - там становится хуже, закрывают все окна и отсиживаются дома по несколько недель. При аллергии повышается утомляемость, усиливается раздражительность, снижается иммунитет. Но неприятные последствия аллергии этим не ограничиваются. Аллергия может провоцировать такие заболевания, как <u>экзема</u>, гемолитическая анемия, сывороточная болезнь, <u>бронхиальная астма</u>. Самое серьезное из возможных проявлений аллергии - анафилактический шок: затруднение дыхания, судороги, потеря сознания, значительное снижение артериального давления, вплоть до гибели. К счастью, анафилактический шок как аллергическая реакция на аллергены, передающиеся через воздух, возникает крайне редко, чаще его могут вызвать введение некоторых препаратов, укусы насекомых, реже пищевые аллергены.

<u>Профилактика и лечение аллергии</u>

Главное как для профилактики, так и в лечении аллергии - выявить ее <u>причину</u>, тот аллерген, который и вызывает все неприятные последствия. Но, во-первых, не всегда удается "вычислить" виновника аллергии, вовторых, часто просто невозможно от него избавиться. К тому же любые проявления аллергии - это сигнал о том, что не все благополучно в вашей иммунной системе, а это означает, что даже полностью избавившись от воздействия "вашего" аллергена, вы не можете быть уверены, что завтра то же самое не начнется из-за чего-то еще.

Поэтому <u>лечение аллергии</u> должно проводиться комплексно и включать такие методы, как элиминационная терапия (а говоря простым языком - создание гипоаллергенных условий дома и на работе), специфическая иммунотерапия, фармакотерапия. Важно также соблюдать при аллергии специальную <u>гипоаллергенную диету</u>.

А основные способы <u>профилактики аллергии</u> "на компьютер" достаточно очевидны: это поддержание чистоты и порядка на рабочем месте, а также укрепление иммунной системы. Ведите здоровый образ жизни - и неприятные признаки аллергии будут беспокоить вас все реже и реже!

Влияние компьютера на психику человека

Представить современного человека без компьютера и интернета невозможно. Эти достижения техники существенно облегчили нашу жизнь, упорядочили работу, расширили возможности. Но одновременно принесли с собой и ряд новых, ранее неизвестных нам проблем, одна из которых - влияние компьютера, и особенно интернета, на нашу психику. Это воздействие может быть как положительным, так и отрицательным.

Начнем с отрицательных аспектов воздействия компьютера на психику человека. Всемирная паутина стала причиной появления нового вида зависимости – <u>интернет-зависимости</u>. Основные типы интернет-зависимости:

• <u>Игровая зависимость (игромания)</u> – один из наиболее распространенных типов зависимости. Мир виртуальных игр ярок и реалистичен благодаря сложнейшим спецэффектам. Каждый новый уровень любой игры сложнее предыдущего. Желание покорить все новые высоты в виртуальном мире полностью завладевает зависимым человеком, он все свободное время (и не только) проводит за компьютером, пытаясь покорить уровень любимой игры. При этом интерес к реальной жизни практически утрачивается.

• <u>Навязчивый веб-серфинг (бесконечные путешествия)</u> – проявляется данная зависимость в форме постоянного перехода с одной интернет-страницы на другую. Интригующие заголовки и шокирующие анонсы заставляют заходить на новые сайты, кликать по различным ссылкам. Множество ненужной информации перегружает мозг.

• <u>Виртуальные знакомства и общение</u> – популярные социальные сети, такие как «В контакте», «Одноклассники» и другие, чаты, форумы, аська и другие способы <u>знакомства в интернете</u> могут таить в себе угрозу. В жизни далеко не каждый из нас успешен. Мы недовольны своей внешностью, финансовым положением, автомобилем, одеждой. Все это может стать причиной неуверенности в себе, появления комплексов и даже <u>депрессии</u>. В виртуальном мире можно быть кем угодно – для этого нужно лишь подобрать себе подходящий ник, сделать красочный аватар (любая понравившаяся фотография – даже чужая), и можно предстать в любом образе. Представьтесь хоть суперзвездой – все равно никто не узнает, кто же скрывается за данным ником. <u>Виртуальное общение</u> позволяет почувствовать себя значительно лучше, но не обязывает к правде. Возвращаясь в реальный мир, человек, который только что был суперменом или фотомоделью, чувствует себя еще более ущербным, потому он все больше времени посвящает виртуальному общению.

• <u>Финансовая зависимость</u> – интернет-магазины, интернет-аукционы предлагают приобрести множество товаров с невероятной скидкой. Такая возможность затягивает, появляется желание покупать все новые и новые (в большинстве абсолютно бесполезные) вещи.

