

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

**РАЗРАБОТКА 3D CAD/CAE СИСТЕМ ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ
СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ.
АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 2 курса 273 группы

направления 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Исмаиловой Эльмиры Джамилевны

Научный руководитель:

доцент

Е.В.Кудрина

подпись, дата

Зав. кафедрой:

к.ф.-м.н., доцент

М.В. Огнева

подпись, дата

Саратов 2022

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизировать производство человечество стремилось всегда. Первые опыты использования систем автоматизации начались после Второй Мировой Войны. Назвать прорывом применение электронных устройств для нужд ВПК в США в конце 40-х, начале 50-х, согласно источнику нельзя. Мощности вычислительных машин было тогда недостаточно. Серьезные успехи пришли только в 70-е годы, когда появились электронные устройства, способные работать с большим массивом информации. Этот период принято называть первым этапом развития автоматизированных систем проектирования. Была доказана эффективность использования ЭВМ в решении производственных задач.

Для современного производства характерно использование компьютерной техники на всех уровнях. Это осуществляется на базе так называемых CAD/CAM/CAE систем.

CAD (Computer Aided Design, системы автоматизированного проектирования) фактически являются компьютерной помощью при проектировании. Самая основная функция CAD – определение геометрии конструкции, поскольку геометрия определяет все последующие этапы жизненного цикла продукта и представляют собой основу для последующего использования в системах CAM и CAE .

CAM (Computer Aided Manufacturing, системы автоматизированной подготовки производства) используется для планирования, управления и контроля операций производства. Наиболее важным качеством этих систем является способность автоматизировать расчеты траекторий перемещения инструмента для обработки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

CAE (Computer Aided Engineering, компьютеризированное инженерно-техническое обслуживание) - это технология для анализа геометрии CAD, моделирования и изучения поведения продукта, решения различных инженерных задач (расчет конструктивной прочности, нагрузки, напряжения,

деформации, анализ тепловых процессов, расчет гидравлических систем и механизмов и др.).

Примерами CAD/CAM/CAE систем являются: AutoCAD и Inventor от компании Autodesk, Ansys и другие. Их сравнительный анализ будет представлен в теоретической части.

Для автоматизации вышеуказанных процессов принято использовать CAD/CAM/CAE системы. Современные CAD/CAM/CAE системы позволяют автоматизировать все этапы проектирования в различных областях производственной деятельности – от машиностроения до строительства. Однако у них есть ряд недостатков – это дорогостоящие и зачастую англоязычные программные продукты, не учитывающие специфику проектирования зданий и сооружений на многолетнемерзлых основаниях, к тому же данные системы из-за сложившейся политической обстановки недоступны в России.

В исследовании динамики теплового состояния мерзлых толщ все шире стали применяться геотермические модели, основанные на блоковом представлении кристаллического фундамента и хорошо объясняющие разноплановый характер распределения теплового потока в геологических структурах. Для работы этих моделей необходимо иметь подробные региональные сведения о теплофизических свойствах горных пород. Это же относится к прогнозным расчетам динамики состояния мерзлоты в связи с глобальным потеплением климата.

Изучением теплофизических свойств горных пород занимались многие отечественные и зарубежные исследователи. Разработаны фундаментальные положения теории теплопереноса в дисперсных средах, накоплен большой фактический материал по теплопроводным свойствам грунтов различных регионов, предложено множество вариантов полевых и лабораторных методов определений теплофизических свойств. Однако, целый ряд важных вопросов в области изучения теплофизических свойств грунтов еще остается недостаточно изученным, что в первую очередь обусловлено тем, что

мерзлые породы представляют собой сложные термодинамически метастабильные системы, сильно изменяющиеся под воздействием внутренних и внешних сил. Так как нет теоретических схем расчета коэффициента теплопроводности осадочных пород (снега), учитывающих изменение структуры при литификации их из осадков в монолитные горные породы (ледники), и, наоборот, при образовании грунтов в процессе разрушения горных пород, которые способствовали бы интерпретации полученных данных с единых позиций. Необходима систематизация и обобщение полученных экспериментальных данных, требуется выработка общих принципов обобщения накопленного фактического материала.

