**Аннотация**

В ходе проектирования сложных технических объектов и процессов значительную часть времени занимает цикл «проектирование-изготовление-испытание», так как зачастую он требует большого количества повторения. Повторения цикла осуществляется до тех пор, пока не будут достигнуты параметры, которые удовлетворяют технического заданию. Однако найденные при значительных затратах времени и ресурсов параметры могут являться далеко не оптимальными. На этой основе формулируется задача автоматизации проектирования с применением методов оптимизации.

Решение этой задачи требует разработки программного комплекса, представляющего собой автоматизированную систему для вычисления оптимальных параметров проектируемого объекта. Одной из реализаций данной концепции является комплекс многокритериальной и многопараметрической оптимизации «CADoptimizer», который позволяет ускорить процесс поиска оптимальных параметров, достигнуть высокой точности вычислений, а также имеет диалоговый интерфейс для удобства работы. Данный комплекс состоит из ряда модулей. Одной из задач при создании комплекса являлась разработка модуля библиотеки частных критериев оптимальности.

В ходе решения поставленной задачи были проанализированы различные частные критерии оптимальности, сформирована библиотека частных критериев, разработан программный модуль, хранящий в себе алгоритмы частных критериев, а также рассчитывающий значение целевой функции на основе выбранных пользователем критериев оптимальности. Разработанный модуль отвечает всем требованиям технического задания.

Оглавление

[Аннотация 4](#_Toc358021036)

[А. Специальная часть проекта. 8](#_Toc358021037)

[1. Введение 8](#_Toc358021038)

[2. Автоматизация процесса проектирования на основе методов оптимизации 9](#_Toc358021039)

[2.1. Основные проблемы проектирования 9](#_Toc358021040)

[2.2. Процессы и этапы проектирования, автоматизация проектирования 10](#_Toc358021041)

[2.3. Методы оптимизации проектирования 18](#_Toc358021042)

[3. Постановка задачи 29](#_Toc358021043)

[3.1. Назначение комплекса 29](#_Toc358021044)

[3.2. Цели создания комплекса 29](#_Toc358021045)

[3.3. Преимущества комплекса «CADoptimizer» перед аналогами 29](#_Toc358021046)

[3.4. Структура и работа комплекса. 30](#_Toc358021047)

[4. Техническое задание на дипломное проектирование 33](#_Toc358021048)

[4.1. Назначение и область применения 33](#_Toc358021049)

[4.2. Описание объекта проектирования. 33](#_Toc358021050)

[4.3. Требования к программе 33](#_Toc358021051)

[Б. Конструкторско-технологическая часть. 36](#_Toc358021052)

[1. Выбор языка программирования 36](#_Toc358021053)

[2. Используемое программное обеспечение 39](#_Toc358021054)

[2.1. Denwer 39](#_Toc358021055)

[2.2. NotePad++ 40](#_Toc358021056)

[2.3. PhpDesigner 40](#_Toc358021057)

[3. Разработка программного модуля 41](#_Toc358021058)

[3.1. Внутренняя структура для хранения данных 41](#_Toc358021059)

[3.2. Базовая библиотека частных критериев 44](#_Toc358021060)

[3.3. Пользовательские критерии 46](#_Toc358021061)

[3.4. Весовые коэффициенты 46](#_Toc358021062)

[3.5. Свертывание частных критериев 48](#_Toc358021063)

[В. Охрана труда. 49](#_Toc358021064)

[1. Основные понятия и определения 49](#_Toc358021065)

[2. Исследование возможных опасных и вредных факторов при эксплуатации ЭВМ и их влияния на пользователей 50](#_Toc358021066)

[2.1.Опасные и вредные факторы, возникающие при эксплуатации ЭВМ 51](#_Toc358021067)

[2.2. Анализ влияния опасных и вредных факторов на пользователя 52](#_Toc358021068)

[2.3. Методы и средства защиты пользователей от воздействия на них опасных и вредных факторов 55](#_Toc358021069)

[3. Освещение 56](#_Toc358021070)

[4. Выводы 63](#_Toc358021071)

[Г. Экологическая часть проекта 64](#_Toc358021072)

[1. Влияние шума на производительность труда 64](#_Toc358021073)

[1.1. Основные понятия и определения 64](#_Toc358021074)

[1.2. Классификация шума 64](#_Toc358021075)

[1.3. Воздействие шума на организм человека 65](#_Toc358021076)

[1.4. Методы защиты от шума 66](#_Toc358021077)

[2.Микроклимат в рабочей зоне 67](#_Toc358021078)

[2.1.Термины и определения 67](#_Toc358021079)

[2.2. Характеристика отдельных категорий работ 67](#_Toc358021080)

[2.3. Общие требования и показатели микроклимата 68](#_Toc358021081)

[2.4. Оптимальные условия микроклимата 69](#_Toc358021082)

[2.5. Допустимые условия микроклимата 69](#_Toc358021083)

[3. Выводы 70](#_Toc358021084)

[Заключение 71](#_Toc358021085)

[Список литературы 72](#_Toc358021086)

**А. Специальная часть проекта.**

1. **Введение**

Целью выполнения дипломного проекта являлась разработка модуля для комплекса многокритериальной и многопараметрической оптимизации «CADoptimizer». Данный модуль представляет собой библиотеку частых критериев оптимальности с возможностью расширения. Пользователь программы может использовать необходимые ему критерии оптимальности из библиотеки. При отсутствии в библиотеке необходимых критериев имеется необходимый функционал для её дополнения.

В специальной части пояснительной записки приводится анализ возможностей автоматизации проектирования различных объектов и процессов на основе методов оптимизации, формулируются требования, предъявляемые к программному комплексу, описывается его общая структура и принцип работы.

 В конструкторско-технологической части описываются используемые технические средства и программное обеспечение. Также особое внимание уделяется непосредственно программной реализации разрабатываемого модуля библиотеки частных критериев: показана структура программного модуля, приводятся преимущества и недостатки тех или иных решений и используемых методик, описываются базовые критерии, входящие в библиотеку, а также принцип добавления критериев пользователем.

## 2. Автоматизация процесса проектирования на основе методов оптимизации

### 2.1. Основные проблемы проектирования

Учитывая современный технический уровень развития общества, сложность используемой и создаваемой техники, разрабатываемых технологий, а также транспортных и производственных связей растет год за годом. Проектирование является одной из наиболее сложных для автоматизации областей инженерной деятельности.

Объектом проектирования могут быть как технические системы, такие, как самолет, ракетный комплекс, корабль, так и народнохозяйственные или экономические системы, например системы обустройства крупных нефтяных или газовых месторождений, использования бассейнов, рек и т.д.

В ходе проектирования объектов и процессов все в большей степени возникает необходимость применения знаний и технологий из различных смежных наук. При современных разработках и исследованиях в сфере энергетики, машиностроения, ракетостроения и самолетостроения необходимо использование знаний тепловых процессов, схемотехники, радиоэлектроники, газовой динамики, ядерной физики и многих других.

В связи с тем, что проектирование представляет собой трудоемкий многоэтапный процесс, в нем могут принимать участие как большие коллективы специалистов, так и целые научно-исследовательские институты и производственные объединения. Сильное усложнение всевозможных производственных связей, технологий, а также переход к использованию новых композитных материалов в значительной степени усложняют работу проектировщика производственного комплекса.

Трудоемкость задач, решаемых при проектировании, непрерывно растет, что ведет к привлечению дополнительных ресурсов или же увеличению сроков разработки. Рост трудоемкости проектирования, а также усложнение производственных связей влечет за собой увеличение вероятности и цены ошибки. Если ошибка была допущена в ходе вычисления значений в смежных областях науки, то эта оплошность может в значительной степени отразиться на основных характеристиках разрабатываемого объекта или процесса. Обнаружить эти ошибки иногда удается только при проведении испытаний опытного образца, изготовление которого может потребовать существенных вложений ресурсов.

### 2.2. Процессы и этапы проектирования, автоматизация проектирования

В ходе проектирования объектов зачастую происходит многократное повторение различных операций проектирования. Основная причина заключается в том, что проектирование является закономерно развивающимся процессом. Исследования, проведенные на некоторых машиностроительных и станкостроительных предприятиях, показали, что творческий этап занимает только 10-25% от общего времени проектных работ, остальное же время тратится на подбор параметров, соответствующих техническому заданию, а также на изготовление и испытание опытных образцов.

