

УДК 658.512.2

КЛАССИФИКАЦИЯ САПР И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Бесхлебнов И.В.

Научный руководитель: Астапов В.Н.

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

Аннотация

В период научно-технического прогресса в области разработки средств систем автоматизированного проектирования (САПР) и систем автоматизаций инженерного труда (САИТ) были достигнуты определенные успехи. В настоящее время накоплен большой опыт создания САПР и систем автоматизации инженерного труда. Разрабатываются интегрированные САПР в состав, которых входят подсистемы: поддержки принятия решений, моделирования, самоорганизаций, адаптаций, обучения. Системы автоматизированного проектирования производства в масштабах предприятия за рубежом принято определять как CAD/CAM/CAE-системы. Функции автоматизированного проектирования принимают на себя CAD (Computer Aided Design) – системы, системы CAM (Computer Aided Manu Facturing) служат для технологической подготовки производства, а модули CAE (Computer Aided Engineering) выполняют инженерные расчеты и анализ проектных решений. Актуальной задачей является разделение огромного количества систем автоматизированного проектирования по различным свойствам и признакам, для наиболее легкого определения необходимой системы. Классификация систем автоматизированного проектирования (САПР) даёт возможность выделить из всего многообразия объектов группы с определенными свойствами и помогает установить наследственные связи между объектами. В данной исследовательской работе рассматриваются различные классификаций САПР, а также их функциональное назначение.

Ключевые слова: САИТ, автоматизация, классификация, системы автоматизированного проектирования, САПР, функциональное назначение.

CLASSIFICATION OF CAD SYSTEMS AND THEIR FUNCTIONAL PURPOSE

Beskhebnov I.V.

Scientific adviser: Astapov V.N.

During the period of scientific and technological progress in the field of development of computer-aided design (CAD) and automation systems of engineering work (SAIT), some successes were achieved. Currently, we have accumulated a lot of experience in creating CAD and automation systems for engineering work. Integrated CAD systems are developed, which include subsystems: decision support, modeling, self-organization, adaptation, training. Computer-aided design systems for enterprise-wide production abroad are commonly defined as CAD/CAM/CAE systems. The functions of computer-aided design are taken over by CAD (Computer Aided Design) – systems, COMPUTER aided Manu Facturing systems serve for technological preparation of production, and SAE (Computer Aided Engineering) modules perform engineering calculations and analysis of design decisions. The actual task is to divide a huge number of computer-aided design systems according to different properties and features, for the easiest determination of the necessary system. Classification of

computer-aided design (CAD) makes it possible to distinguish from the variety of objects groups with certain properties and helps to establish hereditary relationships between objects. In this research work various classifications of CAD, and also their functional purpose are considered.

Keywords: classification, computer-aided design systems, CAD, functional purpose.

Введение

В настоящее время существует огромное количество систем автоматизированного проектирования, которые отличаются между собой функциональностью, свойствами, стоимостью. Выбрать подходящую САПР для решения определенного задания - непростая задача. Для решения такой задачи применяется классификация, помогающая среди множества систем автоматизированного проектирования, основываясь на их различные свойства, выбрать подходящую САПР.

Классификация САПР и их функциональное назначение

Система автоматизированного проектирования (САПР) — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР.[1]

Классификация – позволяет определить объект на его место в системе, которое указывает на его необходимые свойства или определяется свойствами. Также она служит средством хранения и поиска информации, содержащейся в ней самой. Классификация создает условия для разработки технически обоснованных норм обеспечения процесса создания, функционирования и стандартизации в области САПР.