Цель данной работы: разработать и реализовать 3D CAD/CAE систему, предназначенную для создания цифровых прототипов, как часть информационной системы, применяемой при проектировании зданий и сооружений на многолетнемерзлых основаниях.

Поставленная цель определила следующие **задачи**:

- 1) Выполнить сравнительный анализ существующих на рынке 3D CAD/CAE систем.
- 2) Рассмотреть инструментальные средства, используемые при разработке 3D CAD/CAE систем.
- 3) Изучить математические основы 3D CAD/CAE систем, используемых при проектировании зданий сооружений на многолетнемерзлых основаниях.
- 4) Разработать прототип и основной инструментарий 3D CAD/CAE системы.
- 5) Реализовать математические расчеты, необходимые для проектирования зданий сооружений на многолетнемерзлых основаниях, произведя их программ оптимизацию.
- 6) Интегрировать разработанную 3D CAD/CAE систему, предназначенную для создания цифровых прототипов, в программный комплекс Борея 3D и продемонстрировать его работу.

Методологические основы разработки 3D CAD/CAE систем представлены в работах таких авторов как: Гирфанова Л. [1], Ли К. [2], Зуев

С.А. [3], Ушаков Д.М. [4], Сабоннадьер, Ж.К. [5], Казеннов Г.Г. [6], Райан Д. [7], Курейчик В. М. [8-9], Малюх В. [10].

Практическая значимость магистерской работы состоит в том, что современные CAD/CAM/CAE системы позволяют автоматизировать все этапы проектирования в различных областях производственной деятельности – от машиностроения до строительства. Однако у них есть ряд недостатков – это дорогостоящие и зачастую англоязычные программные продукты, не учитывающие специфику проектирования зданий и сооружений на многолетнемерзлых основаниях, а разработанная система учитывает данную специфику и интегрирована в общую систему, которая, в нынешнее время является импортозамещением, так как зарубежные продукты недоступны.

Структура и объём работы. Магистерская работа состоит из введения, 2-х разделов, заключения и списка использованных источников. Общий объем работы – 72 страницы, из них 62 страницы – основное содержание, включая 10 рисунков и 11 таблиц, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоретическая часть» посвящен анализу аналогов разработанной системы, обзору инструментария, который может быть использован при разработке CAD/CAE систем и описанию математической части проекта.

Проектирование технического объекта – это создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ.

Система автоматизированного проектирования (САПР) - организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств

автоматизации проектирования (САПР), взаимосвязанного с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователей системы) и выполняющая автоматизированное проектирование. Соответственно система автоматического проектирования выполняет автоматическое проектирование без участия человека.

Для современного производства характерно использование компьютерной техники на всех уровнях. Это осуществляется на базе так называемых CAD/CAM/CAE систем.

Отдельные программы (или модули, или системы) – CAD, CAM, CAE, PDM, TDM развивались как универсальные системы для решения задач в конкретных областях:

CAD (Computer Aided Design) – модуль компьютерного геометрического моделирования (проектирования);

CAM (Computer Aided Manufacturing) – модуль технологической подготовки производства;

CAE (Computer Aided Engineering) – модуль компьютерного инженерного анализа;

Постепенно расширяясь функционально и распространяясь на смежные области, стали формироваться объединённые системы, решающие весь спектр производственных задач, обозначаемые в соответствии с составляющими их модулями, например CAD/CAM/CAE.

Примерами CAD/CAM/CAE систем являются: AutoCAD и Inventor от компании Autodesk, Ansys и другие.

Для реализации работы с многолетнемерзлыми грунтами нужно не только создавать чертеж, но и создавать мультифизическое моделирование, показывать распределение температур и т.д. Для того, чтобы осуществить все эти действия необходимо использовать несколько программ по очереди (например, сначала создается чертеж в AutoCAD, в Inventor реализуется модель, а затем происходит мультифизическое моделирование в COMSOL Multiphysics). Помимо того, что это вызывает неудобства у пользователя, это

еще очень затратно со стороны бюджета компании. Все программы платные и им приходится покупать подписку на каждый продукт. Возникла потребность в реализации собственной системы, которая будет содержать все необходимые функции в одном месте.