Для каждого этапа жизненного цикла изделия имеются собственные целевые установки. При этом участники жизненного цикла стремятся достичь поставленных целей с максимальной эффективностью. На каждом этапе проектирования необходимо достичь поставленных в техническом задании целей при заданной надежности и качестве изделия. Также необходимо по возможности уменьшить материальные и временные затраты для обеспечения конкурентоспособности в условиях рыночной экономики.

Понятие эффективности охватывает не только снижение себестоимости продукции и сокращение сроков проектирования и производства, но и обеспечение удобства освоения и снижение затрат на будущую эксплуатацию изделий. Наиболее важную роль требования удобства и стоимости эксплуатации имеют для технически сложной техники в таких отраслях, как авиастроение, ракетостроение или автомобилестроение.

В последнее время указанной проблеме уделяется значительное внимание. В основном, такое явление характерно для всех индустриально развитых стран, которые создают сложные образцы техники и реализуют проекты сложнейших народнохозяйственных комплексов. Постепенно автоматизация проектирования стала одной из областей наиболее перспективного использования вычислительной техники.

Объектом автоматизации проектирования являются действия человека, выполняемые в процессе проектирования. А то, что проектируют, называют объектом проектирования. Отсюда следует, что объекты проектирования не являются объектами автоматизации проектирования.

Основной целью автоматизации проектирования является создание комплексов автоматизированных систем, которые выполняют расчеты, выбирают наиболее оптимальные технологические и конструкторские решения, просчитывают вариации компоновки объектов проектирования из составляющих элементов, выполняют подбор этих элементов, систематизируют процесс технологического проектирования, организуют выдачу проектной документации в готовом виде и т. п.

Как правило, основанием для автоматизированного проектирования является сокращение сроков проектирования и внедрения в производство, увеличение точности при проектировании, возможность изменения проектных решений, значительное сокращение сроков тестирования за счет уменьшения количества необходимых для изготовления опытных образцов.

Задачей процесса проектирования всегда являлось стремления автоматизировать «рутинные» этапы работ с помощью средств вычислительной техники. Автоматизация многочисленно повторяющихся операций дает возможность конструктору сконцентрироваться на творческой деятельности и повышает производительность труда при процессе проектирования. Разделение всего процесса проектирования на этапы и операции позволяет описать их с использованием определенных математических методов, а также позволяет определить необходимые инструментальные и технические средства для их автоматизации. Затем необходимо изучить конкретные проектные операции, рассмотреть средства автоматизации в комплексе, после чего найти способы объединения их в единую систему, которая отвечает всем поставленным задачам.

Автоматизация любого процесса невозможна без четкого представления о том, что этот процесс из себя представляет, и какой алгоритм выполнения он имеет. Изучение структуры, алгоритмизация и формализация процессов проектирования являлась трудоемкой задачей, которая потребовала большого количества времени для решения, поэтому автоматизация процессов проектирования в большинстве случаев осуществлялась лишь частично, но со временем охватывала и остальные операции проектирования. Практически для всех этапов проектирования объектов и процессов можно выделить следующие основные виды типовых операций:

* поиск и выбор из всевозможных источников нужной информации;
* анализ выбранной информации;
* выполнение расчетов;
* принятие проектных решений;
* оформление проектных решений в виде, удобном для дальнейшего использования (на последующих стадиях проектирования, при изготовлении или эксплуатации изделия)

Огромное значение имеет формализация объекта проектирования. Выбор методов решения поставленных задач зависит от уровня формального описания проектируемого объекта, а следовательно, на данном этапе определяется возможность применения средств вычислительной техники. При отсутствии формализации объекта конструктор может использоваться в сочетании с одним из эвристических методов решения задачи. Полная формализация задачи позволяет на её основе составить математическую модель объекта проектирования, просчет которой в дальнейшем можно автоматически выполнять при помощи средств электронно-вычислительных машин. Если же не все внутренние связи системной модели проектируемого объекта удалось выразить в форме аналитических и логических зависимостей, то это является частичной формализацией. В данном случае применяется вариант, при котором используется неполная математическая модель объекта, а также сценарий взаимодействия конструктора и ЭВМ.

Теперь приведем список основных этапов проектирования с позиции технологии обработки информации:

* техническое задание на проектируемый объект;
* научно-исследовательская работа;
* эскизный проект;
* технический проект;
* рабочий проект;
* технология изготовления и испытания спроектированного объекта (опытного образца или партии), внесения коррекции (при необходимости).

На рисунке 1 изображена блок-схема с основными этапами проектирования.



Рисунок 1. Основные этапы проектирования.

Ошибочность и неоптимальность принятых ранее решений можно выявить в ходе выполнения любой стадии или этапа проектирования. Следовательно, может появиться необходимость или целесообразность их изменения. Такого рода возвраты характерны при проектировании любого объекта или процесса. Это и обусловливает итерационный характер проектирования. В некоторых случаях может быть также выявлена необходимость внесения корректировок в техническое задание. Изменение технического задания влечет за собой чередование процедур внешнего и внутреннего проектирования, что является характерным для стадии научно-исследовательской работы.

Программный модуль, который будет разработан в ходе настоящего дипломного проекта, войдет в состав комплекса многокритериальной и многопараметрической оптимизации. Данный комплекс затрагивает этап научно-исследовательских работ проектирования. Научно-исследовательская работа (НИР) является одним из самых ответственных этапов проектирования. Она также представляет собой предварительное проектирование, решение задач которого выполняется при использовании ЭВМ.

Стадию НИР в большинстве случаев можно разделить на 3 этапа:

* предпроектные исследования;
* формирование технического задания;
* формирование технического предложения.

В ходе последовательного выполнения этих этапов изучаются необходимые потребности в создании новых изделий с заданными целевыми характеристиками, анализируется возможные значения параметров и характеристик проектируемого объекта, а также проводят исследования физических, информационных, конструктивных и технологических принципов разработки изделия. Также происходит построение связей типа «вход-выход», определяется информативность параметров, выполняется активный эксперимент, формируются математические модели и алгоритмы, управляющие технологическим процессом. Конечным результатом выполненной НИР является сформулированное техническое задания на разработку нового объекта или процесса.

На этапе НИР происходит решение следующих поставленных задач:

* Формулирование необходимых критериев качества.
* Проведение научного эксперимента.
* Организация пассивного или (и) активного эксперимента и обработка их результатов.
* Формирование математической модели и задание ограничений на входные и выходные параметры.
* Анализ технологических процессов проектирования объекта с целью поиска вектора входных параметров, который бы обеспечивал оптимальные выходные показатели.
* Формирование обобщенного критерия оптимальности, который объединяет все частные критерии. При решении задачи оптимизации обобщенный критерий принимается за целевую функцию.
* Решение задачи оптимизации, которое подразумевает варьирование входных характеристик в рамках установленных ограничений с целью получения минимального значения целевой функции.
* Проведение анализа возможностей разработки объекта на основе полученных значений.
* Разработка новых технических средств, в том числе средств контроля и измерений.

Автоматизация вышеперечисленных работ выполняется при помощи математических методов оптимизации. При наличии разработанной математической модели решение задачи оптимизации сводится к просчету возможных вариантов наборов параметров и поиску оптимального варианта, который бы удовлетворял все требования технического задания.

### 2.3. Методы оптимизации проектирования

#### 2.3.1. Основные понятия и определения

Прежде чем приступить к обсуждению вопросов оптимизации, введем ряд определений и рассмотрим основные понятия.

Оптимизация - это процесс или последовательность операций, которые позволяют получить уточненное решение. Конечной целью оптимизации является нахождение наилучшего (оптимального) решения. Зачастую оптимальное решение является недостижимым, и проходится довольствоваться только лишь улучшением существующего решения. В связи с этим, оптимизацию можно рассматривать, как стремление к совершенству, даже если оно не может быть достигнуто.

Задачей принятия решения является выбор в определенном смысле оптимального решения среди множества возможных. Как правило, этот выбор производит некоторое лицо, принимающее решение (ЛПР), которым может являться как отдельный человек (инженер или научный сотрудник), так и группа лиц (группа специалистов или научный коллектив).

Для принятия определенного решение необходимо сформулировать цели, которых нужно достичь. В соответствии с этим подходом у ЛПР есть свои представления о приоритете одних целей над другими, на основании которых одно решение является предпочтительней другому.

Оптимальное решение с точки зрения лица, принимающего решение - это решение, которое является предпочтительнее других возможных решений. Отсюда следует, что поиск оптимального решения напрямую связан с расстановкой приоритетов. Расстановка приоритетов является довольно-таки сложной задачей и плохо поддается математической формализации, так как зачастую ЛПР не может однозначно сформулировать свои предпочтения в рамках существующей математической модели. Для поиска оптимального решения необходимо разработать методики, помогающие ЛПР в расстановке однозначных приоритетов.

