

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра управления и информатики в технических системах

Т.А. Пищулина

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление

Оренбург
2018

УДК 681.51 (075.8)
ББК 32.965я73
ПЗ6

Рецензент – кандидат технических наук, доцент М.Ю. Шрейдер

ПЗ6 **Пищухина, Т. А.**
Системы автоматизированного проектирования: методические указания/
Т.А. Пищухина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 26 с.

Методические указания «Системы автоматизированного проектирования» разработаны для самостоятельной работы студентов и предназначены для учебно-методического обеспечения обучающихся по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление.

В методической разработке изложен краткий теоретический материал, даны примеры современных технологий и систем автоматизированного проектирования, приведены полезные источники информации по тематике. В конце для закрепления материала и направления дальнейшего изучения даны контрольные вопросы.

УДК 681.51(075.8)
ББК 32.965я73

© Пищухина Т.А., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

Введение	4
1 Общие сведения из области разработки систем автоматизированного проектирования	6
2 Этапы проектирования систем автоматизированного проектирования	10
3 Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования	16
4 Современные системы автоматизированного проектирования	18
4.1 Бесплатные системы автоматизированного проектирования разработчиков разных стран	18
4.2 Платные системы автоматизированного проектирования разработчиков разных стран	18
4.3 Российские системы автоматизированного проектирования	19
4.4 Другие средства и среды моделирования	20
5 Темы рефератов и практических работ по дисциплине	21
6 Источники информации по системам автоматизированного проектирования ...	22
6.1 Литературные источники	22
6.2 Интернет-источники	23
Контрольные вопросы по дисциплине	24
Список использованных источников	26

Введение

Стремительная информатизация общества с использованием быстро развивающихся информационных технологий оказала огромное влияние на создание и проектирование промышленных объектов. Стремление свести огромные потоки информации воедино привело к созданию понятия «Жизненный цикл изделий», который охватывает все этапы существования изделия: от момента осознания его идеи до утилизации и окончания эксплуатации.

Каждый из этапов имеет свои цели и задачи и завершённую стадию трансформации продукта. Одной из наиболее сложных стадий является процесс проектирования объекта, автоматизация которого реализуется с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР).

САПР – это очень сложная программная система, сочетающая в себе подчас и электронный документооборот, и геометрическое моделирование, и сложные инженерные расчеты. САПР используют на этапе подготовки производства, а также в процессе осуществления технологического процесса для коррекции, видоизменения, разработки новых технологий и тому подобного.

Профессиональные навыки современного инженера и системного аналитика невозможно представить без знакомства с системой автоматизированного проектирования и процессом ее создания.

Разработано огромное количество систем, которые реализуют автоматизированное проектирование в разных областях и в комплексном виде, существует много пособий и информационных сайтов по системам автоматизированного проектирования, что создает определенные трудности и информационный хаос для начинающего изучать эту тематику студента. Это тем более проблематично для студентов заочной формы обучения, которые располагают меньшими сроками по времени обучения.

Представленные методические указания позволят коротко и сжато ознакомиться с тематикой и разобраться в использовании информационных источников

по САПР, наметить направления дальнейшего освоения материала. Методическая разработка включает действующие версии стандартов.

Дисциплина «Разработка систем автоматизированного проектирования» является одной из базовых дисциплин по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление.

Методические указания предназначены для студентов заочной и очной формы обучения направлений подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, а также могут быть рекомендованы для учебно-методического обеспечения направления подготовки 15.04.01 Машиностроение.

Курс рассчитан на 108 часов/3 зачетных единицы по плану направления подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление очная и заочная формы обучения. Видом итогового контроля является зачет.

Данные методические указания содержат вспомогательный материал по курсу «Разработка систем автоматизированного проектирования», излагаемый в логическом порядке. В конце для закрепления материала представлены контрольные вопросы, которые раскрывают суть дальнейших направлений изучения дисциплины.

Методические указания представляет собой практическую и теоретическую значимость, помогая студентам разобраться в современных системах автоматизированного проектирования и освоить основы их разработки.

1 Общие сведения из области разработки систем автоматизированного проектирования

САПР – система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения проектных работ. [1].

САПР проектируют с помощью методов сложных систем.

Как сложная система САПР в обобщённом виде состоит из двух подсистем (рисунок 1), реализующих свои функции с помощью разностороннего обеспечения. Состав обеспечения САПР показан на рисунке 2.