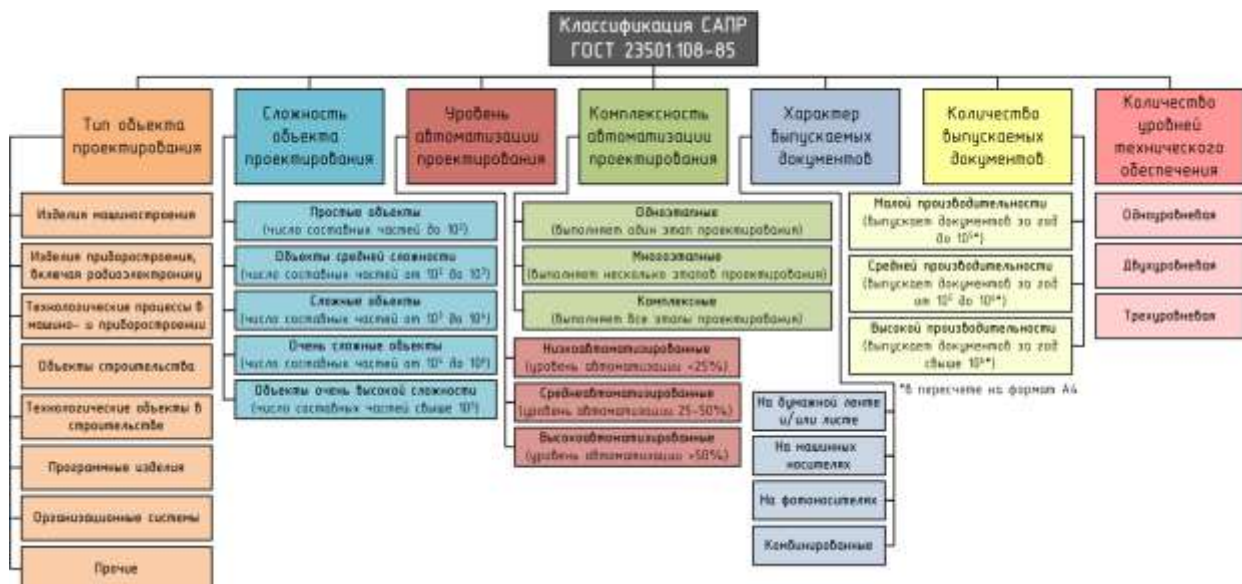


Рисунок 1- Классификация САПР по ГОСТ 23501.108-85

Систему автоматизированного проектирования характеризуют следующие признаки: тип, разновидность, сложность объекта проектирования, уровень, комплексность автоматизаций проектирования, характер, число выпускаемых проектных документов, число уровней в структуре технического обеспечения САПР. Конкретная САПР оценивается по всем перечисленным признакам.[2]

I. Классификация САПР по ГОСТ 23501.108-85

1. Классификация по назначению систем:

- Машиностроительные – используются в самых разных сферах деятельности: от разработки механизмов космических аппаратов и оборудования до проектирования различной бытовой техники.
- Изделия радиоэлектроники и приборостроения – используются для проектирования печатных плат, интегральных микросхем, монтажных и принципиальных плат, автотрассировки.
- Электротехнические – используются для разработки принципиальных и монтажных схем электрооборудования, его пространственной компоновки и для ведение баз данных готовых изделий.
- Объекты строительства – используются для трехмерного проектирования архитектурно-строительных конструкций, расчета специальных конструкций, планирования территорий под строительство, типовых статических расчетов строительных конструкций и для ведение баз данных типовых элементов.
- Оборудование промышленных установок и сооружений – используется для создания принципиальных схем установок, пространственной разводки трубопроводов и кабельных

трасс, проектирования систем отопления, водоснабжения, электроснабжения, вентиляции и кондиционирования, ведение баз данных оборудования, трубопроводной арматуры, готовых электротехнических изделий.

- Геоинформационные – используются для оцифровки данных полевой съемки, анализа геодезических сетей, построения цифровых моделей рельефа, создания в векторной форме карт и планов, ведения земельного и городского кадастров, ведения электронного картографического архива.

2. Классификация САПР по разновидности и сложности объектов проектирования:

- САПР низкосложных объектов (простые объекты), содержание составных частей от 1 до 100;

- САПР среднесложных объектов, содержание составных частей от 100 – до 10000;

- САПР высокосложных объектов, содержание составных частей от 10000.

3. По уровню автоматизации проектирования различают САПР:

- низкоавтоматизированные, в которых число автоматизированных проектных процедур составляет до 25% от общего числа проектных процедур;

- среднеавтоматизированные, в которых число автоматизированных проектных процедур составляет 25- 50% от общего числа проектных процедур ;

- высокоавтоматизированные, в которых число автоматизированных проектных процедур составляет 50-75% от общего числа проектных процедур. В высокоавтоматизированных системах довольно часто применяются методы многовариантного оптимального проектирования.[3]

4. По уровню комплексности различают САПР:

- одноэтапные, выполняющие один этап проектирования из всех установленных для объекта;

- многоэтапные, выполняющие несколько этапов проектирования;

- комплексные, выполняющие весь процесс создания изделия.