Проектные параметры – это независимые значения, которые однозначно определяют решаемую задачу проектирования. Значения проектных параметров вычисляются в ходе процесса оптимизации. Проектными параметрами могут быть любые основные или производственные показатели, которые дают возможность качественно описать проектируемый объект, например показатели надежности, рабочей температуры, массы и др. Сложность решаемой задачи проектирования определяется количеством проектных параметров. Оптимальным решением является такой набор проектных параметров, которые в полной мере удовлетворяет предпочтения лица, принимающего решения.

Целевая функция – выражение, которое в процессе решения задачи оптимизации необходимо сделать максимальным или минимальным. Иными словами, целевая функция является абсолютным критерием качества проектируемого объекта, а с математической точки зрения она представляет собой (n+1)-мерную поверхность, где n – количество проектных параметров. Если количество проектных параметров равно 1, то целевую функцию можно изобразить в виде кривой на плоскости. При двух проектных параметрах целевая функция представляется поверхностью в трехмерном пространстве. Если n > 2, то целевая функция является гиперповерхностью, и её невозможно изобразить при помощи обычных средств. Стоит учитывать, что целевая функция может являться кусочно-гладкой функцией и не вписываться в рамки замкнутой математической формы. Для задания целевых функций такого вида используются таблицы зависимостей.

Поиск минимума или максимума целевой функции сводится к применению алгоритмов оптимизации. Независимо от типа решаемой задачи существует возможность воспользоваться одним и тем же алгоритмом, просто заменив знак целевой функции на противоположный.

Множество допустимых решений - область, которая определяется всеми возможными вариантами векторов проектных параметров. Пространство решений уменьшается за счет ограничений на входные и выходные параметры, а также за счет применения различных методов поисковой оптимизации. Некоторые задачи могут вовсе не иметь решений, которые бы соответствовали требованиям технического задания.

Локальный оптимум – одна из точек пространства решений, в которой целевая функция имеет наибольшее или наименьшее значение в районе некоторой области. Зачастую пространство решения имеет несколько локальных минимумов, что в значительной степени осложняет поиск оптимального решения.

Глобальный оптимум – точка пространства решений, в которой целевая функция принимает оптимальное значение. Однако бывают случаи, когда пространство решения имеет несколько одинаковых глобальных минимумов. В этой ситуации целевая функции будет иметь несколько равнозначных решений, или же можно задать дополнительные ограничения для поиска наиболее предпочтительного набора параметров.

#### 2.3.2. Общее решение задачи оптимизации

К задачам параметрической оптимизации, относятся следующие задачи:

* Определение оптимальных значений параметров.
* Назначение оптимальных допусков на параметры по математической модели и заданным ограничениям на показатели качества.
* Параметрическая идентификация (уточнение параметров в модели блока объекта проектирования на основе данных испытания).

Любой оптимизируемый объект можно представить в виде схемы, изображенной на рисунке 2, где

* – проектные параметры;
* – контролируемые входные параметры;
* – неконтролиремые воздействия;
* – регулируемые входные параметры (управляющие параметры).



В том случае, когда неконтролируемыми воздействия можно пренебречь, а контролируемые входные параметры являются фиксированными величинами, целевая функция F() формируется на основе технических характеристик проектируемого устройства. Вычисление технических характеристик осуществляется по математической модели.

Для решения задачи оптимизации необходимо:

* сформировать математическую модель объекта проектирования
* на основе одного или нескольких критериев оптимизации составить целевую функцию
* установить на входные и проектные параметры ограничения
* использовать метод оптимизации, который позволит найти минимальное или максимальное значение целевой функции.

 Математические модели включают в себя следующие основные элементы: исходные данные, проектные параметры и зависимости. Различные сочетания этих элементов образует различные классы задач оптимизации, которые требуют применения разных методов решения. Основные классы задач оптимизации приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Классификация оптимизационных задач.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Класс задач** | **Исходные данные** | **Искомые переменные** | **Зависимости** |
| Линейное программирование | Детерминированные | Непрерывные | Линейные |
| Дискретное программирование | Детерминированные | Дискретные | Линейные |
| Нелинейное программирование | Детерминированные | Непрерывные | Нелинейные |
| Дискретные |
| Стохастическое программирование | Случайные | Непрерывные | Линейные |
| Многокритериальное программирование | Детерминированные | Непрерывные | Линейные |
| Дискретные | Нелинейные |

#### 2.3.3. Задачи многокритериальной оптимизации

При разработке различных объектов и процессов в большинстве случаев требуется ввести более одной целевой функции. В этом случае, намного эффективней использовать концепцию формирования целевой функции на основе частных критериев. Частный критерий является мерой оптимальности определенного проектного параметра. В этом случае задача оптимизации сводится к задаче многокритериальной или векторной оптимизации, когда поиск оптимального решения производят по нескольким частным критериям. Суть многокритериальной оптимизации заключается в поиске наилучшего значения для некоторого множества характеристик проектируемого объекта. Зачастую это становится возможным только тогда, когда решение задачи представляет собой компромисс между теми частными критериями, по которым требуется оптимизировать решение.

Постановку задачи многокритериальной оптимизации можно представить следующим образом:



Множественность технических требований, предъявляемых к проектным параметрам объекта, является одной из основных причин, приводящей к многокритериальность. Эти требования можно представить в виде системы неравенств:

где является предельным значением *i*−го технического требования.

Другим основанием для применения многокритериальности может являться то, что проектируемый объект должен будет эксплуатироваться при различных условиях функционирования. Следовательно, необходимо обеспечить устойчивость работы при неопределенности условий, в которых придется работать объекту. В данной ситуации задача оптимизации будет иметь следующий вид:

*.*

Такой подход при проектировании объектов позволяет учитывать воздействие внешних факторов на проектные параметры.

Третьей причиной для применения многопараметрической оптимизации является то, что зачастую приходится проектировать объекты или процессы, которые имеют сложную структуру и состоят из различных элементов или подпроцессов. Каждая из этих частей может иметь как минимум один критерий оптимальности. Решением задачи оптимизации в данном случае будет являться соблюдение требований ко всем отдельным модулям, рассматриваемым с точки зрения общей системы.

Для решения задач многокритериальной оптимизации существует ряд поисковых методов оптимизации. Однако, практическое применение этих методов может быть осложнено высокой размерностью математической модели проектируемого объекта или процесса, а также возможно возникновение противоречий между различными частными критериями оптимальности.

#### 2.3.4. Свертывание частных критериев

Метод свертывания частных критериев является одним из наиболее распространенных среди методов решения задач многокритериальной оптимизации. При использовании данного метода учитывается относительная важность частных критериев оптимальности. Суть свертывания состоит в формировании скалярной функция F, которая является обобщенным критерием, основанном на векторе частных критериев оптимальности . Решение задачи оптимизации после свертывания выглядит следующим образом:

где = {w1,…,wS} – весовые коэффициенты относительной важности частных критериев оптимальности.

Свертывание критериев может выполняться на основе различных математических операций. Наибольшее распространение получили следующие критерии оптимальности:

* аддитивный
* мультипликативный
* среднестепенной обобщенный

#### 2.3.5. Весовые коэффициенты

При формулировании задачи многопараметрической оптимизации может возникнуть такая ситуация, что частные критерии противоречат друг другу, чем в значительной степени затрудняют поиск оптимального решения. Пример может послужить задание на разработку ударного вертолета, который имел при минимальной взлетной массе и минимальной стоимости мог бы взять боевую нагрузку от 3 тонн и развивал бы максимальную скорость. Есть вероятность, что решения для подобной задачи и вовсе не существует, однако, в таких ситуациях можно попробовать найти решение на основе системы предпочтений. Такой подход требует тщательного подбора весовых коэффициентов, что является достаточно сложной процедурой, не поддающейся однозначной формализации.

Весовой коэффициент определяет важность частного критерия оптимальности и показывает в количественной мере предпочтение текущего критерия над остальными критериями оптимальности. Для критериев, которые имеют одинаковый приоритет необходимо расставлять одинаковые весовые коэффициенты. В остальных случаях, когда лицо, принимающее решение, может однозначно определить приоритет по важности, следует расставлять коэффициенты в зависимости от важности текущего критерия.

