

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
 Отделение информационных технологий

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

|  |
|--|
| Тема работы  |
| <b>Разработка плагина Blender для представления многомерных данных</b> |

УДК 004.422.632.4:004.7

Студент

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 8Б51   | Егорова Анастасия Алексеевна |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность   | ФИО                              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Программист | Моисеенко Александр Владимирович |                           |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность        | ФИО                          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Подопригора Игнат Валерьевич | к.э.н., доцент            |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность      | ФИО                        | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООТД | Мезенцева Ирина Леонидовна |                           |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Должность        | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ООП | Шевелев Геннадий Ефимович | к.ф.-м.н., доцент         |         |      |

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
 Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
 И.о. руководителя  
 ОИТ ИШИТР ТПУ  
 Шерстнев В.С.

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|                     |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

|        |                               |
|--------|-------------------------------|
| Группа | ФИО                           |
| 8Б51   | Егоровой Анастасии Алексеевны |

Тема работы:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Разработка плагина Blender для представления многомерных данных |                       |
| Утверждена приказом (дата, номер)                               | №1101/с от 12.02.2019 |

|  |  |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: |  |
|--|--|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Исходные данные к работе</b>   | - многомерные данные;<br>- руководство по программе Blender;<br>- литературные источники   |
| <b>Перечень подлежащих к исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | - анализ существующих методов представления многомерных данных;<br>- описание используемых технологий;<br>- проектирование и разработка плагина. |
| <b>Перечень графического материала</b>  | - блок-схема работы плагина;<br>- графическое представление многомерных данных.  |

| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы      |                              |
|---|------------------------------|
| Раздел  | Консультант                  |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Подопригора Игнат Валерьевич |
| Социальная ответственность                                      | Мезенцева Ирина Леонидовна   |

|  |  |
|--|--|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику |  |
|--|--|

Задание выдал руководитель:

| Должность   | ФИО                                    | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------|--|---------------------------|---------|------|
| Программист | Моисеенко<br>Александр<br>Владимирович |                           |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 8Б51   | Егорова Анастасия Алексеевна |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| Группа | ФИО                          |
| 8Б51   | Егорова Анастасия Алексеевна |

|                     |   |                           |                                     |
|---------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|
| Инженерная школа    | Информационных технологий и робототехники | Отделение                 | Информационных технологий           |
| Уровень образования | Бакалавриат                               | Направление/специальность | Прикладная математика и информатика |

**Разработка плагина Blender для представления многомерных данных**

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

|  |  |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Человеческие ресурсы – 2 человека.   |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   | Количество календарных дней – 365;<br>Количество рабочих дней – 247;<br>Количество нерабочих дней – 118. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и Кредитования                                  | Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составляет 0,28.                                  |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|  |  |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и Ресурсосбережения | 1. Описание целевой аудитории разрабатываемой системы.<br>2. Анализ конкурентных технических решений<br>3. Проведение QuaD-анализа.                        |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований  | 1. Определение организационной структуры проекта.<br>2. Определение трудоемкости выполнения работ.<br>3. Разработка календарного плана выполнения проекта. |

|   |  |
|---|--|
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования   | Расчет интегральных показателей эффективности исследования, выбор наилучшего исполнения. |
| Перечень графического материала:  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Альтернативы проведения НИ</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> </ol> |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал консультант:**

| Должность        | ФИО              | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Подопригора И.В. | к.э.н., доцент         |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 8Б51   | Егорова Анастасия Алексеевна |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   |
| 8Б51          | Егорова Анастасия Алексеевна |

|                            |  |                                  |  |
|----------------------------|--|----------------------------------|--|
| <b>Инженерная школа</b>    | <b>Информационных технологий и робототехники</b> | <b>Отделение</b>                 | <b>Информационных технологий</b>           |
| <b>Уровень образования</b> | <b>Бакалавриат</b>                               | <b>Направление/специальность</b> | <b>Прикладная математика и информатика</b> |

### Разработка плагина Blender для представления многомерных данных

#### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</p> | <p>1. Разработка плагина Blender для представления многомерных данных. Плагин предназначен и может использоваться в медицине, геологии и других сферах для визуализации, анализа и дальнейшей обработки информации.</p> |
|--|---|

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|  |  |
|--|--|
| <p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> | <p>1.1 Рассмотрены такие вредные факторы, как: пониженная (повышенная) температура воздуха рабочего помещения, пониженная (повышенная) влажность воздуха, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень электромагнитных излучений.</p> <p>1.2 Рассмотрены такие опасные факторы, как повышенное значение напряжения электрической цепи и возгорание оборудования.</p> |
| <p><b>2. Экологическая безопасность</b></p> <p>2.1 Анализ воздействия объекта на окружающую среду;</p> <p>2.2 Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>                       | <p>2.1 Рассмотрены факторы при эксплуатации компьютера, которые губительно влияют на экологию.</p> <p>2.2 Разработаны решения, обеспечивающие экологическую безопасность согласно нормативным документам.</p>  |
| <p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <p>3.1 Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</p> <p>3.2 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>          | <p>3.1 Перечень возможных ЧС, которые могут возникнуть при работе в помещении офиса.</p> <p>3.2 Способы защиты от пожара и ликвидация последствий.</p>   |
| <p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <p>4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства</p> <p>4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>                                   | <p>4.1 Описание правовых норм трудового законодательства</p> <p>4.2 Организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся за персональным компьютером.</p>  |

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

| Должность      | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|----------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ООТД | Мезенцева И.Л. |                           |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 8Б51   | Егорова Анастасия Алексеевна |         |      |

## Планируемые результаты обучения по направлению

### 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

| Код результата               | Результат обучения   |
|------------------------------|--|
| Профессиональные компетенции |  |
| P1                           | Применять глубокие математические и профессиональные знания для решения задач научно-исследовательской, проектной, производственной и технологической деятельности в области системного и прикладного программирования.  |
| P2                           | Умение использовать знания по естественнонаучным дисциплинам при определении задач математического моделирования объектов и явлений в различных предметных областях.   |
| P3                           | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий. |
| P4                           | Выполнять инновационные проекты с применением глубоких профессиональных знаний и эффективных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях экономических, экологических, социальных и других ограничений.                                 |
| P5                           | Демонстрировать знание о формах организации образовательной и научной деятельности в высших учебных заведениях, иметь навыки преподавательской работы.   |
| P6                           | Способность осуществлять организационно-управленческую и социально-ориентированную деятельность с соблюдением профессиональной этики.  |
| Универсальные компетенции    |  |

|    |  |
|----|--|
| P7 | Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, включая разработку документации и представление результатов инновационной деятельности. Толерантность в восприятии социальных и культурных различий.         |
| P8 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации. |
| P9 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. Способность к интеллектуальному, культурному, нравственному и профессиональному саморазвитию.   |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на: 80 листах машинописного текста, содержит 17 рисунков, 28 таблиц, 23 источника, 1 приложение.