5. По характеру выпускаемых проектных документов различают САПР :

- текстовые: выполняют только текстовые документы на листе или бумажной ленте;

- текстовые и графические: текстовые и графические документы на листе или бумажной ленте;

- магнитные носители: документы на магнитных носителях (магнитных лентах, дискетах, дисках и CD дисках);

- фото носители: документы на микрофильмах, фотошаблонах и т. п.;

- на 2-х типах носителей;

- на всех типах носителей.

6. По числу выпускаемых проектных документов:

- САПР низкой производительности (количество выпускаемых проектных документов от 100 до 10 тысяч единиц);
- САПР средней производительности (количество выпускаемых проектных документов от 10 тыс. до 100 тысяч единиц);
- САПР высокой производительности (количество выпускаемых проектных документов свыше 100 тыс. единиц). В различных отраслях вводятся различные количественные характеристики информации, определяющие производительность САПР. По ГОСТу информация должна храниться как в твердом виде (на бумаге), так и на магнитном носителе (магнитная лента); срок хранения составляет 50 лет.

7. По способу организации информационных потоков системы автоматизированного проектирования разделяются:

- индивидуальные автоматизированные рабочие места – системы подобного класса создаются на базе отдельных рабочих станций либо ПК с соответствующим программным обеспечением, их еще называют локальными автономными системами автоматизированного проектирования. Эти системы решают отдельные частные задачи: конкретные проектно-конструкторские расчеты или определенные виды чертежно-графических работ. По существу локальные САПР являются подсистемами и входят в системы с более высоким уровнем иерархии.
- распределенная одноуровневая система – системы, объединенные в локальную сеть с несколькими рабочими станциями и/или персональных компьютеров (ПК). Функциональные возможности программного обеспечения в этом случае больше всего зависят от технических параметров используемых средств вычислительной техники и способны выполнять равноправные проектно-конструкторские функции. Примером базы для создания похожей сети может послужить система PRO/ENGINEER фирмы PTC.
- распределенная многоуровневая система – системы, объединенные в локальную сеть с одной или несколькими рабочими станциями и ПК. Функциональные возможности программного обеспечения (ПО) в этом случае отличаются: на высокопроизводительных рабочих станциях устанавливаются мощные и достаточно дорогие САПР, а на ПК – их существенно более дешевые, но несколько сокращенные функциональные аналоги; в этом случае на рабочих станциях осуществляется укрупнение и сборка, деталей и узлов, сконструированных на ПК.
- специализированные интегрированные системы автоматизированного

проектирования, в которых предусматривается полная автоматизация всех чертежных и расчетных работ, а также технологической подготовки производства. Кроме того, в них предусматривается полная или частичная автоматизация изготовления всей необходимой документации. Интегрированные САПР должны:

1) охватывать все этапы проектирования от ввода описания проектируемого объекта до получения проектно-технической документации (интеграция по глубине);

2) иметь систему управления проектированием, а также интегрированную базу данных;

3) иметь на отдельных этапах альтернативные алгоритмы и программы, позволяющие формировать наиболее экономичные и достаточно адекватные математические модели в соответствии с конкретными условиями проектирования, выбирать различные математические методы для решения поставленной задачи (интеграция по ширине);

4) иметь систему управления проектированием, а также интегрированную базу данных;

5) быть приспособленными для тиражирования в различных проектных организациях.

- интегрированная многоуровневая система – системы автоматизированного проектирования, предназначенные для проектирования и подготовки производства сложных изделий, как правило, имеющие достаточно сложную внутреннюю иерархию информационных потоков, наложенную на «запутанную» структуру технических и программных средств. Современные высокоуровневые САПР имеют все средства для организации параллельно-агрегатного инжиниринга, позволяющего управлять работой как отдельных исполнителей, работающих в рамках одного проекта, так и работой целых конструкторских отделов, решающих совершенно разные задачи.

- интегрированная система управления предприятием – системы, управляющие всем комплексом задач функционирования предприятия как единого целого. САПР в этом случае входят как отдельные структурные элементы автоматизированной системы управления предприятием.