• <u>Зависимость от виртуального секса.</u> Сексуальный инстинкт – один из самых сильнейших. Порой найти для себя подходящего партнера – невероятно сложная задача. В интернете поиск сексуального партнера очень прост – многие сайты специализируются на предоставлении подобного вида услуг, да и секс по интернету ни к чему не обязывает. Множество эротических картинок и видео становятся поводом и возможностью для самоудовлетворения.

Правила при работе с компьютерной техникой

1. Организация рабочего места.

• Освещение при работе с компьютером должно быть не слишком ярким, но и не отсутствовать совсем, идеальный вариант - приглушенный рассеянный свет.

• Экран монитора должен быть абсолютно чистым; если вы работаете в очках, они тоже должны быть абсолютно чистыми. Протирайте экран монитора (лучше специальными салфетками и/или жидкостью для протирки мониторов) минимум раз в неделю, следите за кристальной прозрачностью очков каждый день.

• Располагайте монитор и клавиатуру на рабочем столе прямо, ни в коем случае не наискосок.

• Центр экрана должен быть примерно на уровне ваших глаз или чуть ниже. Держите голову прямо, без наклона вперед.

• Экран монитора должен быть удален от глаз минимум на 50-60 сантиметров. Если на таком расстоянии вы плохо видите изображение, выберите для работы шрифт большего размера.

• Если <u>близорукость</u> превышает 2-4 единицы, необходимо иметь две пары очков для работы "вблизи" и "для дали".

• Обеспечение правильной позы оператора компьютера.

Спина наклонена на несколько градусов назад. Такая поза позволяет разгрузить позвоночник, улучшить кровообращение в зоне между туловищем и бедрами, что особенно важно для мужчин в расцвете сил. Руки свободно опущены на подлокотники кресла. Локти и запястья расслаблены. Кисти имеют общую ось с предплечьями: не сгибаются и не разгибаются. Работают только пальцы. Бедра находятся под прямым углом к туловищу, колени - под прямым углом к бедрам. Ноги твердо стоят на полу или на специальной подставке.

Приобретите удобное рабочее кресло, которое позволит без усилий сохранять правильную позу за компьютером. Желательно, чтобы можно было регулировать высоту сиденья и наклон спинки, перемещаться на роликах. Идеальная спинка кресла повторяет изгибы позвоночника и служит опорой для нижнего отдела спины. Сиденье слегка наклонено вперед, что несколько переносит давление с позвоночника на бедра и ноги. Край сиденья чуть загнут - это уменьшает давление на бедра. Кресло (стул) должно быть жесткое или полужесткое, это улучшит кровообращение в малом тазу.

Расположение других часто используемых вещей не должно заставлять долго находиться в искривленной позе, наклоняться в сторону, особенно для поднятия тяжелых предметов (при таком наклоне велика вероятность повредить межпозвонковый диск).



• Снизить шум на рабочем месте.

2. Работая на компьютере, каждый час делайте десятиминутный перерыв, во время которого посмотрите вдаль, встаньте с кресла, сделайте комплекс упражнений или просто походите.

3. При работе с клавиатурой, угол сгиба руки в локте должен быть прямым (90 градусов).

4. При работе с мышкой кисть должна быть прямой, и лежать на столе как можно дальше от края.

5. Стул или кресло должно быть с подлокотниками, также желательно наличие специальной опоры для запястья (коврик для мыши, специальной формы клавиатура или компьютерный стол со специальными силиконовыми подушечками и т.п.).

6. Если приходится много и однообразно работать запястьем, приобретите и носите поддерживающий запястье бандаж.

7. Чем чаще вы будете прерываться для выполнения следующих несложных упражнений, тем больше они принесут пользы:

8. Встряхните руки.

9. Сжимайте пальцы в кулаки (10 раз).

10. Вращайте кулаки вокруг своей оси.

11. Надавливая одной рукой на пальцы другой руки со стороны ладони, как бы выворачивая ладонь и запястье наружу.

12. Упражнения для глаз.

Самый простой способ избежать усталости глаз – регулярно делать перерывы в работе, чтобы дать отдохнуть глазам. Врачи не рекомендуют сидеть за компьютером более 4 часов в сутки. Есть специальные упражнения не только для защиты зрения от компьютера, но и от усталости в целом.

Через каждые 30-40 минут нужно отвлекаться от монитора и делать легкую гимнастику для глаз

1. Плотно закройте и широко откройте глаза 6-7 раз с интервалом в 30 секунд.

2. Посмотрите вверх, вниз, вправо, влево, не поворачивая головы.

3. Вращайте глазами по кругу вниз, вправо, вверх, влево и в обратную сторону.

4. Быстро, быстро моргайте в течение 1-2 минут. Это убережёт глаза от пересыхания, рези и боли. Старайтесь вообще чаще моргать, когда работаете за компьютером

5. Закройте веки и очень осторожно и нежно помассируйте их круговыми движениями пальцев в течение 1 минуты.