**Ключевые слова:** многомерные данные, плагин, визуализация, компьютерная графика, анализ многомерных данных.

**Объектом исследования** являются многомерные данные.

**Предметом исследования** являются способы представления многомерных данных.

**Цель работы** – является разработка плагина Blender для представления многомерных данных.

В процессе выполнения работы проведены результаты разработки плагина Blender для представления многомерных данных.

**Область применения:** используется в таких сферах, как эконометрика, при анализе финансовых и экономических показателей, психометрия, при анализе результатов психологических опросов, биология и медицина при обработке результатов наблюдений, математическая статистика, аналитическая химия, экологические и географические исследования.

**Экономическая эффективность** работы заключается в разработке плагина Blender, который позволяет получать визуальное представление многомерных данных.

## Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Многомерные данные – данные, содержащие информацию о трех или более признаках для каждого объекта.

Плагин – это независимо компилируемый программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения возможностей.

Blender – это программа для создания трёхмерной компьютерной графики, включающая в себя средства моделирования, анимации, постобработки.

Open Source – открытое программное обеспечение.

Open GL (Open Graphics Library) – спецификация, определяющая независимый от языка программирования программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику.

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 15 |
| 1. Анализ предметной области .....  | 17 |
| 1.1 Актуальность разработки плагина .....   | 17 |
| 1.2 Классический пример визуализации многомерных данных – Ирисы Фишера .....  | 18 |
| 1.3 Классификация многомерных данных .....  | 19 |
| 1.4 Обзор существующих способов представления многомерных .....   | 20 |
| 1.5 Постановка проблемы .....   | 21 |
| 2. Выбор и описание технологий, используемых для представления многомерных данных.....  | 22 |
| 2.1 Выбор способа реализации поставленной задачи .....  | 22 |
| 2.2 Среда разработки Blender 2.78с.....   | 25 |
| 2.3 Язык программирования Python 3.5.2 .....  | 26 |
| 2.4 Взаимодействие программы Blender 2.78с с MatLab .....   | 27 |
| 3. Проектирование и программная реализация .....  | 28 |
| 3.1 Алгоритм работы плагина .....   | 28 |
| 3.2 Реализация плагина Blender 2.78с .....  | 30 |
| 4. Использование математических операций в модуле bpy.ops.....  | 36 |
| 4.1 Системы координат Blender 2.78с .....   | 36 |
| 4.2 Описание фигур в пространстве .....   | 37 |
| 4.3 Описание операций с объектами в пространстве .....  | 38 |
| 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...  | 40 |
| 5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 40 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....  | 40 |
| 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....   | 41 |
| 5.1.3 Технология QuaD .....   | 43 |
| 5.1.4 SWOT-анализ .....   | 45 |
| 5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований   | 48 |
| 5.3 Планирование научно-исследовательских работ.....  | 49 |
| 5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....  | 49 |
| 5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....   | 50 |
| 5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования .....   | 51 |
| 5.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....   | 55 |
| 5.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ .....  | 55 |
| 5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных<br>(экспериментальных) работ .....                                      | 56 |
| 5.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....  | 56 |
| 5.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....  | 58 |
| 5.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....  | 58 |
| 5.3.4.6 Накладные расходы.....  | 59 |
| 5.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ....  | 59 |
| 5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной,<br>социальной и экономической эффективности исследования ..... | 60 |
| 6. Социальная ответственность .....   | 62 |
| 6.1 Производственная безопасность .....   | 63 |
| 6.1.1 Вредные производственные факторы .....  | 64 |
| 6.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата .....   | 64 |
| 6.1.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны .....   | 66 |

|   |    |
|---|----|
| 6.1.1.3 Монотонный режим работы.....                                  | 67 |
| 6.1.2. Опасные производственные факторы .....                         | 68 |
| 6.1.2.1. Опасность поражения электрическим током .....                | 68 |
| 6.1.2.2 Опасность возникновения пожара .....                          | 69 |
| 6.2 Экологическая безопасность .....                                  | 70 |
| 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                       | 70 |
| 6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..... | 72 |
| 6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....      | 72 |
| 6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....   | 73 |
| Заключение .....  | 75 |
| Список используемой литературы .....                                  | 76 |
| Приложение А .....  | 79 |

## **Введение**

За последнее время анализ многомерных данных стал одним из основных направлений прикладной математики, активно развивающимся и применяющимся практически во всех областях исследований. Анализ многомерных данных является одной из наиболее востребованных междисциплинарных областей знания.

Исследование многомерных данных применяется в математической статистике, аналитической химии, экологических и географических исследованиях. Методы анализа многомерных данных используются в эконометрике, при анализе финансовых и экономических показателей, в психометрии, при анализе результатов психологических опросов, в биологии и медицине, при обработке результатов наблюдений. В задачах механики сплошных сред и вычислительной физики, предполагающих оптимизационный анализ явлений, анализ многомерных данных позволяет находить оптимальные условия возникновения физического явления в многомерном пространстве определяющих параметров задачи[1].

**Целью работы** является разработка плагина Blender 2.78c для представления многомерных данных.

**Объектом исследования** являются многомерные данные.

В первом разделе приведены результаты анализа предметной области, включающие в себя актуальность данной работы и обзор существующих инструментов визуализации.

Во втором разделе представлено описание технологий, используемых для визуализации многомерных данных. Также в данном разделе приведен обзор и обоснование выбора способа реализации плагина Blender 2.78c.

В третьем разделе представлены результаты проектирования и программирования плагина Blender 2.78c, включающего в себя алгоритм визуализации многомерных данных, а так же описание классов, использованных для разработки.

В четвертом разделе рассмотрены и описаны математические операции, использованные для создания.

В пятом и шестом разделах изложены вопросы, связанные с финансовым менеджментом, ресурсоэффективностью, ресурсосбережением и социальной ответственностью проекта.

**Практическая значимость.** Разработанный инструмент визуализации может быть применен к проектам для представления многомерных данных. Возможности Blender 2.78c позволяют создавать плагин, в том числе подключая сторонние библиотеки питона, а созданная структура – вносить изменения, сохраняя работоспособность новых версий плагина со старыми наборами многомерных данных.

В работе использовались следующие программные продукты: программное обеспечение для создания трехмерной компьютерной графики Blender 2.78c. Плагин реализован на языке программирования Python 3.5.2.