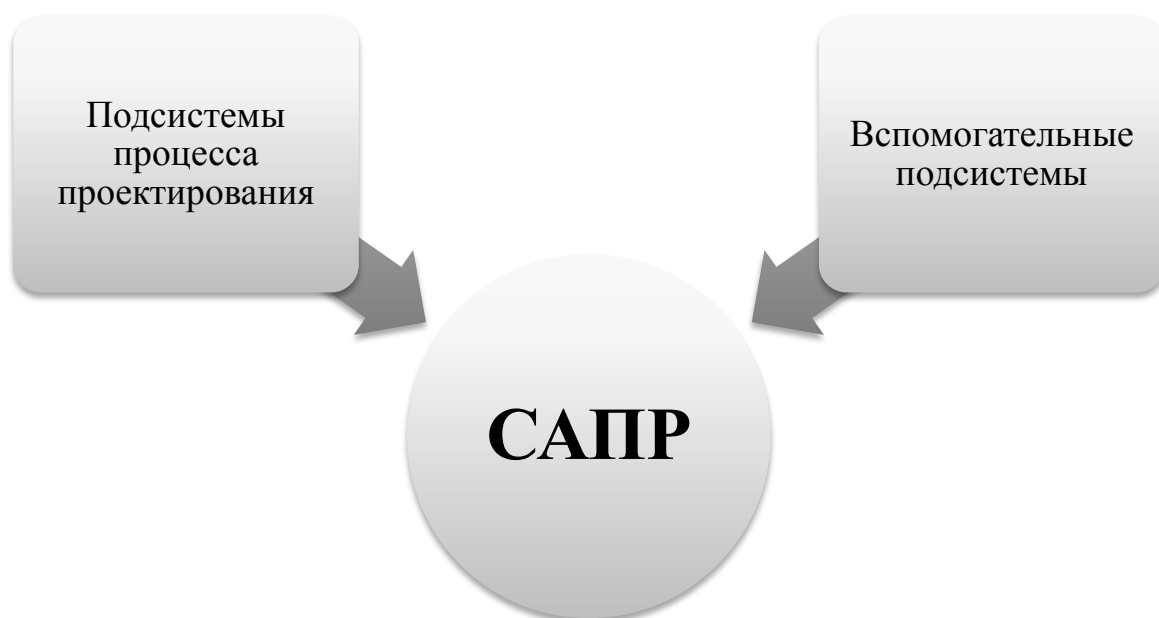


Рисунок 1 – Обобщённая структура САПР

Каждый вид обеспечения проектируется своими методами с учетом системного взаимодействия.

Сложная система может проектироваться с использованием следующих методов, описанных диаграммой на рисунке 3.



Рисунок 2 – Состав системы автоматизированного проектирования

Качественные методы описания сложных систем применяются, когда *закономерности функционирования системы не поддаются строгому математическому описанию* [2].

Метод мозгового штурма состоит в порождении идей группой или коллективом людей и состоит из следующих этапов:

- 1 формулировка цели (проблемы);
- 2 выдвижение разнообразных идей;
- 3 отборе и сокращении вариантов, выдвинутых для решения проблемы.

Особенность метода состоит в отрицании всякой критики и высказывании любых идей, включая самые абсурдные и нереальные.

Метод сценариев состоит в анализе и подробном описании решения проблемы в форме сценария, программы действий или развития, после чего проблема формализуется в форме отчетов, графиков, таблиц и диаграмм и тому подобного.



Рисунок 3 – Классификация методов проектирования сложных систем

Метод экспертных оценок использует решение, принимаемое группой экспертов. Для вынесения окончательного суждения используют специальный коэффициент, который позволяет оценить близость мнений экспертов в диапазоне от 0 до 1, где 0 – полное разногласие, а 1 – полное согласие. Приемлемым считается значение 0,7 – 0,8.

Метод Дельфи состоит в решении проблемы группой экспертов либо с помощью мозгового штурма, либо (что встречается чаще) с помощью индивидуаль-

ного опроса, который может быть повторён несколько раз для согласования мнений.

Дерево целей выстраивает проблему в виде иерархии подцелей, чем дробит ее на более мелкие задачи, с которыми легче иметь дело.

Из **морфологических методов** широко известен **метод морфологического ящика**, который выстраивает параметры-аргументы проблемы в виде матрицы, а затем подвергает анализу их сочетания, выбирая наилучшее.

Количественные методы оценивают спроектированные системы по числовым критериям через значения их параметров (рисунок 4).