- крупные системы отраслевого значения. Наиболее характерными отличительными особенностями их являются:

1) возможность решения определенного круга задач, возникающих при проектно-конструкторских работах с заданным классом объектов;

2) наличие отраслевой базы данных, создание которой, как правило, оказывается возможным на основе специализированного банка данных;

3) наличие единого проблемно-ориентированного языка проектирования, доступного соответствующим специалистам каждого предприятия отрасли;

4) отработка единой отраслевой автоматизированной технологии принятия проектных решений на основе отраслевой САПР (ОСАПР).

Разработка отраслевых САПР носит выраженную отраслевую специфику, что открывает возможность создания и развития инвариантного ядра. Это ядро можно представить как базовую систему автоматизированного проектирования (БСАПР), позволяющую генерировать САПР конкретных объектов.

Существенным плюсом использования отраслевого принципа БСАПР является единая методологическая основа. Это обеспечивает возможность использования программного обеспечения различными САПР, обмена информацией между отдельными САПР, взаимной увязки проектных решений, распространения опыта специалистов внутри отрасли. Главным отличием БСАПР является качественно новый принцип ее функционирования, заключающийся в генерации промышленных САПР путем настройки базовых компонентов системы на конкретный класс проектируемых объектов с последующим их дополнением, обеспечивающим функциональную полноту конкретной САПР, что предопределяет ее высокую эффективность, надежное и быстрое внедрение на предприятиях отрасли. В этом случае даже относительно не крупная проектная организация с помощью БСАПР получает возможность использовать самые совершенные и современные методы и средства автоматизированного проектирования.

- уникальные системы межотраслевого характера, создаваемые для решения крупнейших народнохозяйственных задач. Такие системы, как правило, имеют короткий "жизненный" цикл, определяемый временем проектирования уникального изделия.[4]

II. Классификация САПР по отдельным особенностям программных решений

1. По специализации программных средств САПР разделяют на:

- узкоспециализированные утилиты – цель которых заключается в выполнении локальных функций системы (преобразование файлов из формата одной системы в формат другой или для просмотра файлов, чертежей, моделей и тд.)

- специализированные системы – целью которых является автоматизация комплекса задач, связанных с одной достаточно узкой областью проектирования или подготовки производства. Также условно их разделяют в зависимости от сферы применения и решаемых задач на следующие три группы:

- 1) программы для графического ядра системы;

- 2) системы для подготовки управляющих программ для технического оборудования;

- 3) системы, для функционального моделирования на различных уровнях физического представления проектируемых объектов ;

2. По способу организации внутренней структуры :

- нерасширяемые системы – используют стандартный набор взаимосвязанных модулей, реализующий все основные функции системы; изменение функциональных возможностей системы требует, как правило, модификации исходного программного кода и перекомпиляции системы. Такой подход, в основном, применялся на первоначальном этапе создания САПР;

- масштабируемые модульные системы – формируемые вокруг базового ядра. Ядро таких систем включает все требуемые базовые средства построения двухмерной и трехмерной графики, средства диалога с пользователем, базу данных графической информации и позволяют компоновать специализированные системы на базе свободно подключаемых модулей, учитывающих специфику работ пользователя;

- горизонтально расширяемые системы. Интегрирующее ядро этих систем – это диспетчер пользовательской среды, который организует не только доступ к внешним приложениям, но и обмен данными с внешними системами;

- объектно-ориентированная структура данных и стандартизованный их обмен между приложениями по максимуму децентрализует процесс проектирования и упрощает подключение специализированных систем; такой подход успешно реализован в системе Euclid Quantum фирмы MATRA Datavision.