## **1. Анализ предметной области**

В таких науках, как медицина, эконометрика, экология, геология, объекты исследования характеризуются большим количеством разнообразных свойств. Если каждый объект определяется двумя или более значениями переменных, то такие данные называются многомерными.

Анализом многомерных данных называют совокупность методов и алгоритмов, позволяющих получить максимально возможную информацию о массиве данных, расположенных в некоторой области многомерного пространства.

Задача анализа многомерных данных состоит в получении максимально возможной информации об объектах и их свойствах. Графическое представление данных является важной составляющей анализа многомерных данных, необходимой для получения и дальнейшей обработки информации. Применение графики в практических работах увеличивает скорость передачи информации, а так же повышает уровень ее понимания.

### **1.1 Актуальность разработки плагина**

Актуальность работы состоит в том, что массив, содержащий более трех наборов данных, трудно анализируется, и многие важные данные могут быть не замечены в столько большом наборе. Однако, при визуализации, есть возможность рассмотреть данные с разных углов обзора и на разном расстоянии, что дает возможность с большей точностью и уверенностью делать необходимые выводы о наборе многомерных данных[2]. К примеру, при анализе финансовых и экономических показателей, каждое значение крайне важно, и небольшое отклонение может привести к финансовым потерям компании. Но куда более важно использование визуализации в медицине и биологии, так как в данных областях, допущенные ошибки в вычислениях и анализе данных, могут привести к последствиям, от которых зависят здоровье и

жизнь людей. Именно по этим причинам, визуализация многомерных данных необходима в современном обществе.

## **1.2 Классический пример визуализации многомерных данных – Ирисы Фишера**

Ирисы Фишера — это набор данных для решения задачи классификации. На примере данного набора Рональд Фишер в 1936 году продемонстрировал разработанный им метода дискриминантного анализа. Этот набор данных является классическим, и используется в литературе для иллюстрации работы различных статистических алгоритмов. Ирисы Фишера состоят из данных о 150 экземплярах ириса, по 50 экземпляров из трёх видов — Ирис щетинистый, Ирис виргинский и Ирис разноцветный. Для каждого экземпляра цветов измерялись четыре характеристики, описывающие длину наружной и внутренней доли околоцветника, а так же ширину наружной и внутренней доли околоцветника[3]. Таким образом, данные о цветках имеют пять характеристик, что позволяет визуализировать пять измерений данных.

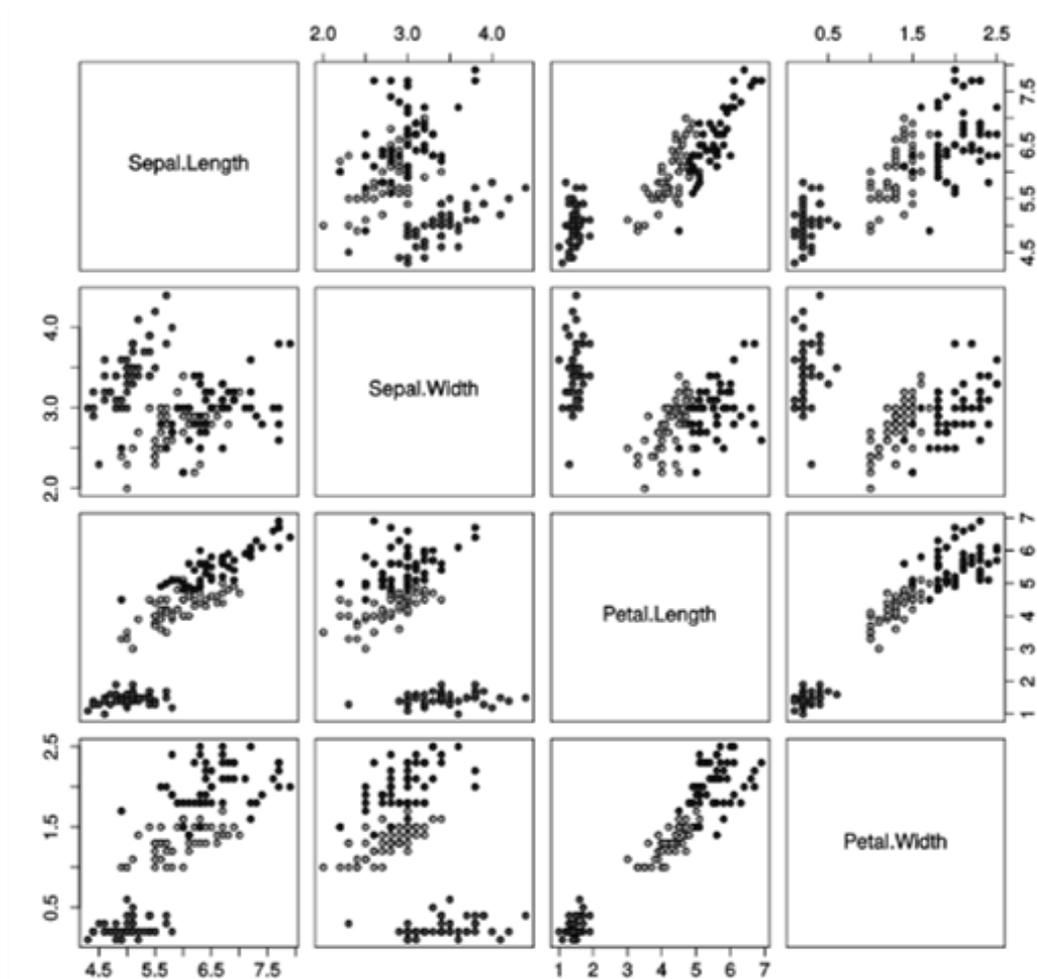


Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния ирисов Фишера

### 1.3 Классификация многомерных данных

Многомерные данные можно классифицировать по нескольким признакам. Данные, регистрируемые с помощью чисел, которые имеют содержательный смысл, называются количественными данными. Существует два вида количественных данных, в зависимости от значений, принимаемых переменной: дискретные, которые могут принимать значения из некоторого списка определенных чисел, и непрерывные.

Данные, описывающие определенные качества объекта, называются качественными. Качественные данные бывают двух типов: порядковые, для которых существует имеющий содержательный смысл порядок, и номинальные, для которых нет содержательно интерпретируемого порядка.

Так же данные классифицируют по тому, собирались ли они специально для запланированного анализа или собирались ранее для других исследований. В первом случае их называют первичными данными, а во втором - вторичными данными[4].