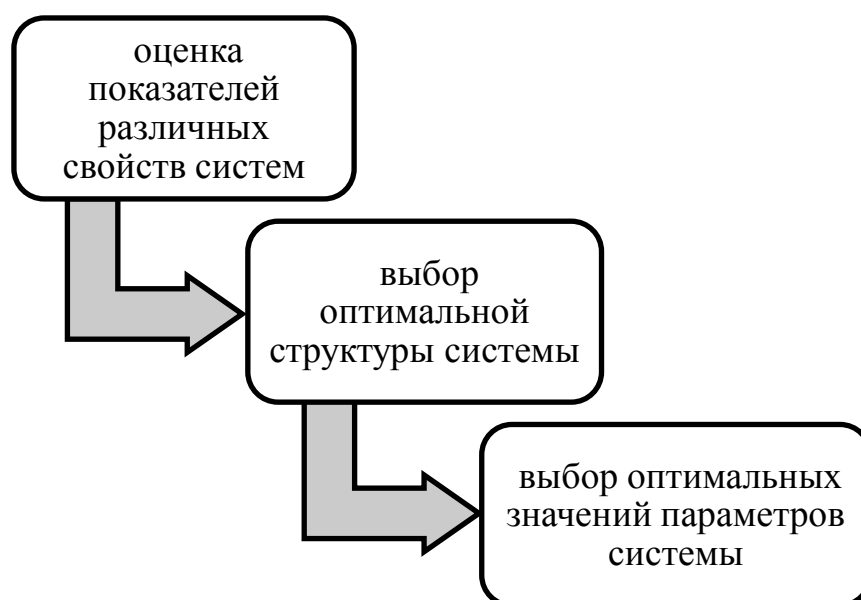


Рисунок 4 – Обобщенные этапы проектирования сложной системы с помощью количественных методов

С помощью количественных методов система разрабатывается наиболее эффективно, если на каждом ее уровне используются свои подметоды, которые показаны на рисунке 3. Первые четыре пункта относятся к высшим уровням описания системы, а последние четыре – к низшим.

Символический уровень описания системы состоит в выделении двух типов высказываний, выражающих предположения о проблеме: термины, которыми

обозначаются объекты исследования, и функторы, которыми демонстрируются отношения между терминами.

Теоретико-множественный уровень является частным, вложенным случаем символического уровня, также, как и абстрактно-алгебраический с топологическим.

На **топологическом уровне** имеет значение взаимное расположение элементов в виде зависимостей между множествами элементов.

Логико-математический уровень используется для описания системы по типу автомата – абстрактного объекта, который имеет конечное число входов и выходов.

На **теоретико-информационном уровне** используются предикаты, сформулированные на множествах кодов информации, полученных преобразованием множества исходных состояний источника информации.

На **динамическом уровне** система рассматривается как динамический объект, имеющий свойства: входы, выходы и состояние.

И, наконец, **эвристический уровень** использует полученные на практике или путем множества наблюдений методы, позволяющие сократить количество имеющихся вариантов проектирования системы.

2 Этапы проектирования систем автоматизированного проектирования

Этапы проектирования САПР регламентируются специальными стандартами на создание автоматизированных и программных систем, где проектирование рассматривается в контексте понятия жизненного цикла этих систем.

Жизненный цикл – это *период от момента зарождения идеи о системе, ее планирования до момента вывода системы из эксплуатации или утилизации.*

Стадии и соответствующие им этапы работ жизненного цикла автоматизированных систем (АС) [1] показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Обобщенные стадии и этапы создания автоматизированной системы

Стадии	Этапы работ
1. Формирование требований к АС	1.1. Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС
	1.2. Формирование требований пользователя к АС
	1.3. Оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку АС (тактико-технического задания)
2. Разработка концепции АС	2.1. Изучение объекта
	2.2. Проведение необходимых научно-исследовательских работ
	2.3. Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя
	2.4. Оформление отчета о выполненной работе
3. Техническое задание	3.1. Разработка и утверждение технического задания на создание АС
4. Эскизный проект	4.1. Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям
	4.2. Разработка документации на АС и ее части
5. Технический проект	5.1. Разработка проектных решений по системе и ее частям
	5.2. Разработка документации на АС и ее части
	5.3. Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку
	5.4. Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации
6. Рабочая документация	6.1. Разработка рабочей документации на систему и ее части
	6.2. Разработка или адаптация программ
7. Ввод в действие	7.1. Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие
	7.2. Подготовка персонала
	7.3. Комплектация АС поставляемыми изделиями (программными и техническими средствами, программно-техническими комплексами, информационными изделиями)
	7.4. Строительно-монтажные работы
	7.5. Пусконаладочные работы
	7.6. Проведение предварительных испытаний
	7.7. Проведение опытной эксплуатации
	7.8. Проведение приемочных испытаний
8. Сопровождение АС	8.1. Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами
	8.2. Послегарантийное обслуживание

Некоторые из стадий в процессе создания реальной системы могут отсутствовать, некоторые объединяться: например, 5 и 6 стадию можно соединить в «технорабочий проект».