При разработке 3D CAD/CAE систем используются разнообразные инструментальные средства, например, Helix Toolkit, SharpDX, SlimDX, PhysX и др.

SharpDX – это управляемая .NET-оболочка с открытым исходным кодом для создания приложений с помощью DirectX. SharpDX-это низкоуровневая оболочка для API DirectX.

Helix Toolkit – это 3D-библиотека с открытым исходным кодом, лицензированная по лицензии MIT. Библиотека основана на .NET и в настоящее время фокусируется на платформе WPF. Цель данной библиотеки в том, чтобы упростить работу с 3D в WPF, а также предоставить функции, которые не включены в стандартную визуальную модель WPF 3D.

Ab3d. DXEngine-это невероятно быстрый движок 3D-рендеринга, который можно использовать в настольных приложениях .Net.

Ab3d. DXEngine использует сверхбыстрые многопоточные методы рендеринга, которые могут полностью использовать видеокарты и обеспечивать максимальную производительность, почти такую же, как при использовании C++. Движок также поддерживает высококачественные визуальные эффекты с пиксельным освещением, PBR (физически основанный рендеринг) материалами и тенями.

Ab3d. DXEngine-это не другой игровой движок (например, Unity), который заставляет вас использовать свой игровой редактор, свою архитектуру и требует многих хаков и трюков, чтобы может использоваться в стандартном приложении .Net. Ab3d.DXEngine-это новый движок рендеринга, созданный с нуля с целью использования в стандартных настольных приложениях .Net.

.NET-программисты могут создавать богатые CAD-приложения с помощью devDept Eyeshot. По сути, этот продукт представляет собой набор библиотек и компонентов, написанных на платформе .NET framework с языком C#, что облегчит обучение и работу с этим продуктом. Eyeshot включает в себя полный набор кривых, разнонаправленных сеток, поверхностей, твердых тел и сверхпроводников, инструментов моделирования, включая Булеву операцию, смещенные поверхности и сверхпроводящую реконструкцию. Этот продукт поддерживает стандартные форматы САПР для импорта и экспорта. Разработчики .NET (C # и VB) могут легко общаться с DevDept Eyeshot и использовать этот мощный продукт в своих приложениях.

Также в наборе есть очень удобный инструмент Project Converter, который используется для автоматического обновления Visual Studio проекты до самой последней версии компонентов Eyeshot.

В САПР для каждого иерархического уровня сформулированы основные положения математического моделирования, выбран и развит соответствующий математический аппарат, получены типовые математические модели элементов проектируемых объектов, формализованы методы получения и анализа математических моделей систем.

На микроуровне используют математические модели, описывающие физическое состояние и процессы в сплошных средах. Для моделирования применяют аппарат уравнений математической физики. Примерами таких уравнений служат дифференциальные уравнения в частных производных — уравнения электродинамики, теплопроводности, упругости, газовой динамики. Эти уравнения описывают поля электрического потенциала и температуры в полупроводниковых кристаллах интегральных схем, напряженно-деформированное состояние деталей механических конструкций и т. п.

На макроуровне производится дискретизация пространств с выделением в качестве элементов отдельных деталей, дискретных

электрорадиоэлементов, участков полупроводниковых кристаллов. При этом из числа независимых переменных исключают пространственные координаты. Функциональные модели на макроуровне представляют собой системы алгебраических или обыкновенных дифференциальных уравнений. Для их получения и решения используют соответствующие численные методы. В качестве фазовых переменных фигурируют электрические напряжения, токи, силы, скорости, температуры, расходы и т. д. Они характеризуют проявления внешних свойств элементов при их взаимодействии между собой и внешней средой в электронных схемах или механических конструкциях.

На метауровне с помощью дальнейшего абстрагирования от характера физических процессов удается получить приемлемое по сложности описание информационных процессов, протекающих в проектируемых объектах. На метауровне для моделирования аналогового радиоэлектронного средства (РЭС) широко применяют аппарат анализа систем автоматического управления, а для моделирования цифровой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) — математическую логику, теорию конечных автоматов, теорию массового обслуживания. Математические модели на метауровне — системы обыкновенных дифференциальных уравнений, системы логических уравнений, имитационные модели систем массового обслуживания.