#### **1.4 Обзор существующих способов представления многомерных данных**

В настоящее время в исследованиях, связанных с изучением психологического состояния населения, широко используются различные математико-статистические методы обработки данных с применением современных информационных технологий. Зачастую это происходит посредством анкетирования пациентов. Это необходимо для выявления болезней на ранних стадиях. Дихотомия кодирует нулем и единицей ответы типа «нет» и «да» в опросах. Таким образом, если количество вопросов в анкете возрастет, то целостное представление о структуре данных начинает пропадать. Поэтому важно уметь визуально представить многомерные дихотомийные данные. Один из способов визуализации многомерных данных - с помощью многомерных кубов. Добавляя новое измерение, мы увеличиваем количество вершин куба в два раза. Из этого можно заключить, что количество вершин в N-мерном кубе равно  $2^N$ . Таким образом, весьма тяжело визуально представить данные, измеряемые более 5 измерений.

Так же можно представлять элементарные наблюдения как отдельные графические объекты, где значения переменных соответствуют определенным чертам или размерам объекта, т.е. с помощью пиктографиков.

Лица Чернова – это один из наиболее интересных типов пиктографиков. Это схема визуального представления многофакторных данных в виде человеческого лица. Для каждого наблюдения рисуется отдельное "лицо", где относительные значения выбранных переменных представлены как формы и размеры отдельных черт лица.

Такой способ позволяет выявлять скрытые картины взаимосвязей между данными, которые не могут быть обнаружены другими методами.

Сложность данного метода, заключается в правильном сопоставлении исследуемых переменных с частями лица. При ошибке важные закономерности могут остаться незамеченными[5].

Визуализация один из важных вопросов в интерпретации и моделировании в геофизике. Традиционными для геофизики средствами визуализации являются карты, разрезы, то есть средства 2D визуализации. В настоящее время возникает потребность графического представления данных более высокой размерности. Качественная комплексная визуализация геолого-геофизической информации является ключевым моментом в понимании строения недр.

### **1.5 Постановка проблемы**

Существующие способы и программы, не реализуют в полной мере визуализацию многомерных данных. Большинство из них имеют свои недостатки, такие как:

- отсутствие графиков, совмещенных с анимацией;
- недостаточность возможности изменения перспективы обзора, расстояния, фокуса;
- невозможность визуализации графиков, в качестве одной из осей которого выбрано реальное время, заданное в определенном масштабе;
- отсутствие возможности изменения масштаба пакетов представления многомерных данных.

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие методы не реализуют представление многомерных данных в полном объеме[6]. Так как они являются либо недостаточно точными, либо требуют большого количества ресурсов.

## **2. Выбор и описание технологий, используемых для представления многомерных данных**

В данном разделе приведено обоснование выбора способа реализации плагина.

### **2.1 Выбор способа реализации поставленной задачи**

В данном разделе поставлены требования к программам, необходимые для выполнения данной работы. Таким образом, выделено пять основных пунктов.

Первым пунктом является «Системные требования/кроссплатформенность». Для более удобной работы, важное место имеет то, какие требования, у программы к системе компьютера. Так же важно, на каких платформах программа может работать.

Пункт «Open Source» так же является важным. Учитывая то, что над программами с открытым исходным кодом работает большое количество разработчиков, следовательно, дефекты обнаруживаются и устраняются быстрее[7]. Так же стоит отметить, что количество затрат на использование данных программ меньше. Разумеется, это не основное требование, но является плюсом при выборе.

На рисунках 2-5 представлены примеры визуализации данных в различных программах.