САПР также подчиняется процессам жизненного цикла программного продукта по *ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология. Систем-*

ная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств [3], которые показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Основные процессы жизненного цикла программных средств

Группы и количество (цифры в первой строке рядом с процессами) процессов жизненного цикла
<p>процессы соглашения - 2;</p> <p>процессы организационного обеспечения проекта - 5;</p> <p>процессы проекта - 7;</p> <p>технические процессы - 11;</p> <p>процессы реализации программных средств - 7;</p> <p>процессы поддержки программных средств - 8;</p> <p>процессы повторного применения программных средств - 3</p>
Описание групп процессов жизненного цикла
<p>1 <i>Процессы соглашения</i> определяют действия, необходимые для выработки соглашений между двумя организациями</p>
<p>2 <i>Процессы организационного обеспечения</i> проекта осуществляют менеджмент возможностей организаций приобретать и поставлять продукты или услуги через инициализацию, поддержку и управление проектами и включают в себя:</p> <p>а) процесс менеджмента модели жизненного цикла;</p> <p>б) процесс менеджмента инфраструктуры;</p> <p>с) процесс менеджмента портфеля проектов;</p> <p>д) процесс менеджмента людских ресурсов;</p> <p>е) процесс менеджмента качества.</p>
<p>3 <i>Процессы проекта</i> относятся к планированию, оценке и управлению. Существуют две категории процессов проекта. <u>Процессы менеджмента</u> проекта используются для планирования, выполнения, оценки и управления продвижением проекта. <u>Процессы поддержки проекта</u> обеспечивают выполнение специализированных целей менеджмента.</p>
<p>4 <i>Технические процессы</i> используются для определения требований к системе, преобразования требований в полезный продукт, для разрешения постоянного копирования продукта (где это необходимо), применения продукта, обеспечения требуемых услуг, поддержания обеспечения этих услуг и изъятия продукта из обращения, если он не используется при оказании услуги.</p>

Продолжение таблицы 2

<p>Группы и количество (цифры в первой строке рядом с процессами) процессов жизненного цикла</p>
<p>процессы соглашения - 2; процессы организационного обеспечения проекта - 5; процессы проекта - 7; технические процессы - 11; процессы реализации программных средств - 7; процессы поддержки программных средств - 8; процессы повторного применения программных средств - 3</p>
<p>Описание групп процессов жизненного цикла</p>
<p>Технические процессы состоят из следующих процессов:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) определение требований правообладателей; б) анализ системных требований; с) проектирование архитектуры системы; д) процесс реализации; е) процесс комплексирования системы; ж) процесс квалификационного тестирования системы; з) процесс инсталляции программных средств; и) процесс поддержки приемки программных средств; к) процесс функционирования программных средств; л) процесс сопровождения программных средств; м) процесс изъятия из обращения программных средств.
<p><i>5 Процессы реализации программных средств</i> используются для создания конкретного элемента системы (составной части), выполненного в виде программного средства.</p> <p><i>Процесс реализации программных средств</i> включает в себя несколько специальных процессов более низкого уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) процесс анализа требований к программным средствам; б) процесс проектирования архитектуры программных средств; с) процесс детального проектирования программных средств; д) процесс конструирования программных средств; е) процесс комплексирования программных средств; ж) процесс квалификационного тестирования программных средств; з) процесс поддержки приемки программных средств.

Продолжение таблицы 2

Группы и количество (цифры в первой строке рядом с процессами) процессов жизненного цикла
процессы соглашения - 2; процессы организационного обеспечения проекта - 5; процессы проекта - 7; технические процессы - 11; процессы реализации программных средств - 7; процессы поддержки программных средств - 8; процессы повторного применения программных средств - 3
Описание групп процессов жизненного цикла
<p>6 <i>Процессы поддержки программных средств</i> предусматривают специально сфокусированную совокупность действий, направленных на выполнение специализированного программного процесса. Существует восемь таких процессов:</p> <ul style="list-style-type: none">а) процесс менеджмента документации программных средств;б) процесс менеджмента конфигурации программных средств;в) процесс обеспечения гарантии качества программных средств;г) процесс верификации программных средств;д) процесс валидации программных средств;е) процесс ревизии программных средств;з) процесс аудита программных средств;и) процесс решения проблем в программных средствах.
<p>7 <i>Группа процессов повторного применения программных средств</i> состоит из трех процессов, которые поддерживают возможности организации использовать повторно составные части программных средств за границами проекта:</p> <ul style="list-style-type: none">а) процесс проектирования доменов;б) процесс менеджмента повторного применения активов;в) процесс менеджмента повторного применения программ.