Второй раздел «Практическая часть» посвящен реализации 3D CAD/CAE проекта, оптимизации кода и его интеграции в общую систему. Разработка прототипа началась с реализации иерархии 3D объектов. Был создан базовый абстрактный класс «Object3D» для реализации всех фигур. Он содержит в себе свойства для возвращения флага и сообщения об ошибке, если фигура была нарисована не верно, позиций, индексов, нормалей, граней, ребер каждой фигуры и метод для их построения. Грани и ребра реализованы отдельными классами «Face» и «Edge».

«Edge» - базовый класс для ребер каждой фигуры. Содержит в себе коллекцию индексов для каждого ребра. Каждое ребро хранится клочками линий.

«Face» - базовый класс для грани каждой фигуры. Содержит в себе набор индексов для каждой грани и набор её ребер. Возникает вопрос: зачем же здесь нужны ребра, если все ребра и так хранятся в классе «Edge»? Создано это для того, чтобы выделить ребра отдельной грани.

Инструменты «Коробка», «Цилиндр», «Конус», «Сфера», «Выдавливание» предназначены для определения 3D объектов в модели.

Прототип 3D CAD/CAE системы использует визуализатор на базе Helix-Toolkit, позволяющий отображать 3D модели объектов, а также инструменты редактирования моделей.

Визуализатор обеспечивает следующие возможности:

- Отображение текста;
- Отображение линий;
- Вращения камеры;
- Отображение в режиме 2D и 3D режима;
- Отображение каркаса граней.

Разрабатываемая в данной работе система была внедрена в программный комплекс Борей 3Д и апробирована. Алгоритмы программы апробированы и уточнены на фактических данных Полигона СОУ расположенного на Чаяндинском НГКМ. На Полигоне СОУ выполнено несколько сезонов ежесуточных термометрических наблюдений за работой 47 сезонно-действующими охлаждающими устройствами (СОУ, термостабилизаторами), 16 различных марок отечественного и импортного производства. Работы по обустройству Полигона СОУ и ведению измерений осуществлялись сотрудниками ПАО «ВНИПИгаздобыча» и ООО «ИГИИС».

С каждым сезонно-действующим охлаждающим устройством погружено по 4 термометрических косы на различных расстояниях. Одна термометрическая коса закреплена на термостабилизаторе, другие

погружены на расстояниях 60, 120 и 240 см от СОУ. Наличие нескольких термометрических кос на различных расстояниях позволяет с большой достоверностью судить о совпадении математических моделей с фактическими данными. Т.к. в случае несогласованности моделей и фактического теплового воздействия СОУ и/или теплофизических свойств грунтов с фактическими свойствами, мы не получили бы высокой сходимости моделей с фактическими данными на всех термометрических скважинах.

Из показаний измерения температур видно, что большая часть термостабилизаторов погружена в условия заглубленной кровли мерзлоты глубиной 3-6 м. Нахождение фактических (адаптированных) характеристик СОУ велось путем сопоставления расчетных и фактических температурных полей грунтов, измеренных в термоскважинах. Расчетные температуры грунта вокруг СОУ получались путем решения внешней задачи расчета теплообмена СОУ в программе Борей 3D.

Расчеты выполнены на фактических данных метеостанции Комака с периодом изменений параметров в 3 часа.

Нахождение фактических (адаптированных) характеристик СОУ ведется с помощью инструмента адаптации, реализованного в программе Борей 3D.

При разработке математического аппарата была произведена реализация расчета основных теплофизических свойств грунтов.

Площадь теплообменной поверхности – сумма площадей наружных поверхностей участвующих в теплообмене трубок и пластин оребрения. Оребрение трубок в теплообменниках применяют для того, чтобы увеличить площадь теплообмена и соответственно производительность теплообменного аппарата. Теплоотдача в трубах и ребрах может происходить при вынужденном или свободном характере конвекционных потоков (возможны также их сочетания в случае существенного влияния гравитационных сил).

При вынужденном течении (вынужденная конвекция) жидкость нагнетается или отводится под действием сил внешнего давления, например, ветра, насоса или вентилятора.

Свободное течение жидкости происходит под действием подъемных (гравитационных) сил за счет изменения ее плотности из-за разницы температуры – слой жидкости с меньшей плотностью стремится занять верхнее положение относительно холодного слоя (свободная или естественная конвекция).