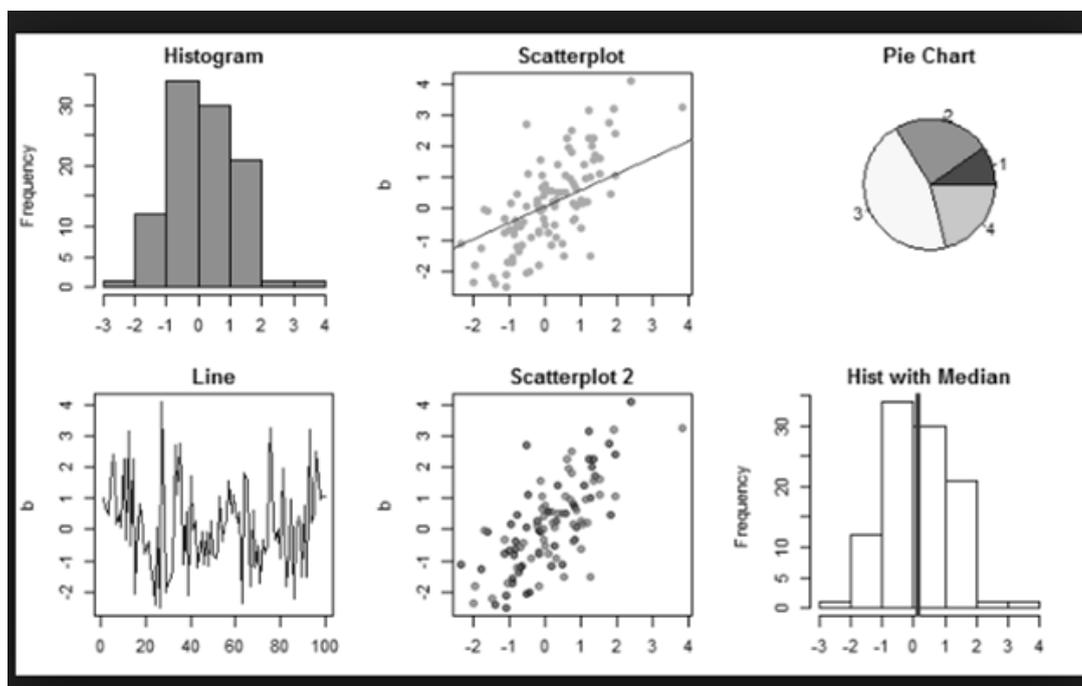


Рисунок 2 – Пример визуализации в программе RStudio

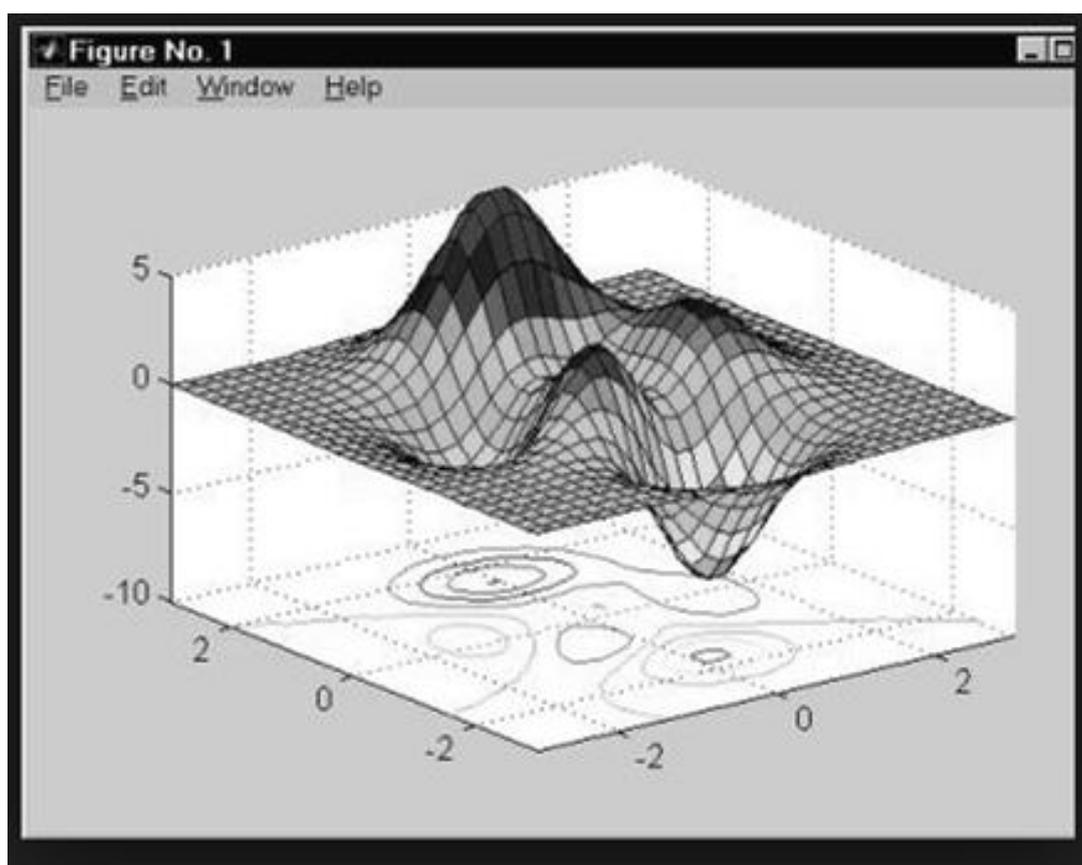


Рисунок 3 – Пример визуализации в программе MatLab

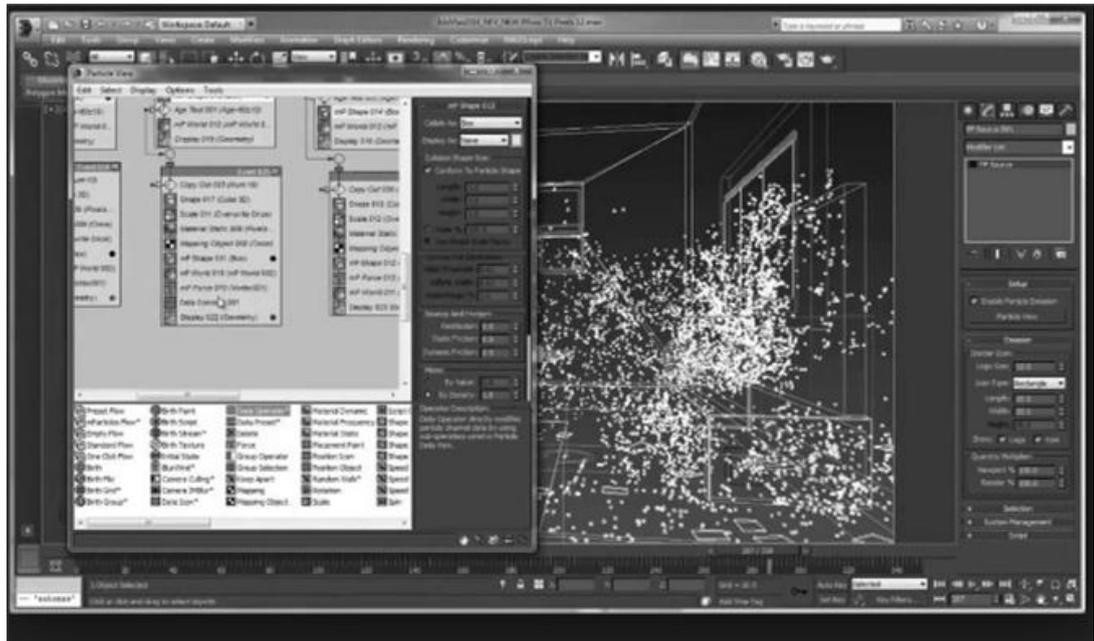


Рисунок 4 – Пример визуализации в программе 3DMax

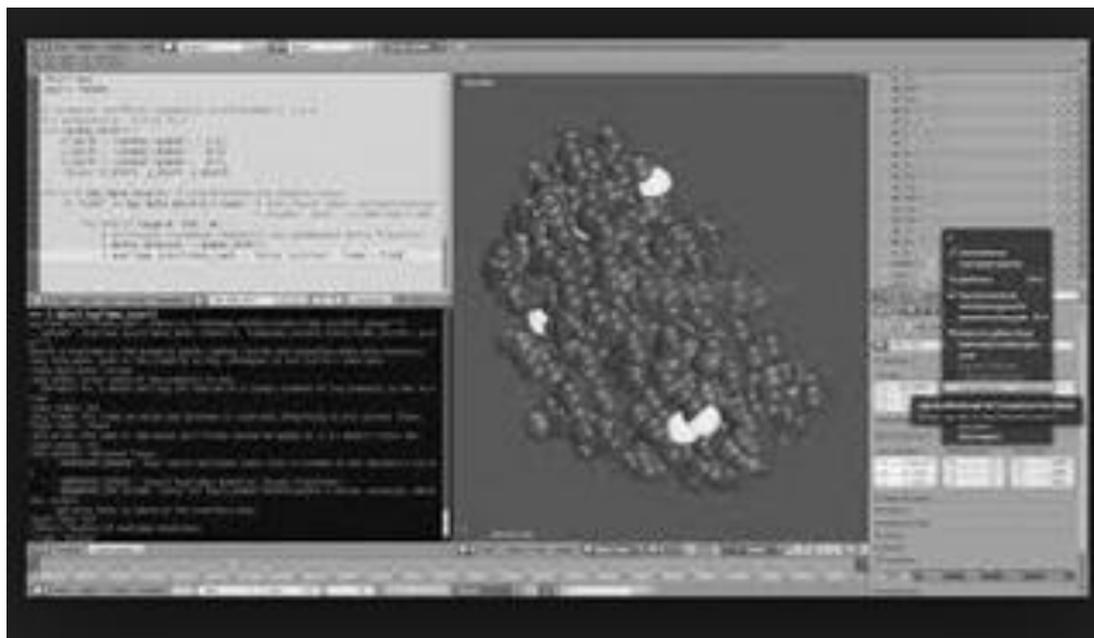


Рисунок 5 – Пример визуализации в программе Blender 2.78c

Исходя из представленных примеров визуализации в различных программах, можно сделать вывод, что программы Blender 2.78c и 3D Max более детально изображают данные.