## 3. Постановка задачи

### 3.1. Назначение комплекса

Комплекс «CADoptimizer» разрабатывался для решения задач многокритериальной и многопараметрической оптимизации при проектировании различных объектов и процессов. Данный комплекс выполняет поиск оптимальных параметров, удовлетворяющих требованиям технического задания проектирования. Программный комплекс «CADoptimizer» разрабатывался с учетов использования его как онлайн-сервиса, что дает ряд значительных преимуществ

### 3.2. Цели создания комплекса

* Уменьшение временных затрат на проектирование объектов / процессов;
* Получение наиболее оптимальных параметров для объекта проектирования;
* Повышение точности вычислений.

### 3.3. Преимущества комплекса «CADoptimizer» перед аналогами

* Возможность оптимизации характеристик любого объекта или процесса, заданного в виде математической модели;
* Снижение требований к устройству пользователя за счет серверных вычислений (требуется только наличие доступа к интернету);
* Отсутствие необходимости установки прикладного программного обеспечения устройство пользователя (требуется только веб-браузер);
* Использование учетных записей пользователей для сохранения данных о процессе проектирования на сервере.

### 3.4. Структура и работа комплекса.

Структура комплекса представлена на рисунке 3.

Комплекс состоит из следующих модулей:

* пользовательский интерфейс;
* математическая модель;
* библиотека критериев;
* случайный поиск;
* прямой и градиентный поиск.

#### 3.4.1. Функции модуля пользовательского интерфейса.

* ввод/вывод математической модели;
* выбор математической модели из библиотеки;
* выбор из библиотеки и создание критериев для выходных параметров;
* регистрация и аутентификация пользователей;
* ввод дополнительных параметров для остальных модулей;
* вывод результатов;
* сохранение состояния работы программы для данного пользователя.

#### 3.4.2. Функции модуля математической модели.

* создание внутренней подпрограммы на основе введенной пользователем информации;
* формирование вектора выходных характеристик для соответствующего вектора входных параметров.



#### 3.4.3. Функции модуля библиотеки критериев

* выбор пользователем частных критериев оптимальности из библиотеки;
* подключение пользовательских критериев к библиотеке;
* расчет весовых коэффициентов критериев в зависимости от выбранного пользователем типа;
* формирование целевой функции на основе выбранных критериев и установленных значений весовых коэффициентов;
* расчет значения целевой функции для одиночного вектора или массива векторов выходных параметров.

#### 3.4.4. Функции модуля случайного поиска

* формирование массива векторов входных параметров удовлетворяющих ограничениям пользователя;
* ранжирование сформированного массива по минимальному значению целевой функции;
* вывод заданного пользователем количества наилучших результатов поиска;
* передача выбранного пользователем вектора входных параметров модулю прямого поиска.

#### 3.4.5. Функции модуля прямого и градиентного поиска

* поиск оптимальных входных параметров на основе выбранного пользователем метода;
* вывод наилучшего результата поиска.

## 4. Техническое задание на дипломное проектирование

### 4.1. Назначение и область применения

Модуль библиотеки частных критериев оптимальности применяется для автоматизации формирования и расчета значений целевой функции, а также для осуществления ряда мероприятий, направленных на ускорение работы пользователя путем выбора необходимых критериев из библиотеки или же путем добавления новых критериев.

Подобный инструментарий становится крайне важным в работе проектировщика, поскольку в сочетании с остальными модулями способствует повышению эффективности проведения расчетов и в значительной степени экономит время, затрачиваемое на проектирование объекта или процесса, а также освобождает пользователя от необходимости проведения многочисленных однотипных расчетов, которые могут привести к большому количеству ошибок по причине человеческого фактора.

### 4.2. Описание объекта проектирования.

Создание библиотеки частных критериев оптимальности, содержащую начальный набор критериев, с возможностью расширения путем добавления пользователем собственных критериев при помощи модуля пользовательского интерфейса.

### 4.3. Требования к программе

Рассмотрим сформулированные основные требования для решения поставленной задачи.

**Функциональные требования:**

* Выбор пользователем частных критериев оптимальности из библиотеки.

Программный модуль должен предоставлять пользователю список базовых критериев, а также список ранее подключенных пользовательских критериев. Критерии должны принимать в виде входных данных, как одиночные вектора выходных характеристик проектируемого объекта, так и множества этих векторов.

* Подключение пользовательских критериев к библиотеке.

В случае необходимости пользователь должен иметь возможность подключения к библиотеки собственных критериев с возможностью последующего их использования.

* Расчет весовых коэффициентов критериев в зависимости от выбранного пользователем типа.

Модуль должен уметь рассчитывать реальные значения весовых коэффициентов на основе установленных коэффициентов и метода расчета, выбранного пользователем.

* Формирование целевой функции на основе выбранных критериев и установленных значений весовых коэффициентов.

Модуль должен реализовывать внутреннюю подпрограмму целевой функции на основе введенных пользователем данных.

* Расчет значения целевой функции для одиночного вектора или массива векторов выходных параметров.

Модуль математической модели должен иметь возможность обратиться к сформированной подпрограмме целевой с целью расчета значения целевой функции при текущих значениях вектора или массива векторов выходных характеристик.

**Нефункциональные требования:**

* Производительность.
В связи с большим количеством итераций необходимо, чтобы модуль выполнял все необходимые внутренние вычисления с максимальным быстродействием.
* Универсальность и гибкость.
Модуль должен уметь работать с разными математическими модели и при многочисленных вариациях наборов критериев. Также необходимо, чтобы модуль мог принимать различное количество основных и дополнительных параметров, как для базовых критериев, так и для пользовательских.
* Удобство использования.

Нужно учитывать, что комплекс разрабатывается в виде онлайн сервиса с применением серверных вычислений. Отсюда на разработку программных модулей накладываются дополнительные ограничения в виде выбора языка программирования, а также принципа передачи и обработки данных.

# Б. Конструкторско-технологическая часть.

## 1. Выбор языка программирования

Ориентация комплекса многокритериальной и многопараметрической оптимизации «CADoptimizer» на работу в роли онлайн-сервиса существенно сузила набор возможных языков программирования. Язык или набор языков должен был удовлетворять следующим требованиям:

* возможность работы созданной программы в виде интернет-приложения или сайта;
* обработка основных данных при помощи удаленного сервера;
* объектная ориентированность;
* удобство и быстрота взаимодействия с базами данных;
* широкие возможности по созданию пользовательского интерфейса;
* отсутствие необходимости в установке дополнительного программного обеспечения пользователем.

Выбор остановился на наборе языков web-программирования, которые подразделяются на 2 вида. Первый вид представляет собой языки программирования клиентской части, к которым относятся:

* **HTML**

«HyperText Markup Language» - язык разметки гипертекста. Широко распространен во Всемирной паутине. Используется для формирования и структурирования документов за счет добавления различных элементов с изменяемыми свойствами. Также обладает рядом мультимедийных возможностей.

* **CSS**

«Cascading Style Sheets» - каскадные таблицы стилей. Используются для изменения внешнего вида веб-страниц, сформированных при помощи языка разметки. Основной целью применения CSS является повышение доступности документа за счет гибкости и простоты управления его внешним видом, а также сведение к минимуму структурных повторений для однотипных элементов, когда стили прописываются через свойство языка разметки.

* **JavaScript**

JavaScript является сценарным объектно-ориентированным языком программирования, который позволяет определять поведение веб-страниц и обеспечивает их интерактивность. С помощью его функционала возможно отслеживание событий, которые формируются при взаимодействии пользователя с документом, также становится возможным полноценное динамическое изменение загруженного документа за счет добавления, изменения и удаления элементов языка разметки и стилей этих элементов.

Общей задачей клиентских языков является обработка программ на стороне пользователя. По большей части данные языки применяются для создания статических и динамических документов, интерфейса приложений, а также для отслеживания и обработки действий пользователя в рамках программы. В ходе разработки модуля библиотеки критериев клиентские языки использовались в основном для создания примитивного интерфейса, с помощью которого можно было выполнять проверки в ходе отладки без необходимости интеграции модуля в основную программу. На конечном этапе проекта все файлы, отвечающие за клиентскую часть, были заменены файлами из модуля пользовательского интерфейса.

Ко второму виду языков web-программирования относятся языки серверной обработки. Как следует из названия вида, данная категория языков выполняет обработку данных, поступающих от приложения, на удаленном сервере, что значительно снижает нагрузку и требования к устройству пользователя. В ходе решения задач, поставленных в дипломном проекте, использовался только один язык из данной категории – PHP.