В процессе создания информационного обеспечения используются следующие модели жизненного цикла [4]:

- каскадная модель;
- инкрементная модель;
- спиральная модель;

– компонентно-ориентированная модель.

Из современных моделей стоит также отметить **XP-программирование** (**экстремальное программирование**), который применяется для разработки программного обеспечения малой группой в условиях неопределенности. Цикл в этом случае минимален и имеет облегченную версию из четырех стадий: планирование, проектирование, кодирование и тестирование. Основная цель метода снизить стоимость программного обеспечения с использованием тяжеловесных технологий вроде паттернов и реляционных баз данных.

Наиболее распространенной является спиральная модель, которая показана на рисунке 5. Эта модель позволяет выдавать результат разработки заказчику как можно быстрее, а также дает возможность учитывать риск и исправлять ошибки, включая итерационный проход по каждой спирали.

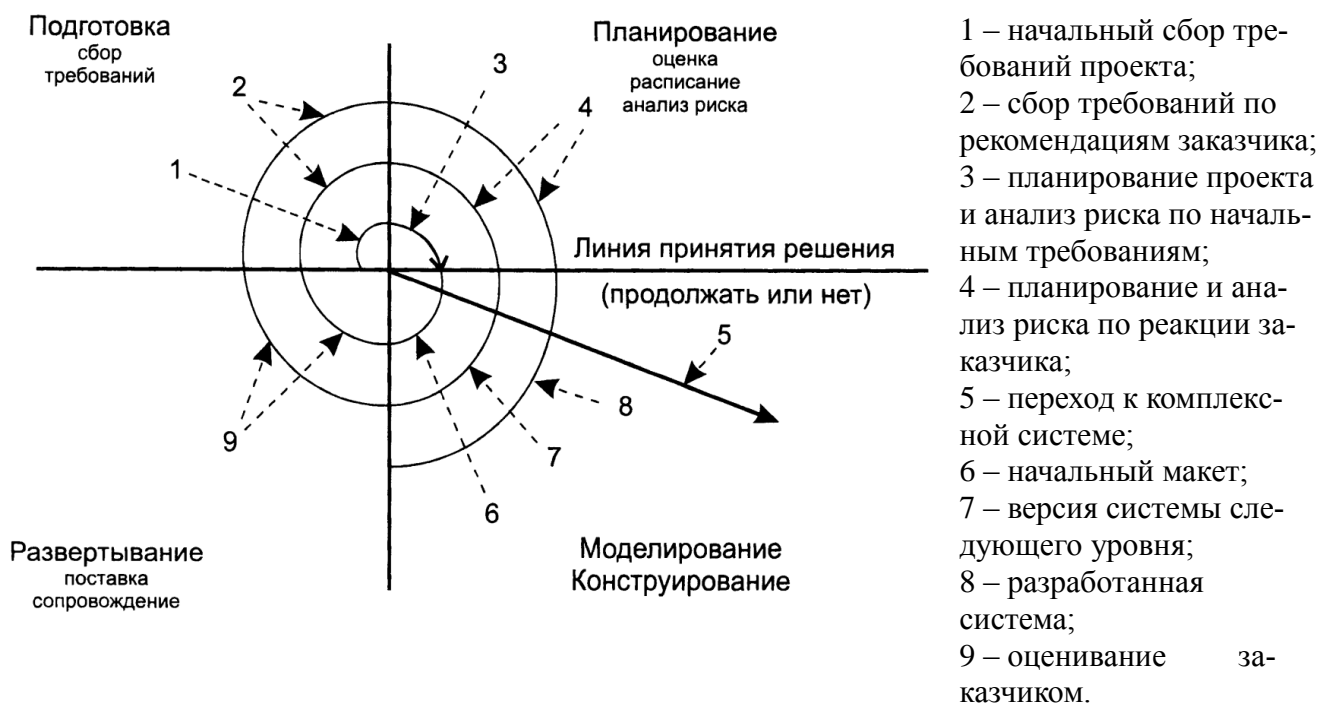


Рисунок 5 – Спиральная модель жизненного цикла

3 Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования

Состав обеспечения, включённого в САПР [5], был показан на рисунке 2.

Техническое обеспечение САПР – это *технические средства, которые обеспечивают реализацию процесса автоматизированного проектирования.*

В первую очередь сюда входят ЭВМ и периферия, оборудование компьютерных сетей.

Под **математическим обеспечением САПР** понимается используемый *математический аппарат: методы, алгоритмы и модели.*

Математическое обеспечение САПР образуют три больших раздела: математическое обеспечение анализа и синтеза проектных решений и аппарат геометрического моделирования и машинной графики.