Возможность использования анимированных графиков так же является важным моментом при выборе и дальнейшем расширении функционала плагина в той, или иной программе.

Таблица 1 – Характеристики программ

|   | Blender<br>2.78c | 3D Max | RStudio | MatLab | Visual<br>Studio |
|---|------------------|--------|---------|--------|------------------|
| Системные требования/<br>кроссплатформенность | +                | -      | ±       | -      | -                |
| Open Source                                   | +                | -      | -       | -      | -                |
| Визуализация                                  | +                | +      | +       | ±      | +                |
| Анимация                                      | +                | +      | +       | ±      | +                |

Исходя из данных, приведенных в таблице, наглядно можно сделать вывод, что только программа Blender 2.78c удовлетворяет в полной мере всем требованиям, для решения поставленной задачи.

## 2.2 Среда разработки Blender 2.78c

Blender 2.78c представляет собой программу для трёхмерного моделирования объектов. Данная программа отличается большой универсальностью и самодостаточностью, поскольку содержит практически исчерпывающий набор программных инструментов, необходимых для обеспечения всей технологической цепочки динамической компьютерной визуализации любого уровня сложности[8].

Blender 2.78c имеет поддержку интерпретируемого языка программирования Python 3.5.2, который помимо обеспечения полного контроля над всем инструментарием данной платформы обеспечивает и доступ к обширной библиотеке модулей.

Требования к системе при установке позволяют использовать данную программу на компьютерах, соответствующим определенным параметрам. Достаточно несколько десятков мегабайт для установки программы. Видеокарта должна иметь поддержку Open GL и объем памяти необходим не

ниже 64 Мбайт. Так же Blender 2.78с одинаково стабильно работает в платформах Linux и Windows[9].

Так же одним из достоинств является возможность использования данных для обработки из сети и использование баз данных, что достигается за счет языка программирования Python 3.5.2.

В тех случаях, когда программных функций недостаточно, для выполнения поставленной задачи, существует возможность использования различных аддонов, или так называемых «плагинов». В настройках Blender существуют опции подключения дополнений. Используя данные опции, существует возможность подключения плагинов автоматически при запуске программы Blender.

Blender – приложение с открытым программным кодом, над его разработкой могут работать все программисты, и тем самым, помимо официальных дополнений, существует огромное разнообразие дополнений, разработанных программистами со всего мира, для различных целей.

### **2.3 Язык программирования Python 3.5.2**

Язык программирования Python 3.5.2 — высокоуровневый язык программирования общего назначения. При использовании данного языка программирования возможна работа с xml/html файлами, работа с http запросами, использование многофункционального графического интерфейса, программирование научных и математических вычислений.

Программа, написанная на языке программирования Python, обладает кроссплатформенностью, что позволяет функционировать одинаково вне зависимости от выбора операционной системы, в которой была запущена.

Основные библиотеки Python написаны на C++, что увеличивает скорость выполнения программ. Так же существует возможность написания собственных модулей с использованием языков программирования C либо C++. Данные модули могут использоваться в нескольких программах, что позволяет сократить код программы, за счет комбинирования различных модулей[10].



### 3. Проектирование и программная реализация

Плагин для Blender 2.78c был реализован с помощью языка программирования Python 3.5.2. В данной работе в качестве тестовых данных для проверки работы плагина, выбран классический пример многомерных данных – ирисы Фишера.

#### 3.1 Алгоритм работы плагина

Процесс работы плагина для выбранных многомерных данных представлен на рисунке 7.

Входным параметром алгоритма является документ, состоящий из пяти столбцов данных о цветках ириса. Первые четыре столбца представляются в численном формате и описывают размеры цветка, такие как:

- Длина наружной доли околоцветника
- Ширина наружной доли околоцветника
- Длина внутренней доли околоцветника
- Ширина внутренней доли околоцветника

Пятый столбец является категориальным значением, и описывает тип цветка: *setosa*, *versicolor* и *virginica*.

Таким образом, первые три измерения визуализируются как длина, ширина и высота, четвертое измерение указывает масштаб объектов, пятое – тип фигуры визуализации, в данной работе – сфера, куб либо конус, так как пятое измерение может принимать только одно значение из трех. Так же существует возможность не задавать тип фигуры, а использовать цвета, в качестве визуализации пятого измерения данных. При необходимости представления шести измерений, так же можно использовать цвета, при условии, что тип данных – категориальный.



Рисунок 7 – Алгоритм работы плагина

### 3.2 Реализация плагина Blender 2.78c

Для создания нового пункта меню Blender 2.78c необходимо в первую очередь создать файл с кодом. Однако при разработке данного плагина будут использоваться несколько модулей и запись всего кода в один файл, будет нецелесообразной. Так как это будет затруднять чтение, исправление ошибок и поиск нужного фрагмента кода.

Blender 2.37c на уровне Python 3.5.2 поддерживает модульную систему компоновки кода, что позволяет разделить логические части кода по отдельным файлам, после чего подключать их для использования там, где необходимо. Модуль – файл, содержащий код Python с расширением \*.py. Для формирования плагина, состоящего из нескольких модулей необходимо объединить их в директорию (папку). Для правильности установки подобного дополнения необходимо заархивировать всю директорию, и при установке плагина, указать данный архив, как представлено на рисунке 8.