* **PHP**

HyperText Preprocessor – препроцессор гипертекста. PHP является языком программирования общего назначения. Наибольшую популярность он получил, как скриптовый язык для создания web-приложений и сайтов. Его преимуществами являются:

* простота;
* безопасность;
* скорость выполнения;
* обработка на стороне сервера;
* богатый функционал;
* большое количество пользовательских библиотек для решения различных задач;
* бесплатное распространение.

Также задачей серверных языков является осуществление непосредственного взаимодействия с базами данных с помощью специальных систем управления. В ходе анализа ряда систем управления баз данных было решено выбрать систему MySQL. Она является одной из самых популярных систем и поддерживается большинством хостингов, также как и серверный язык PHP, что является весомым плюсом при запуске онлайн-сервиса «CADoptimizer» в сети интернет.

* **MySQL**

MySQL является системой управления реляционными базами данных. Данная система представляет собой совокупность языка структурированных запросов и языка доступа к базам данных. Все данные хранятся в отдельных таблицах, связанных между собой при помощи отношений. Такая концепция дает системе ряд преимуществ, которыми являются: быстрота, простота и надежность.

## 2. Используемое программное обеспечение

При разработке модуля библиотеки частных критериев для комплекса многокритериальной и многопараметрической оптимизации мною было использовано следующее программное обеспечение:

* «Denwer»;
* «Notepad++»;
* «PhpDesigner»;

Ниже приводится описание программного обеспечения, преимущества и рассматриваются области применения в рамках текущей работы.

### 2.1. Denwer

«Denwer» – программная оболочка, эмитирующая работу веб-сервера Apache. При программировании на серверных языках, чтобы проверить работоспособность только что созданной программы разработчику необходимо каждый раз отправлять обновленный проект на удаленный сервер. В ходе разработки таких проверок может быть несколько десятков или сотен, переносить каждый раз проект отнимет значительную часть времени и окажет сильное воздействие на вашу нервную систему. Denwer позволяет запустить локальный сервер на текущем компьютере и не требует наличия удаленного сервера, арендой и настройкой которого можно заняться уже на завершающем этапе разработки. Также Denwer имеет возможность работы со съемного флэш-накопителя, что является существенным плюсом. Немаловажную роль играет поддержка системы управления баз данных MySQL и наличие в программном пакете панели администрирования phpMyAdmin.

### 2.2. NotePad++

«Notepad++» - текстовый редактор с открытым исходным кодом, разработанный для программистов и веб-дизайнеров. Имеет широкий функциональный спектр и удобный пользовательский интерфейс. Поддерживает открытие нескольких документов в различных вкладках, обладает настраиваемой подсветкой синтаксиса, которая различает множество языков программирования, в том числе HTML, CSS, Javascript и PHP. Редактор имеет возможность подключения плагинов для добавления дополнительного функционала. Отличительной особенностью является хорошее быстродействие даже при большом количестве открытых документов и подключенных плагинов.

При разработке модуля библиотеки критериев редактор использовался для работы с временными файлами на языках HTML и CSS.

###  2.3. PhpDesigner

«PhpDesigner» - текстовый редактор, основным назначением которого является создание, редактирование и публикация веб-приложений и документов, написанных на языке PHP. Помимо языка PHP редактор поддерживает и остальные языки веб-программирования: HTML, CSS, Javascript и т.д.  Значительным преимуществом данного редактора является то, что он содержит языковые библиотеки, которые оказывают помощь разработчику при написании программ: выдают списки свойств и методов для текущего объекта, указывают на ошибки и опечатки в программном коде, выполняют автодополнение выражений, а также показывают справку по функциям текущего языка при нажатии на кнопку F1. PhpDesigner дает пользователю возможность работы как с отдельными файлами, там и с целыми проектами. К тому же, для удобства взаимодействия с проектами имеется встроенный FTP-менеджер, который позволяет создавать, удалять и редактировать файлы, расположенные на удаленном сервере.

В рамках проделанной работы редактор PhpDesigner использовался мной, как основная среда для работы с языками программирования PHP и Javascript. Это обуславливается наличием у редактора объемных языковых библиотек, которые в значительной степени упрощают работу разработчика, о чем уже говорилось выше.

## 3. Разработка программного модуля

### 3.1. Внутренняя структура для хранения данных

Для реализации программного модуля библиотеки частных критериев было необходимо создать внутреннюю структуру, хранящую в себе данные для их последующей обработки. Разработанная структура представляет собой объект с идентификатором **target\_function**, который является многомерным массивом. Каждый элемент первого порядка этого массива содержит информацию об одном из частных критериев, выбранных пользователем.

Структура объекта **target\_function** представлена на рисунке 4.

**n** – количество заданных пользователем частных критериев оптимальности.

**Criterion** – идентификатор критерия. Представляет собой уникальный индекс, по которому вызывается соответствующая функция вычисления значения.

**Type** – тип критерия. Принимает 2 значения default/user, что указывает на отношение данного критерия к разделу стандартных или пользовательских функций.

**Result** – значение частного критерия, которое вычисляет функция для текущего вектора или набора векторов выходных параметров.

**Variable** – выходной параметр, к которому относится данный частный критерий.

**Weight** – весовой коэффициент. Данное поле представляет собой еще одну подструктуру, которая хранит пользовательское значение, значение, полученное в ходе применения того или иного метода расчета коэффициентов, а также несколько промежуточных значений, необходимых для вычисления.

**Parameters –** набор дополнительных параметров. Некоторые частные критерии требуют от пользователя ввода дополнительных параметров или вспомогательных функций. Поле **parameters** является подструктурой, которая содержит следующие разделы:

* **level\_value** – значение уровня;
* **zone\_min\_value** – нижняя граница области;
* **zone\_max\_value** – верхняя граница области;
* **user\_function** – пользовательская функция, хранящаяся в строчном представлении.

Указанные разделы полей **parameters** могут являться пустыми, так как они используются в соответствии с типами частных критериев, выбранных пользователем.

****

Рисунок 4. Структура объекта target\_function.

### 3.2. Базовая библиотека частных критериев

В рамках дипломной работы необходимо было проанализировать различные частные критерии оптимальности, сформировать библиотеку, содержащую наиболее существенные из них, и выполнить ее программную реализацию. В таблице 2 приводится список наиболее важных частных критериев, которые были отобраны в рамках решаемой задачи.

В разработанном модуле каждый критерий задан в виде программной функции, которая вызывается при вычислении значений целевой функции. На вход этих подпрограмм подается вектор или набор векторов выходных параметров, а также дополнительные значения, необходимые для текущего критерия. Частные критерии, вычисляющие минимальные и максимальные значения могут принимать на вход подпрограммы массивы векторов выходных параметров объекта, однако они предназначены для вычисления значений единичных векторов, поэтому для работы из массива будут отбираться вектора с 0 индексом. Для остальных критериев данное ограничение отсутствует, и они обрабатывают переменное количество векторов.

Методы поисковой оптимизации, применяемые в комплексе CADoptimizer, основаны на нахождении минимума целевой функции. Отсюда следует, что результатом работы наиболее распространенных частных критериев (минимального и максимального значения расчетного параметра) является прямое или обратное значение параметра, подаваемого на вход данного критерия.

Таблица 2.

Библиотека частных критериев оптимизации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  | **Физический смысл** | **Математическая зависимость** | **Необходимые дополнительные параметры** |
| 1 | Минимальное значение расчетного параметра | yi – расчетный параметр | отсутствуют |
| 2 | Максимальное значение расчетного параметра | yi – расчетный параметр | отсутствуют |
| 3 | Сумма разностей между расчетным параметром и заданным значением | yi – расчетный параметрyз – заданный уровень | значение уровня |
| 4 | Максимальное рассогласование между расчетным параметром и заданным значением | yi – расчетный параметрyз – заданный уровень | значение уровня |
| 5 | Сумма разностей между расчетным параметром и значением заданной функции | yi – расчетный параметрyiз – значение заданной функции | пользовательская функция |
| 6 | Максимальное рассогласование между расчетным параметром и значением заданной функции | yi – расчетный параметрyiз – значение заданной функции | пользовательская функция |
| 7 | Сумма разностей между расчетным параметром и заданной областью |  yi > max yi <min | минимальное и максимальное значение области |
| 8 | Максимальное рассогласование между расчетным параметром и заданной областью |  yi > max yi <min min<yi <max | минимальное и максимальное значение области |

### 3.3. Пользовательские критерии

Согласно техническому заданию пользователь программного комплекса при отсутствии необходимого критерия в библиотеке должен иметь возможность его туда добавить. Для этого от пользователя требуется с помощью модуля пользовательского интерфейса задать следующие параметры:

* название критерия;
* дополнительные параметры, необходимых в ходе вычислений;
* функцию зависимости для обработки входных параметров с целью получения значения данного критерия.