Течение жидкости в трубах определяется значением числа Рейнольдса Re и в зависимости от его величины может быть ламинарным, переходным или турбулентным.

- Ламинарный режим течения жидкости характеризуется величиной числа Re до 2300.
- При значении числа Re от 2300 до 10000 режим течения в трубах является переходным.
- Турбулентный режим течения в трубах наблюдается при числах Re более 10000.
- Число (критерий) Рейнольдса представляет собой безразмерный комплекс, связывающий скоростные и вязкостные характеристики жидкости с определяющим размером канала (для трубы – это ее диаметр).

В разработке используются два типа интерполяции: линейная и интерполяция по обратному средневзвешенному состоянию. Здесь будет подробно описан только линейный способ интерполяции.

Интерполяция – процесс нахождения промежуточных значений величины по ее известным значениям.

Процесс интерполяции состоит в поиске такой функции f из заданного класса функций, что $F(x_i) = y_i$, $i = 1, \dots, N$.

Точки x_i являются узлами интерполяции, а их совокупность – интерполяционной сеткой.

Пары (x_i, y_i) являются точками данных (базовыми точками).

Разность между «соседними» значениями $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$ - называют шагом интерполяционной сетки. Шаг может быть переменным или постоянным.

После реализации системы были проведены ее оптимизация. Для этого необходимо было выявить узкие места программы. При расчете теплоотдачи была проблема, распределение скоростей в потоке жидкости при заданных граничных условиях зависит только от числа Рейнольдса, а распределение температуры – от чисел Рейнольдса и Прандтля. Расчет и определение условий занимало довольно большое время, поэтому было принято решение оптимизировать данный участок.

Пожалуй основными причинами снижения производительности программ при работе с памятью является чтение/запись данных с диска/ на диск, размещение в памяти компьютера больше данных, чем объем оперативной памяти, что неминуемо приводит к использованию файла подкачки (своппинг).

Ошибка состоит в том, что на каждый вызов функции в лучшем случае происходит обращение к дисковому кэшу операционной системы, а в худшем к физическому устройству. При этом каждый раз в чтение участвует ядро операционной системы, что в совокупности существенно замедляет работу программы. Разумней будет завести массив, в который считывать блок данных с диска и из него отдавать данные пользователю.

Методы, которые возвращают положение точки относительно какой-либо линии в плоскости Z/Y/X. Здесь стоит обратить внимание на то, что переменные линии передаются в функцию по значению и при каждом вызове этой функции вызывается конструктор для класса Point.

При выводе температурных точек используется быстрая сортировка, ее лучше изменить.

Наследование enum от int, на самом деле – это не лучшая идея. Для оптимизации лучше использовать byte.

Избавление от рекурсии.

Оценить и задать capacity некоторым коллекциям.

Следует отметить, что разработанная 3D CAD/CAE система внедрена в программный комплекс Борея 3D в качестве отдельного модуля. Рассмотрим процесс ее работы на примере моделирования системы термостабилизации грунтов оснований резервуарного парка $V=100 \text{ м}^3$

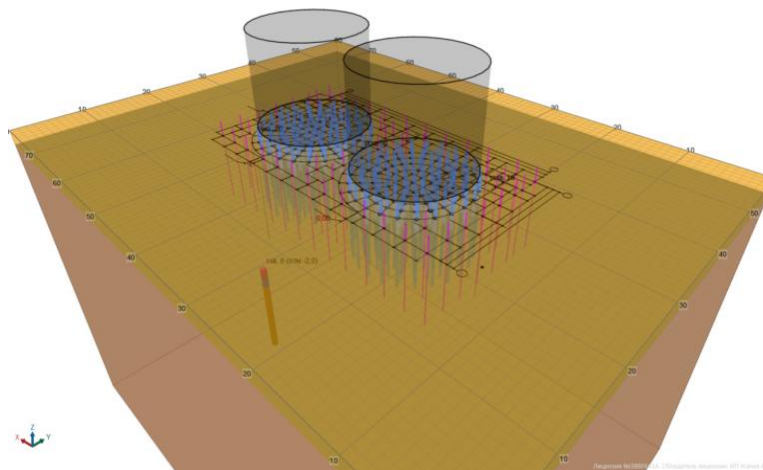


Рисунок 1 – Модель резервуарного парка.