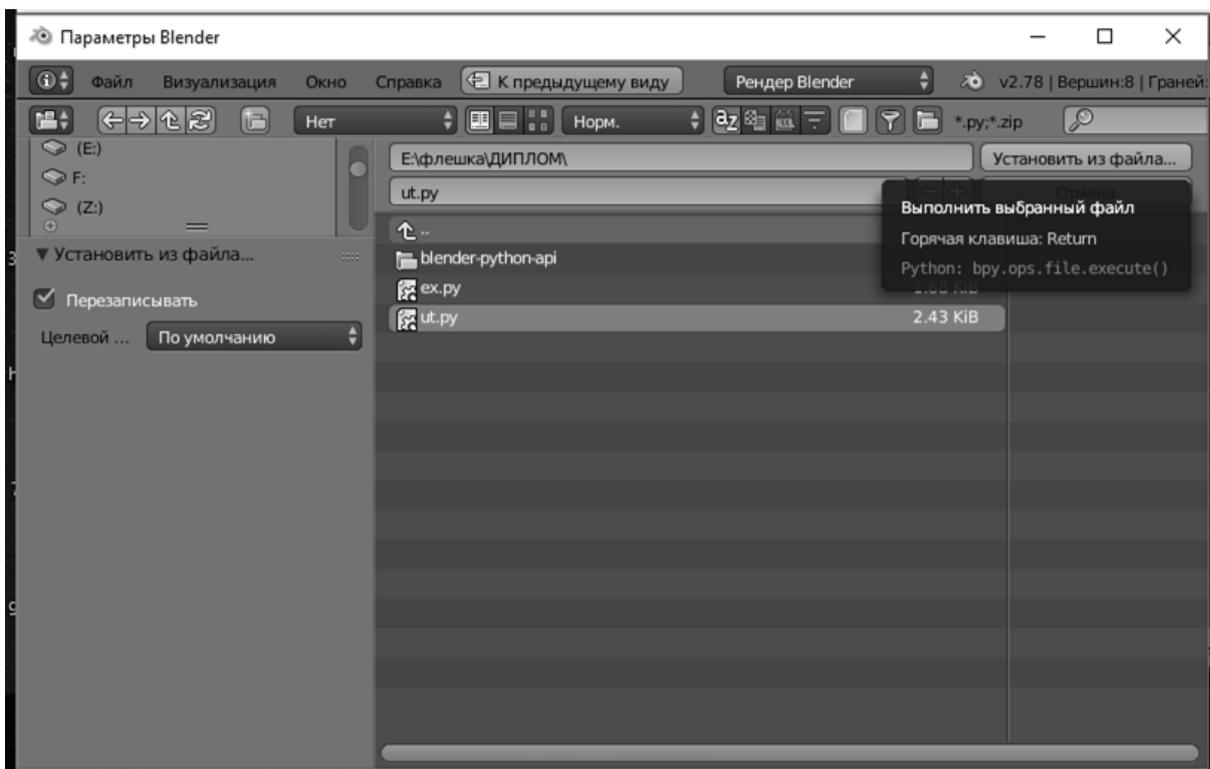


Рисунок 8 – Установка плагина

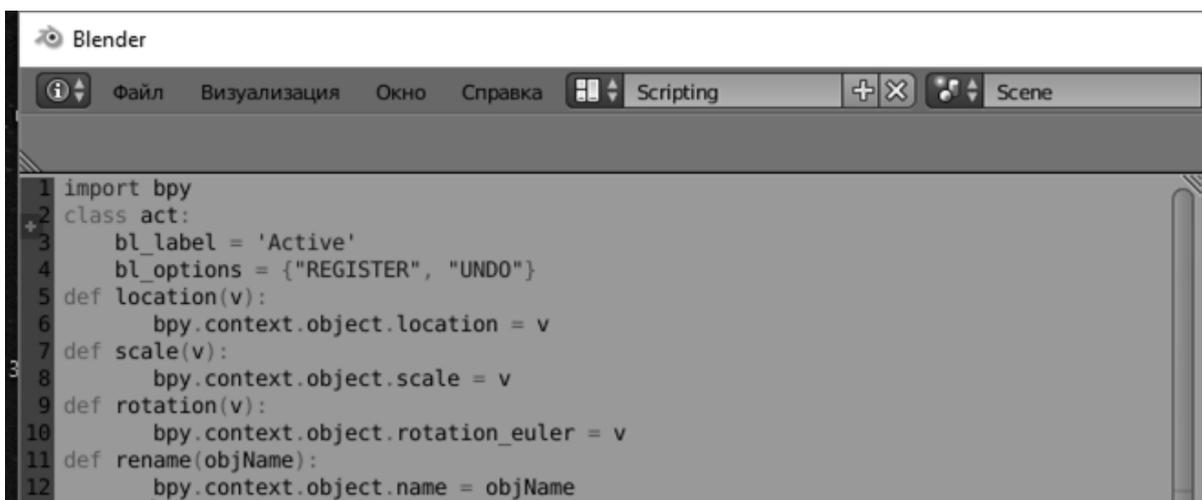
В первом из модулей, создается класс Selected, в котором описывается выбор и активация объектов, задается масштаб, а так же оси x, y и z. Код данного класса представлен на рисунке 9.

```
1 import bpy
2 def select(objName):
3     bpy.ops.object.select_all(action='DESELECT')
4     bpy.data.objects[objName].select = True
5 def activate(objName):
6     bpy.context.scene.objects.active = bpy.data.objects[objName]
7 class sel:
8     bl_label = 'Selected'
9     bl_options = {"REGISTER", "UNDO"}
10 def translate(v):
11     bpy.ops.transform.translate(
12         value=v, constraint_axis=(True, True, True))
13 def scale(v):
14     bpy.ops.transform.resize(value=v, constraint_axis=(True, True, True))
15 def rotate_x(v):
16     bpy.ops.transform.rotate(value=v, axis=(1, 0, 0))
17 def rotate_y(v):
18     bpy.ops.transform.rotate(value=v, axis=(0, 1, 0))
19 def rotate_z(v):
20     bpy.ops.transform.rotate(value=v, axis=(0, 0, 1))
```

Рисунок 9 – Код класса Selected

Следует обратить внимание на то, что в описании класса существует переменная с именем bl\_options. Эта переменная — нумерованное множество, от содержания которого зависит, какие опции будут доступны оператору. Обязательным значением является «REGISTER» — собственно регистрация опций. Добавим в bl\_options опцию «UNDO» для того, чтобы оператор был включен в стек отмены — возврата операций.

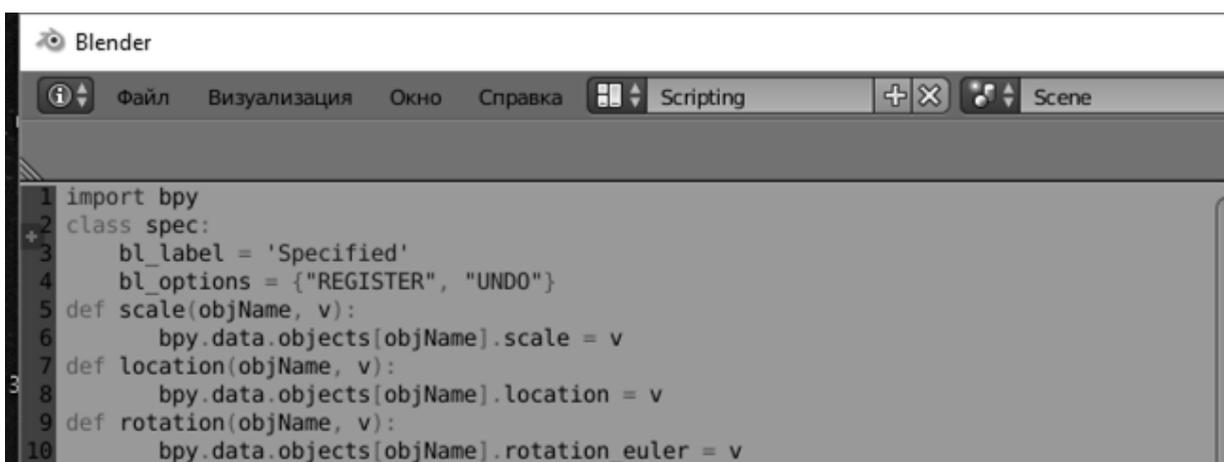
Во втором модуле создается класс Active, в котором описываются масштаб, положение и вращение объектов. Для создания дополнений использование bpy.context является обязательным, так же используется для доступа к активным объектам, переключения между режимом объекта и режимом редактирования. Код данного класса представлен на рисунке 10.



```
1 import bpy
2 class act:
3     bl_label = 'Active'
4     bl_options = {"REGISTER", "UNDO"}
5 def location(v):
6     bpy.context.object.location = v
7 def scale(v):
8     bpy.context.object.scale = v
9 def rotation(v):
10    bpy.context.object.rotation_euler = v
11 def rename(objName):
12    bpy.context.object.name = objName
```