Все эти данные сохраняются в базу данных программного комплекса, откуда они уже передаются во внутреннюю структуру модуля библиотеки критериев для применения в последующих вычислительных операциях.

### 3.4. Весовые коэффициенты

В ходе анализа способов расчета весовых коэффициентов было установлено, что многие из них не подходят для реализации в рамках данного программного модуля по следующим причинам:

* Формирование целевой функции для заданной математической модели происходит на начальном этапе работы комплекса до выполнения каких-либо вычислений, что затрудняет применение методов, основанных на анализе полученных значений частных критериев.
* Расчет весовых коэффициентов для текущего вектора или набора векторов выходных параметров требует проведения большого количества дополнительных вычислительных операций, что в совокупности с огромным количеством итераций оказывает сильное влияние на быстродействие системы и является недопустимым.
* Структура интерфейса накладывает дополнительные ограничения на применение методов расчета весовых коэффициентов, основанных на попеременном сравнении приоритетности двух частных критериев, а также при большом количестве критериев(>10) такой подход не будет иметь существенных преимуществ.

В модуле библиотеки частных критериев были реализованы следующие методы весовых коэффициентов:

* Метод однозначных приоритетов. Данный метод подразумевает, что критерий с наибольшим приоритетом будет всегда наиболее значимым вне зависимости от принимаемых им значений. Для каждого частного критерия пользователь задает значения в диапазоне от 1 до 100. 1 имеет наибольший приоритет, 100 – наименьший. Если между значениями пользовательских коэффициентов имеются пропуски, то эти коэффициенты в ходе выполнения анализа введенных значений будут автоматически заменены, как показано в примере:

[1, 20, 40, 50] => [1, 2, 3, 4]

Это происходит по той причине, что эти значения, по сути, указывают на порядок следования критериев по важности и не играют количественной роли при расчете конечных весовых коэффициентов. Этот метод является эффективным, но при его реализации могут возникнуть сложности с вычислением значений целевой функции.

* Метод с применением заданных пользователем коэффициентов. Он позволяет пользователю назначить уже конечные значения весовых коэффициентов без выполнения каких-либо дополнительных вычислений. Этот метод отличается простотой, наглядностью, а также незначительно повышает быстродействие. Однако данный подход требует хорошего знания внутренних процессов проектируемого объекта.
* Метод с использованием логарифмического масштаба. В этом случае расчет конечных значений весовых коэффициентов основывается на отношении текущего значения весового коэффициента, выставленного пользователем, к сумме всех весов. Этот метод обеспечивает хорошую точность при проведении расчетов, а также удобен при расстановке начальных коэффициентов. Вычислительные операции, необходимые для расчета итоговых значений выполняются единожды и не оказывают практически никакого влияния на быстродействие, что является существенным плюсом при использовании модуля в составе онлайн-сервиса.

### 3.5. Свертывание частных критериев

В модуле библиотеки критериев комплекса CADoptimizer применяется аддитивный критерий оптимальности, с помощью которого все частные критерии объединяются в единую целевую функцию. Аддитивный критерий представляет собой взвешенную сумму частных критериев оптимальности. Основными преимуществами данного метода являются:

* простота реализации;
* наглядность и удобство проверок при промежуточных тестированиях;
* равнозначность частных критериев
* практичность при нахождении оптимального решения;
* высокое быстродействие.

Программная реализация аддитивного критерия предельно проста. Значение целевой функции получается путем сложения значений частных критериев оптимальности **result** объекта **target\_function,** домноженных на соответствующие им весовые коэффициенты **weight**.

# В. Охрана труда.

## 1. Основные понятия и определения

Из Статьи 209 Трудового кодекса РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ:

Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Вредный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Опасный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих людей вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Рабочее место - место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

Средства индивидуальной и коллективной защиты работников - технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. [11]

Требования охраны труда - государственные нормативные требования охраны труда, в том числе стандарты безопасности труда, а также требования охраны труда, установленные правилами и инструкциями по охране труда.

Стандарты безопасности труда - правила, процедуры, критерии и нормативы, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и регламентирующие осуществление социально-экономических, организационных, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных мер в области охраны труда.

## 2. Исследование возможных опасных и вредных факторов при эксплуатации ЭВМ и их влияния на пользователей

Конфигурация компьютеризированного рабочего места для работы над дипломом.

Системный блок со следующими основными компонентами:

* + - процессорIntel Core 2 Duo 3167 МГц;
		- видеоплата Radeon HD 7770;
		- память DDR2 4096 Мб 800 МГц;
		- блок питания мощностью 600 Вт;
		- жесткий диск на 640 Гб;

ЖК-монитор Samsung P2050 20” (TFT TN):

* + - разрешение (max) - 1600x900 пикселей;
		- яркость – 300 кд/м2;
		- частота вертикальной развертки - 56-60 Гц;
		- частота горизонтальной развертки - 30-81 кГц;

Лазерный принтер Samsung ML-1915 (A4);

Необходимый набор устройств ввода-вывода.

### 2.1.Опасные и вредные факторы, возникающие при эксплуатации ЭВМ

В связи с широким распространением ЭВМ во всех отраслях и сферах современного общества человек стал все больше и больше времени проводить перед экраном монитора. Однако большинство пользователей ПК не знают о том, какие опасные и вредные производственные факторы воздействуют на них на компьютеризированном рабочем месте. Несмотря на то, что качество и безопасность персональных компьютеров постоянно улучшаются, однозначно безвредных производственных процессов с использованием ЭВМ не существует. Основной задачей охраны труда является свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда

Основным источником проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе персональные компьютеры, являются дисплеи (мониторы). Наибольшую опасность представляют мониторы на основе электронно-лучевых трубок. Они являются источником наиболее вредных излучений, которые могут нанести непоправимый вред здоровью пользователей.

При выполнении работ с использованием персонального компьютера согласно ГОСТу 12.0.003-74 (1999) “ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация” могут иметь место следующие факторы:

* повышенная температура поверхностей ПК;
* повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
* выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ;
* повышенная или пониженная влажность воздуха;
* повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
* повышенный уровень статического электричества;
* повышенный уровень электромагнитных излучений;
* повышенная напряженность электрического поля;
* отсутствие или недостаток естественного света;
* недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
* повышенная яркость света;
* повышенная контрастность;
* зрительное напряжение;
* нервно-эмоциональные перегрузки. [12]

### 2.2. Анализ влияния опасных и вредных факторов на пользователя

Большинство указанных факторов имеет постоянное воздействие на пользователей ЭВМ. Негативные воздействия проявляется практически сразу или же постепенно, спустя некоторое время. Некоторые факторы могут показаться несущественными, но в совокупности с другими они имеют значительное пагубное влияние на организм и состояние человека. Рассмотрим наиболее опасные воздействия, которым подвергается человек, использующий ПК.

#### 2.2.1. Опасность поражения электрическим током

Следует учитывать, что практически любое оборудование, используемое в зоне работы пользователя, требует питание от сети 220 В при частоте 50 Гц. В ходе эксплуатации ЭВМ некоторые защитные оболочки могут быть повреждены механически или оплавлены за счет нагрева внутренних компонентов, что создает потенциальную опасность поражения человека электрическим током при прикосновении к корпусу ПК. Электрический ток оказывает на человека следующие воздействия:

* термическое — нагрев тканей и биологической среды;
* электролитическое — разложение крови и плазмы;
* биологическое — способность тока возбуждать и раздражать живые ткани организма;
* механическое — возникает опасность механического травмирования в результате судорожного сокращения мышц. [11]

#### 2.2.2. Воздействие статического электричества

Статическое электричество тоже оказывает пагубное воздействие на организм человека. За счет воздействия статического поля рабочее место притягивает к себе огромное количество частичек пыли. В связи с этим, качество воздуха в значительной степени ухудшается. Такая концентрация плохо сказывается на работоспособности, а также наносит значительный вред здоровью человека. Частички наэлектризованной пыли могут вызвать значительное раздражение кожи, способствовать появлению кожных заболеваний, а также оказывают отрицательное воздействие на глаза человека.

Особенно стабильно электростатический эффект наблюдается у компьютеров, которые находятся в помещении с полами, покрытыми синтетическими коврами. Многие внутренние модули ЭВМ питаются от напряжения 12В, отсюда следует, что при значительной напряженности электростатического поля появляется вероятность выхода из строя компьютера и потери информации.