На этапе анализа в основном применяются методы из теории управления, численные методы, раздел дифференциальных и интегральных уравнений, теория случайных процессов и систем массового обслуживания.

На этапе синтеза проектных решений наиболее используемыми являются методы математического программирования и оптимизации, а также элементы искусственного интеллекта.

В аппарате геометрического моделирования используются 2D и 3D-моделирование, каркасные, поверхностные, скульптурные и объёмные модели, а также численные методы и элементы дифференциального и интегрального исчисления. К методам машинной графики можно отнести различные методы визуализации и обработки изображений: выделение окна, алгоритмы удаления скрытых линий, рендеринг (алгоритм Гуро, алгоритм Фонга и трассировка лучей), сюда же относят программы типа шейдеров, которые позволяют создавать различные эффекты изображений.

К **организационно-методическому обеспечению САПР** относят в первую очередь *CASE-системы и входящие в них методологии UML, IDEF0 и IDEF1X.* Сюда же входит вся документация, описывающая проект и организацию, его реа-

лизирующую, а также методы, технологии и приёмы, используемые для получения конкретных результатов в процессе проектирования.

Программное обеспечение САПР делится на системное (операционные системы и их компоненты, используемые в процессе проектирования) и прикладное, которое служит для выполнения проектных процедур (модуль проектирования трубопроводов, пакет схемотехнического моделирования, геометрический решатель САПР).

Информационное обеспечение включает все источники информации для процесса проектирования и в основном состоит из базы данных САПР. Из внешнего информационного обеспечения здесь присутствуют классификаторы, правила и нормы проектирования, типовые проектные решения и процедуры и тому подобное.

Лингвистическое обеспечение САПР включает все языки представления информации и программирования, которые используются при проектировании и вводе/выводе информации в САПР.

Правовое обеспечение САПР включает правовые нормы, регламентирующие юридические отношения в процессе работы САПР и статусы полученных результатов. К правовому обеспечению САПР, например, относится правовая охрана интеллектуальной собственности.

Эргономическое обеспечение содержит требования для обеспечения удобной работы человека с разработанной системой автоматизированного проектирования. В первую очередь это подразумевает разработку комфортабельного и интуитивно понятного интерфейса.

4 Современные системы автоматизированного проектирования

4.1 Бесплатные системы автоматизированного проектирования разработчиков разных стран

OnShape – CAD-система на облачном сервисе, с которой можно работать через веб-браузер.

DesignSpark – комплекс программ автоматизированного проектирования (САПР) электронных устройств. Программа DesignSpark PCB позволяет рисовать электрические схемы, разводить печатные платы, моделировать внешний вид изделия, выводить результаты моделирования на 3D-печать. DesignSpark Mechanical (DSM) — программа для трехмерного моделирования. Обе программы можно скачать с сайта DesignSpark.com (сайт сообщества инженеров-разработчиков и обширная база знаний по электронике).

DraftSight – бесплатная проприетарная 2D САПР, которая в основном работает с чертежами и позволяет редактировать, просматривать и создавать файлы таких распространённых форматов как DWG и DXG.

nanoCAD – проприетарная платформа САПР, которая позволяет разрабатывать различные приложения для проектирования с AutoCAD подобным интерфейсом и возможностью разработки чертежей и документации. Существует в двух версиях – платной и бесплатной.

4.2 Платные системы автоматизированного проектирования разработчиков разных стран

Ansys – популярная CAE-система с реализацией метода конечных элементов с возможностью визуализации 3D-печати.

ArchiCAD – архитектурная САПР с возможностью построения моделей строительных конструкций, сооружений, ландшафтов и тому подобного.

Cadmech AutoCAD – САПР, которая пополняет функционал AutoCAD в плане повышения скорости и эффективности построения чертежей.

Пакет прикладных программ **CADElectro**, разработанный специалистами НПП "ТЕХНИКОН" и НПП "ИНТЕРМЕХ", предназначен для автоматизации проектных работ при создании электрооборудования систем управления технологическими процессами на базе релейно-контактной аппаратуры.

CATIA – машиностроительная САПР, в которой впервые была предложена концепция PLM.

EPLAN – САПР, предлагающая платформу для сквозного проектирования, охватывающего следующие отрасли: электротехника, КИПиА, гидравлика/пневматика и механика (проектирование шкафов и жгутов). Благодаря открытой архитектуре и стандартным интеграционным модулям EPLAN может быть экономически эффективно интегрирован с большим спектром сторонних решений: системами механического проектирования, ERP и PDM системами, системами проектирования зданий, промышленных производств и кораблей.

Nx Siemens – машиностроительная САПР, включающая CAD/CAM/CAE подсистемы с ядром геометрического моделирования.