Расчет выполнялся с поэтапным моделированием строительного периода:

Первый этап – возведение насыпи. Моделировалось изменение теплового режима грунтов при возведении насыпи. Для данных расчетов принят вариант возведения насыпи в конце зимнего периода мерзлым грунтом. Срок прогноза составлял один календарный год. В качестве начального температурного поля приняты значения температур грунтов полученные при процедуре адаптации граничных условий.

Второй этап – период эксплуатации. Моделировалось тепловое воздействие от строительства и эксплуатации сооружения. Погружения свай и СОУ принято на момент 15 мая. Температурное с первого этапа моделирования (возведения насыпи) принято в качестве начального температурного поля грунтов.

Моделирование работы СОУ производится путем расчета значений внутренних стоков теплоты на основе конструктивных характеристик СОУ, описывающих их работу. Для описания СОУ задаются величины

среднемесячных температур воздуха на уровне СОУ и коэффициента теплообмена с конденсаторных блоков СОУ, определяемых на основе скорости ветра на уровне конденсаторных блоков. Расчет теплоотдачи с единицы поверхности испарителя СОУ, ведется внутри программы на основе расчета теплового баланса по СОУ на каждом шаге итерации. При решении теплового баланса по СОУ на каждом шаге итерации также проверяются критерии запуска и остановки работы СОУ. Тепловые характеристики работы СОУ, эквивалентные постановки граничных условий теплообмена в аналогичных программах расчета.

Данный пример подготовлен с использованием материалов ПАО «ВНИПИгаздобыча».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе были рассмотрены другие 3D CAD/CAE системы, проведен их сравнительный анализ, разобраны основные библиотеки, которые используются для создания 3D CAD/CAE систем, также были рассмотрены теоретические математические аспекты теплофизических свойств грунтов.

На основе изученных и проанализированных данных был разработан прототип 3D CAD/CAE системы с применением методов расчета теплофизических свойств грунтов в рамках ИП Усачев А.А. Борей3Д.

Развитие данного программного комплекса не прекращается, он активно используется на практике. ИП ИП Усачев А.А. активно сотрудничает с такими компаниями как: ООО «ТюменьНефтегазИнжиниринг», «Газпром.Добыча.Надым», «ФундаментПроект» и т.д.

Отдельные части магистерской работы были представлены на всероссийском инженерном конкурсе, а также на студенческой научной конференции факультета компьютерных наук и информационных технологий был представлен доклад «Разработка 3D CAD/CAE системы,

предназначенной для создания цифровых прототипов», который был удостоен 1 места.

Основные источники информации:

1. Гирфанова, Л. Системы автоматизированного проектирования изделий и процессов: Учебное пособие / Л. Гирфанова. – Уфа: Уфимский гос. ун-т экономики и сервиса, 2014. – 143 с.
2. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
3. Зуев, С.А. САПР на базе AutoCAD - как это делается / С.А. Зуев, Полещук Н. Н. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. – 1168 с.
4. Ушаков, Д. М. Введение в математические основы САПР. Курс лекций / Д.М. Ушаков. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 208 с.
5. Сабоннадьер, Ж.К. Метод конечных элементов и САПР / Ж.К. Сабоннадьер. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 417 с.
6. Казеннов, Г.Г. Основы построения САПР и АСТПП / Г.Г. Казеннов, А.Г. Соколов. - М.: Высшая школа, 1989. - 200 с.
7. Райан, Д. Инженерная графика в САПР / Д. Райан. - М.: Мир, 1989. - 391 с.
8. Курейчик, В. М. Комбинаторные аппаратные модели и алгоритмы в САПР / В.М. Курейчик, В.М. Глушань, Л.И. Щербаков. - М.: Радио и связь, 1990. - 216 с.
9. Курейчик, В. М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР / В.М. Курейчик. - М.: Радио и связь, 1990. - 352 с.
10. Малюх, Владимир Введение в современные САПР / Владимир Малюх. - Москва: Гостехиздат, 2014. - 192 с