#### 2.2.3. Воздействие электромагнитных полей

К одним из наиболее опасных факторов относится воздействие на человека электромагнитных полей (ЭМП), которые возникают в рабочих помещениях при работе различных приборов. Наибольшую опасность представляют персональные компьютеры, так как человек вынужден находиться долгое время в относительной близости к ЭВМ. Не только мониторы, но и системные блоки ПК являются источниками широкого спектра электромагнитных излучений. Интенсивность излучения сильно возрастает при приближении к источнику менее чем на 50 см. Однако не стоит забывать, что излучения даже небольшой интенсивности могут нанести вред здоровью человека.

Длительные воздействия ЭМП на человека могут иметь следующие последствия:

* раздражение или заболевание кожи;
* увеличение шанса появления злокачественных опухолей;
* нарушение репродуктивной функции и проблемы во время беременности;
* воздействие на биохимические реакции крови, что может повлечь за собой неврологические расстройства.

#### 2.2.4. Воздействие на органы зрения

При работе на ЭВМ органы зрения пользователя испытывают постоянное напряжение в связи с особенностью восприятия информации с экрана монитора. Долгое время работы за компьютером может вызвать у человека жжение и покраснение глаз и век, ощущения инородного тела под веками, проблемы с фокусировкой зрения на различных объектах. Также зачастую пользователи ПК испытывают боли в районе глаз и лба. Расстройство органов зрения значительно увеличивается при работе за компьютером более 4 часов в день. Такие нагрузки могут привести к развитию у человека близорукости и появлению мигрени. Основными причинами негативного воздействия на органы зрения являются:

* недостаточная четкость и контрастность изображения;
* различный уровень освещенности дисплея и рабочего помещения;
* мелькания изображения;
* переменный уровень светового потока;
* постоянные переводы внимания на объекты с различной контрастностью;
* недостаточное расстояние между пользователем ПК и экраном монитора.

### 2.3. Методы и средства защиты пользователей от воздействия на них опасных и вредных факторов

#### 2.3.1. Методы и средства защиты от поражения электрическим током

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы (ГОСТ 12.1.019-96):

* защитное заземление;
* зануление;
* система защитных проводов;
* защитное отключение;
* изоляция нетоковедущих частей;
* контроль изоляции;
* компенсация токов замыкания на землю;
* средства индивидуальной защиты.

#### 2.3.2. Методы и средства защиты от статического электричества

Способы защиты от статического электричества (ГОСТ 12.4.124-83):

* заземляющие устройства;
* нейтрализаторы;
* увлажняющие устройства;
* антиэлектростатические вещества;
* экранирующие устройства;
* средства индивидуальной защиты.

#### 2.3.3. Методы и средства защиты от электромагнитных полей

Защита от электромагнитных излучений осуществляется следующими способами (на основе СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96):

* время работы - не более 4 часов;
* расстояние до пользователя - не менее 50 см от источника;
* экранирование источников ЭМИ или рабочих мест с помощью отражающих или поглощающих экранов
* отсутствие других рабочих мест в радиусе 1.2 м;
* применение средств индивидуальной защиты;
* проведение лечебно-профилактических мероприятий.

## 3. Освещение

Соблюдение всех норм и правил при проектировании освещения в рабочем помещении в значительной степени влияет на работоспособность. При достаточной освещенности рабочего места у человека повышается производительность труда, оказывается благотворное психологическое влияние, также это отражается и на безопасности трудового процесса.

Неблагоприятные условия освещения влекут за собой повышенную утомляемость, ослабление концентрации внимания. При слишком ярком освещении возникает чувство дискомфорта и рези в глазах, могут появиться головные боли. Недостаточное же освещение заставляет человека перенапрягать хрусталик глаза, что со временем приводит к ослаблению зрения. Поэтому так важно создать на рабочем месте необходимые условия для обеспечения полноценной работоспособности без ущерба здоровью.

#### 3.1.Основные понятия и определения

ГОСТ ИСО 8995-2002:

Световой поток - световая мощность, излучаемая источником или принимаемая поверхностью.

Освещенность - плотность светового потока, падающего на какую-либо точку поверхности.

СНиП 11-4-79:

Рабочая поверхность—поверхность, на которой производится работа и на которой нормируется или из­меряется освещенность.

Фон — поверхность, прилегающая непосредствен­но к объекту различения, на которой он рассматрива­ется.

Естественное освещение - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих кон­струкциях.

 Общее освещение — освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или приме­нительно к расположению оборудования (общее лока­лизованное освещение).

Местное освещение — освещение, дополнитель­ное к общему, создаваемое светильниками, концентри­рующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

Отраженная блескость - характеристика отра­жения светового потока от рабочей поверхности в на­правлении глаз работающего, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижа­ющего контраст между объектом и фоном. [14]

#### 3.2. Естественное освещение

Уровни освещенности, создаваемые дневным светом, изменяются в течение дня и зависят в значительной мере от состояния неба, загрязненности, ориентации окон или кровельных фонарей, а также от географического положения. Ввиду постоянного изменения яркости неба расчеты освещенности от дневного света в основном заключаются в учете средней продолжительности времени за день, месяц или год, когда естественное освещение рабочей поверхности обеспечивает или превышает требуемую для работы освещенность. В остальное время следует использовать электрическое освещение. Время использования дневного света в часы ежедневной работы позволяет предопределить возможную экономию энергии и себестоимости, обусловливаемые использованием естественного освещения (ГОСТ ИСО 8995-2002).

#### 3.3. Искусственное освещение

Искусственное освещение дополняет естественное освещение или его заменяет полностью, когда один дневной свет не может обеспечить достаточную освещенность рабочей поверхности. Освещенность, обеспечиваемая электрическим освещением, предусматривается исходя из наиболее неблагоприятных условий естественного освещения, то есть при полном его отсутствии. Устройство переключения и/или регулирования должно быть установлено таким образом, чтобы можно было воспользоваться электрическим освещением в любой момент и в любом месте, если освещенность, обеспечиваемая дневным светом, упадет ниже необходимого значения. В некоторых рабочих помещениях может быть необходимым освещение комнаты полностью электрическим светом(ГОСТ ИСО 8995-2002).

#### 3.4. Уровни освещенности

В таблице 3 приведены ряды освещенности для различных типов поверхностей, заданий и видов деятельности. Значения освещенности должны обеспечить удовлетворительную зрительную работоспособность и комфортное состояние работников.

Наивысшие значения освещенности из указанного ряда могут быть рекомендованы, когда:

- коэффициенты отражения поверхностей исключительно низкие;

- точность или высокая производительность труда имеет большое значение;

- этого требуют особенности зрительной системы работника.

Наименьшие значения освещенности могут быть использованы, когда:

- коэффициенты отражения поверхностей являются высокими;

- скорость выполнения или точность имеют второстепенное значение;

- задание выполняется нерегулярно. [15]

Таблица 3

Ряды освещенности для различных типов поверхностей, заданий и видов деятельности.

|  |  |
| --- | --- |
| Ряды освещенности, лк | Тип поверхности, задания или вида деятельности |
| 20; 30; 50 | Наружные рабочие площадки и улицы |
| 100; 150; 200 | Рабочие помещения, не используемые постоянно для работы |
| 200; 300; 500 | Задания с низкими требованиями к условиям зрительного восприятия |
| 300; 500; 750 | Задания со средними требованиями к условиям зрительного восприятия |
| 500; 750; 1000 | Задания с требованиями к зрительному восприятию |
| 750; 1000; 1500 | Задания с трудными условиями зрительной работы |
| 1000; 1500; 2000 | Задания с особыми требованиями к условиям зрительной работы |
| Св. 2000 | Задания с чрезвычайно высокими требованиями к условиям зрительной работы |

#### 3.5. Требования к освещенности помещения

К системам освещения предъявляются следующие основные требования:

* обеспечить в помещении световую обстановку, способствующую выявлению его назначения;
* обеспечить благоприятные условия для общения и безопасности передвижения внутри рабочего помещения;
* способствовать концентрации внимания на рабочей зоне;
* обеспечить пониженные уровни яркости вне рабочей зоны;
* получить естественное изображение лиц и смягчить резкие тени, осуществляя правильное соотношение прямого и рассеянного освещения;
* придавать служащим и обстановке помещения приемлемый "естественный" вид, используя источники света с хорошей цветопередачей;
* осуществить в рабочем помещении приятное сочетание яркости и цвета, способствующих хорошему самочувствию работающих, и снизить напряжения, вызываемые деятельностью.