P-CAD – популярная в России САПР для изготовления печатных плат вычислительных и радиоэлектронных устройств.

SolidWorks – популярная САПР для промышленных решений в области машиностроения и подготовки производства. Одной из первых стала поддерживать твердотельное моделирование в Windows.

4.3 Российские системы автоматизированного проектирования

Компас – линейка систем автоматизированного проектирования, в которой можно сформировать документацию, отвечающую стандартам ЕСКД и СПДС.

Лира-САПР – многофункциональный программный комплекс, который реализует технологию информационного моделирования зданий (BIM) и ориен-

тирован для проектирования и расчета строительных и машиностроительных конструкций различного назначения.

МОНОМАХ-САПР предназначен для расчета и проектирования конструкций зданий из монолитного железобетона, а также зданий с кирпичными стенами. В процессе работы производится расчет здания и его отдельных частей с формированием рабочих чертежей и схем армирования конструктивных элементов.

ADEM (Automated Design Engineering Manufacturing) – российская компьютерная система автоматизированного проектирования, которая состоит из модулей CAD/CAM/CAPP. Система предназначена для автоматизированной ТПП (технологическая подготовка производства). Данный программный продукт позволяет создавать 2D чертежи и 3D модели при работе в модуле CAD. Модуль CAM/CAPP позволяет полностью создавать комплект технологической документации.

SprutCAM – Отечественная САМ-система, предназначенная для разработки управляющих программ для станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.

T-FLEX CAD – система автоматизированного проектирования, обладающая всеми современными средствами для разработки проектов любой сложности. Программа объединяет мощные параметрические возможности трехмерного моделирования со средствами создания и оформления конструкторской документации. Это профессиональная САПР, объединяющая в себе мощные параметрические возможности 2D и 3D-моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации.

4.4 Другие средства и среды моделирования

FreeCAD является параметрическим 3D моделером, созданным главным образом для разработки реальных объектов любого размера. Параметрическое моделирование позволяет легко изменять дизайн, переходя обратно в истории вашей модели и изменяя её параметры. FreeCAD — настраиваемая программа с открытым исходным кодом, скриптами и расширениями.

Программный пакет «Гудини» (**Houdini**) – среда визуального программирования для работы с трёхмерной графикой.

SketchUp – программа для 3D-моделирования относительно простых объектов таких как интерьер, строения, мебель и тому подобное, предлагается в бесплатном и платном варианте.

5 Темы рефератов и практических работ по дисциплине

- 1 Разработка математического обеспечения САПР.
- 2 Разработка информационного обеспечения САПР.
- 3 Разработка технического обеспечения САПР.
- 4 Методы структурного синтеза проектных решений в САПР.
- 5 Методы анализа проектных решений в САПР.
- 6 Интеллектуальные методы в САПР.
- 7 Геометрическое моделирование и машинная графика в САПР.
- 8 Рендеринг в САПР.
- 9 Системы и среды 3D-моделирования.
- 10 САПР Nx Siemens.
- 11 САПР фирмы Dassault Systemes «CATIA».
- 12 САПР фирмы Sprut Technology «SprutCAM».
- 13 Концептуальное проектирование САПР.
- 14 Методы верификации сложных программных систем.
- 15 Сравнительный анализ методов формирования математических моделей с сосредоточенными параметрами.
- 16 Сравнительный анализ явных и неявных методов интегрирования систем дифференциальных уравнений.
- 17 Критерии оптимального упорядочения строк и столбцов матрицы коэффициентов при решении линейных алгебраических уравнений.
- 18 Методы обеспечения сходимости решений систем нелинейных алгебраических уравнений.

- 19 Обзор структур и функций машиностроительных CAD/CAM-систем.
- 20 Обзор структур и функций ECAD-систем компаний Synopsys, Mentor Graphics, Cadence.
- 21 Обзор структур и функций САПР печатных плат.
- 22 Методы синтеза геометрических моделей, используемые в CAD-системах.
- 23 Примеры применения методика, основанной на языке UML, при разработке приложений.
- 24 Применение методика IDEF1X для инфологического проектирования баз данных.
- 25 Применение методика IDEF0 для функционального проектирования приложений.
- 26 Описание геометрических моделей с помощью средств языка Express.
- 27 Классификация САПР.
- 28 САПР технологических процессов.

6 Источники информации по системам автоматизированного проектирования

6.1 Литературные источники

- 1 Берлинер Э.М. САПР технолога машиностроителя: учебник [Электронный ресурс] / Берлинер Э.М., Таратынов О.В. – Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 288 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=501435>.
- 2 Берлинер Э.М. САПР конструктора машиностроителя [Электронный ресурс] / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 288 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=501432>.
- 3 Бутко А.О. Основы моделирования в САПР NX [Электронный ресурс] / Бутко А.О., Прудников В.А., Цырков Г.А. – НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 199 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=503629>.