3. По возможности функционального расширения системы пользователем САПР классифицируют на:

- закрытые системы, не имеющие средств индивидуальной настройки и возможности расширения системы пользователем;

- системы с настраиваемой системой интерфейса пользователем – обладающие возможностью подстройки системы меню под конкретного пользователя;

- системы с пакетной обработкой команд – имеющие возможность выполнения последовательности команд в САПР, сформированных в текстовом пакетном файле, созданном внешней программой и позволяющие задавать последовательность команд построения графических примитивов с соответствующими им числовыми параметрами;

- системы со встроенным макроязыком и библиотекой функций – обладающие средствами для записи макрокоманд или создания новых функций пользователя, позволяющих автоматизировать различные конструкторские операции;

- системы с возможностью подключения внешних модулей – значительно увеличивающие потенциальные возможности системы за счёт возможности подключения модулей пользователя написанных на языках высокого уровня, типа С++ . Подобной возможностью обладает большинство современных САПР.[5]

4. По возможности обмена информацией системы автоматизированного проектирования подразделяют на:

- замкнутые системы - сохраняющие данные в собственном формате и не позволяющие обмениваться данными с другой системой.
- системы с текстовыми файлами обмена информацией – системы сохраняющие и считывающие информацию об отдельных геометрических примитивах в виде массивов цифр.
- системы со стандартными средствами обмена информацией. Системы позволяющие сохранять и считывать полную информацию о созданных моделях изделий в специальном текстовом или двоичном формате, описывающем все объекты модели в специальных терминах описания графических примитивов соответствующими им числовыми значениям.

5. По способу создания изменяемых прототипов:

- неизменяемые готовые блоки – вставляются в модель или чертеж в виде готовых элементов, которые были предварительно сохранены на жестком диске;
- параметрически задаваемые элементы – представляют собой графические объекты, размеры которых связаны между собой в виде взаимозависимых цепочек параметров. Изменение одного параметра цепочки или зависимости, определяющей взаимосвязь нескольких параметров, приводит к пересчету по всей зависимой цепочке размеров и соответствующему изменению геометрии модифицируемого объекта;
- адаптивно изменяемые элементы – позволяют более простым способом корректировать объекты. Корректировка происходит наведением курсора мыши на модифицируемые элементы геометрий объекта и последующим изменением формы контура проектируемого объекта или же заданием новой величины определяющего параметра в диалоговом окне;
- комбинированные методы – совмещают параметрическую технологию изменения взаимозависимых размеров и адаптивную технологию быстрой корректировки свободных размеров. Именно в это направлений движется большинство разработчиков САПР.

6. По методам моделирования функций создаваемых изделий:

- без специальных методов – в этом случае основные параметры проектируемых конструкций определяются вне системы традиционными методами, проверочные расчеты с использованием метода конечных элементов позволяют проводить широкий комплекс работ по определению основных характеристик проектируемого объекта;
- специализированные подсистемы моделирования – дают возможность анализировать

поведение весьма специфических материалов и объектов проектирования в не менее особых условиях.

III. Классификация САПР техническим характеристикам

1. По используемым техническим средствам и периферийному оборудованию систем автоматизированного проектирования можно классифицировать как:

- САПР минимальной конфигурации – САПР имеющие в своем составе следующие технические средства и периферию: монитор (14-16 дюймов), УВВ (клавиатура, мышь), принтеры формата А4 (струйные, лазерные или матричные) и устройства хранения информации (стример для резервного копирования данных копирования данных));

- технически развитые САПР – САПР имеющие в своем составе следующие технические средства и периферию: один или несколько мониторов от 17 дюймов и выше, устройства ввода данных и позиционирования курсора («клавиатура, мышь»); дигитайзер (цифровой планшет) формата А0; сканер формата А1 – А0; устройства вывода информации (струйный или лазерный (светодиодный) принтер формата А3 – А4; один или несколько плоттеров формата А5 – А0 (перьевой, рулонный, струйный, лазерный или светодиодный)); устройства хранения информации (магнитооптические диски, RAID массивы, сменные ZIP—диски, перезаписываемые оптические диски).

2. По числу уровней технического обеспечения:

- одноуровневая: САПР, основанные на ЭВМ среднего или высокого класса со штатным набором периферийных устройств, который могут дополняться средствами обработки графической информации;

- двухуровневая: САПР, основанные на ЭВМ среднего или высокого класса с одним или несколькими АРМ, включающих мини-ЭВМ, в качестве интеллектуальных терминалов – персональные ЭВМ;

- комплексные: строятся на основе ЭВМ среднего или высокого класса, которые объединяются в сеть и каждая из этих ЭВМ имеет подсеть персональных ЭВМ.

3. По используемым средствам вычислительной техники:

- персональные компьютеры;
- рабочие станции на базе разнообразных архитектур;
- мини-ЭВМ;
- мэйнфреймы.