Минимальная площадь остекления в постоянно занятых рабочих помещениях должна учитывать доказанную необходимость иметь зрительный контакт с внешним миром. Соотношение между шириной окна и шириной непрозрачной части соответствующей стены должно составлять от 1,5:1 до 3:1.

При создании осветительных систем иногда необходимо сочетать общее освещение и местное освещение, чтобы обеспечить повышенную освещенность на определенных участках. Оно может применяться для зрительных работ с мелкими деталями или для работ, предъявляющих особые требования, например направленность освещения.

**3.6. Расчет освещенности**

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определение необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Для начала необходимо рассчитать индекс помещения по формуле:



S – площадь помещения, h1 – высота подвеса светильников, h2 –уровень рабочей, поверхности, a–длина помещения, b – ширина помещения.

Исходя из коэффициентов отражения потолка, снет и пола находим соответствующее нашему индексу значение коэффициента использования по таблице 4.

Определяем необходимое количество светильников по формуле:



E – требуемая освещенность рабочей поверхности, S–площадь помещения, Kз – коэффициент запаса светильников, U–коэффициент использования осветительной установки, n–количество ламп в светильники, Фл–световой поток од одной лампы.

По указанным формулам рассчитаем световой поток для следующих исходных данных:

* Помещение: длина – 4м, ширина –3м, высота –2.3м, коэффициенты отражения потолка, стен и пола - 70/50/20, высота рабочей поверхности – 0.7м;
* Лампы: тип лампы - энергосберегающая Philips E27, мощность – 18Вт, световой поток – 1100 лм, цветовая температура – 2700 К;
* Светильники: количество ламп – 3 шт, коэффициент запаса – 1,25;
* Нормы: требуемая освещенность – 300 лм, требуемая цветовая температура – от 2500 до 3500 К;

Таблица 4.

Значения коэффициентов использования осветительной установки



Таблица 4. Значения коэффициентов использования осветительной установки.

Площадь помещения:S = 3 \* 4 = 12 м2

Индекс помещения: 1,07

Коэффициент использования согласно таблице 2 равняется 37.

Необходимое количество светильников: 4 шт.

**4. Выводы**

В работе были проанализированы возможные вредные и опасные факторы, которые могут угрожать здоровью и жизни человека, использующего в своей работе ЭВМ, и были приведены способы защиты от этих факторов. Также была затронута тематика освещенности рабочего помещения и рассчитано необходимое количество светильников для достижения освещенности помещения с размерами 4м х 3м на уровне 300 лм, с использованием энергосберегающих ламп мощностью 18 Вт и со световым потоком – 1100 лм.

**Г. Экологическая часть проекта**

**1. Влияние шума на производительность труда**

**1.1. Основные понятия и определения**

Шум – упругие колебания в частотном диапазоне, воспринимаемом органом слуха человека, распространяющиеся в виде волн в газообразных средах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны;

Слышимый частотный диапазон - колебания, передаваемые по воздуху, в диапазоне частот от 16  Гц до 20 кГц.

Интенсивность звука — это количество звуковой энергии, передаваемой звуковой волной за 1 через площадку 1 м 2, перпендикулярную направлению распространения звука.

Звуковое давление — им называется разность между мгновенным значением полного давления, создаваемого звуковой волной и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде. Единица измерения — Па.

### 1.2. Классификация шума

Согласно ГОСТу 12.1.003-83 (1999)по характеру спектра шум следует подразделять на:

* широкополосный с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
* тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

По временным характеристикам шум следует подразделять на:

* постоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ *А*;
* непостоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБ *А*.

Непостоянный шум следует подразделять на:

* колеблющийся во времени, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;
* прерывистый, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБ *А* и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
* импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления *L* в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. [16]

### 1.3. Воздействие шума на организм человека

Основными источниками шума внутри зданий и сооружений различного назначения и на площадках промышленных предприятий являются машины, механизмы, средства транспорта и другое оборудование. Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха.

Основное физиологическое воздействие шума заключается в том, что повреждается внутреннее ухо, возможны изменения электрической проводимости кожи, биоэлектрической активности головного мозга, сердца и скорости дыхания, общей двигательной активности, а также изменения размера некоторых желез эндокринной системы, кровяного давления, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачков глаз.

 Работающий в условиях длительного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, нарушение сна. В шумном фоне ухудшается общение людей, в результате чего иногда возникает чувство одиночества и неудовлетворенности, что может привести к несчастным случаям.

### 1.4. Методы защиты от шума

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые. Защиту от шума следует проектировать на основании акустического расчета и предусматривать для снижения уровня шума:

* разработку шумобезопасной техники;
* применение средств индивидуальной защиты;
* защиту от шума строительно-акустическими методами следует проектировать на основании акустического расчета и предусматривать для снижения уровня шума:
* применение звукоизоляции ограждающих конструкций; уплотнение по периметру притворов окон, ворот, дверей; звукоизоляцию мест пересечения ограждающих конструкций инженерными коммуникациями; устройство звукоизолированных кабин наблюдения и дистанционного управления; укрытий; кожухов;
* применение звукопоглощающих конструкций и экранов;
* применение глушителей шума, звукопоглощающих облицовок в газовоздушных трактах вентиляционных систем с механическим побуждением и систем кондиционирования воздуха и газодинамических установок;
* осуществление планировки и застройки селитебной территории городов и других населенных пунктов в соответствии с главой СНиП по планировке и застройке городов, поселков и сельских населенных пунктов, а также применение экранов и зеленых насаждений. [17]

**2.Микроклимат в рабочей зоне**

**2.1.Термины и определения**

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96:

Микроклимат – это метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже.

Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С.

Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энерготрат организма в ккал/ч (Вт).

Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата, выраженное одночисловым показателем в °С. [18]

### 2.2. Характеристика отдельных категорий работ

* Категории работ разграничиваются на основе интенсивности энерготрат организма в ккал/ч (Вт).
* К категории Iа относятся работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.
* К категории Iб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.
* К категории II относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.
* К категории IIб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.
* К категории III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

**2.3. Общие требования и показатели микроклимата**

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

* температура воздуха;
* температура поверхностей[;](http://base.garant.ru/4173106/#block_1)
* относительная влажность воздуха;
* скорость движения воздуха;
* интенсивность теплового облучения.

**2.4. Оптимальные условия микроклимата**

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С.

**2.5. Допустимые условия микроклимата**

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;

- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:

* при [категориях работ Iа и Iб](http://base.garant.ru/4173106/#block_12) - 4° С;
* при [категориях работ IIа и IIб](http://base.garant.ru/4173106/#block_14) - 5° С;
* при [категории работ III](http://base.garant.ru/4173106/#block_16) - 6° С.

При температуре воздуха на рабочих местах 25° С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

* 70% - при температуре воздуха 25°С;
* 65% - при температуре воздуха 26°С;
* 60% - при температуре воздуха 27°С;
* 55% - при температуре воздуха 28°С.

При температуре воздуха 26-28°С скорость движения воздуха для теплого периода года должна соответствовать диапазону:

* 0,1-0,2 м/с - при категории работ Iа;
* 0,1-0,3 м/с - при категории работ Iб;
* 0,2-0,4 м/с - при категории работ IIа;
* 0,2-0,5 м/с - при категориях работ IIб и III.

**3. Выводы**

В данной главе были приведены основные термины и понятия микроклимата и шума в рабочей зоне. Были проанализированы воздействия шумов на организм и общее состояние человека, а также меры защиты от этих вредоносных факторов.

Также были приведены оптимальные и допустимые условия микроклимата для обеспечения теплового и функционального состояния человека на период рабочей смены.

# Заключение

Настоящий дипломный проект посвящен решению задачи разработки библиотеки частных критериев для комплекса многокритериальной и многопараметрической оптимизации в САПР. В процессе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

* Приведены основные проблемы, возникающие при проектировании различных объектов и процессов.
* Проведен анализ возможных решений проблем проектирования путем применения методов оптимизации.
* Предложена архитектура программного комплекса многокритериальной и многопараметрической оптимизации.
* Проанализированы преимущества и недостатки программной реализации различных методов оптимизации.
* Разработан и реализован модуль библиотеки частных критериев с возможностью добавления пользователем собственных критериев.

В ходе выполнения данной дипломной работы были получены дополнительные теоретические знания в области оптимизации, а также улучшены и расширены практические навыки применения языков веб-программирования.