4 Норенков И.П. Автоматизированное проектирование: учебник // И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. –188 с.

5 Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов // И.П. Норенков – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 430 с. – ISBN 978-5-7038-3275-2.

6 Основы автоматизированного проектирования: учебник [Электронный ресурс] / под ред. Карпенко А.П. – НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 329 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=477218>.

6.2 Интернет-источники

1 База и Генератор Образовательных Ресурсов, автоматизированная обучающая система БиГОР. – Режим доступа: <http://bigor.bmstu.ru/>.

2 Курсы по основам автоматизированного проектирования на сайте Bourabai Research – Частного Боровского исследовательского учреждения по внедрению новых технологий. – Режим доступа: <https://bourabai.ru/cm/cad6.htm>.

3 Портал, ежедневно концентрирующий поток новостей о САПР/PLM в России и в мире, публикующий оригинальные и приглашенные аналитические статьи, выпускающий ежемесячные обзоры рынка. – Режим доступа: <http://isicad.ru>

4 Сайт журнала «САПР и графика», посвященного информации для специалистов в области автоматизированного проектирования. – Режим доступа: <https://sapr.ru/>

5 Сайт информационно-аналитического журнала «CAD/CAM/CAE observer». – Режим доступа: <http://www.cadcamcae.lv/>.

6 Электронные страницы журнала CADmaster – издания, посвященного проблематике систем автоматизированного проектирования (САПР) и рассчитанного на профессионалов САПР. – Режим доступа: <http://www.cadmaster.ru>.

7 Электронная энциклопедия, являющаяся уникальным расширяемым ресурсом, содержащим в настоящее время более 2000 статей с толкованием терми-

нов и понятий, описанием продуктов и их поставщиков и другое. – Режим доступа: <http://plmpedia.ru>.

8 CAD-портал под редакцией Виктора Ткаченко, статьи, программы, документация, новости, обзоры. – Режим доступа: <http://www.cad.dp.ua>.

Контрольные вопросы по дисциплине

1 Расшифруйте термины CAD, CAE, CAM и как они соотносятся с понятием системы автоматизированного проектирования.

2 Опишите используемые в САПР математические модели и решаемые ими задачи проектирования.

3 Перечислите пункты примерного содержания технического задания на разработку САПР.

4 Подходы, используемые в схемотехнике для проектирования сложных систем.

5 Перечислите задачи схемотехники.

6 Назовите уровни проектирования и перечислите задачи, решаемые на каждом уровне.

7 Опишите спецификацию OpenGL и ее применение в разработке САПР.

8 Опишите математические модели, которые применяются на системном, макро- и микроуровне в САПР.

9 Этапы жизненного цикла промышленных изделий и место САПР в них.

10 Виды обеспечения и подсистемы САПР, их состав.

11 Суть CALS-технологий и применения САПР в них.

12 Функциональные, информационные, поведенческие и структурные модели автоматизированных систем.

13 Техническое обеспечение САПР и основные элементы технического обеспечения САПР.

14 Фазовые переменные, компонентные и топологические уравнения представления систем различной физической природы в САПР.

15 Представление топологических уравнений с помощью графов в САПР.

- 16 Методы формирования моделей макроуровня в САПР.
- 17 Методы анализа систем во временной области в САПР.
- 18 Математические модели на микроуровне.
- 19 Методы теории случайных процессов в САПР.
- 20 Методы теории массового обслуживания в САПР.
- 21 Аппарат имитационного моделирования в САПР.
- 22 Алгоритмы и программы компьютерной графики САПР.
- 23 Оптимизация в САПР.
- 24 Интеллектуальные методы и технологии в САПР.
- 25 Задачи и методы структурного синтеза в САПР.
- 26 CASE-технологии и структурный подход к разработке САПР как программной системы.

Список использованных источников

1 ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – Введ. 1992–01–01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 5 с.

2 Шкундин, С.З. Теория информационных процессов и систем: учебное пособие [Электронный ресурс] / Шкундин С.З., Берикашвили В.Ш. – М.: Горная книга, 2012. – Режим доступа:

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=229031.

3 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – Введ. 2012–03–01. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 100 с.

4 Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов // С.А. Орлов, Б.Я. Цилькер. – 4-е изд. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2012. – 608 С.: ил. ISBN 978– 5– 459– 01101– 2.

5 Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов / И.П. Норенков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 430, [2] с.: ил. – («Информатика в техническом университете»). – ISBN 978– 5– 7038– 3275– 2.