4. По способу объединения технических средств:

- автономные рабочие станции;
- многотерминальные ЭВМ;
- одноранговая локальная сеть;
- локальная сеть с выделенным сервером;
- гетерогенная сеть со сложной структурой.

Реально во многих случаях в эксплуатации находятся неоднородные или гетерогенные системы. В связи с этим часто используют модули прямой связи между известными системами CAD/CAM/CAE, например, CATIA-CADDS, CADDS-CATIA, I/EMS-MEDUSA, MEDUSA-I/EMS и другие. Использование прямых трансляторов позволяет более полно использовать графические возможности систем.

Тем не менее, для современных интегрированных систем этого уже недостаточно, поскольку не поддерживаются следующие особенности современных систем CAD/CAE/CAM, представляющие наибольший интерес с точки зрения пользователя: повсеместный переход к твердотельному моделированию с использованием вариационной геометрии с ассоциативными связями, как развитию параметрического и геометрического моделирования; распространение ассоциативных связей на все уровни проекта, включая сборочные единицы, расчетные модули системы, технологическую подготовку производства; обеспечение горизонтальной и вертикальной интеграции и сбалансированности модулей в рамках единой системы; наличие средств поддержки параллельного проектирования и методов коллективной работы.

Неоднородность прикладного программного обеспечения усугубляется гетерогенностью инструментальной базы систем CAD/CAM/CAE, к которой можно отнести системные программно-аппаратные средства, включая средства организации локальных вычислительных сетей, и системы управления базами данных. В этих условиях для отечественных предприятий (учитывая их низкий уровень в использовании современных информационных технологий) оказывается более простым переход сразу к единой базовой системе масштаба предприятия для информатизации всего производственного процесса на современном уровне. Для западных фирм эта задача осложняется большим объемом наработок в устаревшей дискретной технологии информатизации, когда имеет место частичная автоматизация узких мест с использованием большого набора разнообразных CAD/CAE/CAM систем. Переход к единой базовой системе, что необходимо для полной информатизации, для них связан с большими материальными затратами, сложностью переобучения персонала и другими проблемами.[6]

IV. Эргономические характеристики классификации систем автоматизированного проектирования.

1. По способу организации диалога САПР и пользователя системы автоматизированного проектирования классифицируются:

- с помощью командной строки;
- с помощью системы иерархических меню и диалоговых окон с контекстно зависимой помощью в виде текстовых строк или в виде условных пиктограмм;
- с помощью объектно-ориентированного интерфейса и мультимедийной системы помощи.

2. По удобству диалога системы с пользователем:

- САПР с интуитивно-простым и удобным пользовательским интерфейсом;
- САПР со сложными неудобным пользовательским интерфейсом.

3. По поддержке трехмерного моделирования:

- двумерные системы;
- трехмерные каркасные;
- трехмерные с удалением скрытых линий;
- трехмерные со светотеневой раскраской;
- трехмерные с фотореалистическим отображением [6]

Заключение

Этот реферат дает базовое представление о классификациях систем автоматизированного проектирования и их функциональном назначений. Рассмотрев огромное множество различных классификаций САПР можно убедиться, что объединение САПР по одинаковым критериям позволяет быстро подобрать систему для какой-либо операций. Самой удобной классификацией является именно классификация по ГОСТ 23501.108-85 , так как она является наиболее распространенной и функциональной.

Список литературы

1. Системы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] URL:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_автоматизированного_проектирования (дата обращения - 11.10.2019).

2. Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г. Л17 Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав: Учеб. пособие. М.: "Издательство Машиностроение-1", 2006, С. 163-165.

3. Классификация САПР [Электронный ресурс] URL:<https://studopedia.info/5-76246.html> (дата обращения - 11.10.2019).

4. Классификация современных САПР [Электронный ресурс] URL:https://studopedia.su/10_100957_programmnih-resheniy.html (дата обращения - 12.10.2019).

5. Классификация программных средств САПР [Электронный ресурс] URL:<https://poisk-ru.ru/s53992t1.html> (дата обращения - 12.10.2019).

6. Эргономические характеристики современных САПР [Электронный ресурс] URL:https://studopedia.su/10_100958_ergonomicheskie-harakteristiki-sovremennih-sapr.html (дата обращения - 12.10.2019).