Рисунок 10 – Код класса Active

В третьем модуле описывается создание класса Specified, который так же содержит информацию о масштабе, положение и вращении объектов, однако в данном случае используется подмодуль bpy.data. Данный подмодуль используется для доступа к внутренним данным Blender. bpy.data.objects содержит все данные, определяющие форму и положение объекта. Предыдущий подмодуль bpy.context отлично подходит для указания групп объектов и генерирования ссылки на блоки данных класса bpy.data. Код данного модуля представлен на рисунке 11.

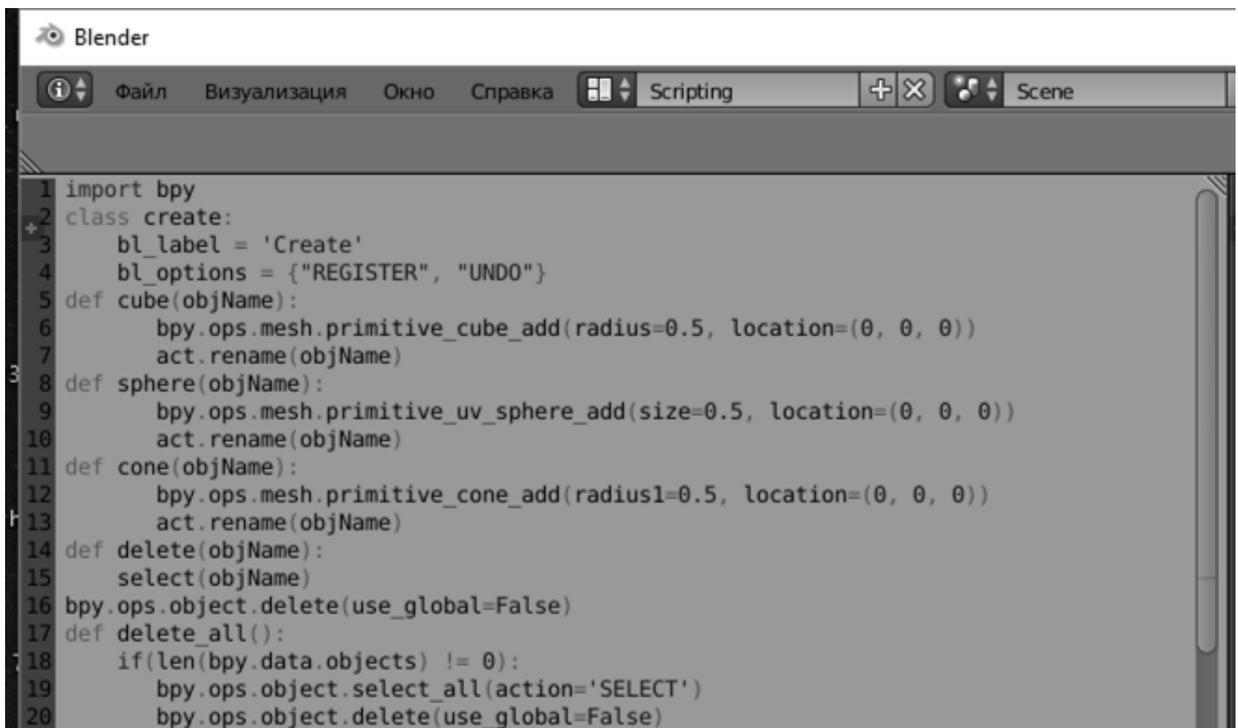


```
1 import bpy
2 class spec:
3     bl_label = 'Specified'
4     bl_options = {"REGISTER", "UNDO"}
5 def scale(objName, v):
6     bpy.data.objects[objName].scale = v
7 def location(objName, v):
8     bpy.data.objects[objName].location = v
9 def rotation(objName, v):
10    bpy.data.objects[objName].rotation_euler = v
```

Рисунок 11 – Код класса Specified

В следующем модуле создается класс Create, который описывает создание таких фигур, как куб, сфера и конус, задает размеры фигур и

положение на осях. Так же содержит информацию об удалении выбранного объекта и удалении всех объектов[12]. Код данного модуля представлен на рисунке 12.

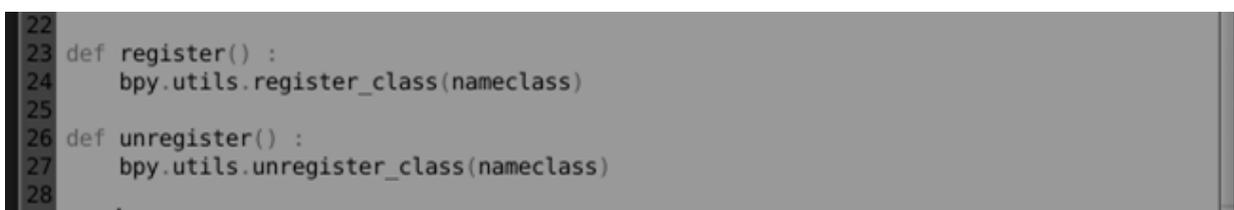


```
Blender
Файл  Визуализация  Окно  Справка  Scripting  Scene

1 import bpy
2 class create:
3     bl_label = 'Create'
4     bl_options = {"REGISTER", "UNDO"}
5 def cube(objName):
6     bpy.ops.mesh.primitive_cube_add(radius=0.5, location=(0, 0, 0))
7     act.rename(objName)
8 def sphere(objName):
9     bpy.ops.mesh.primitive_uv_sphere_add(size=0.5, location=(0, 0, 0))
10    act.rename(objName)
11 def cone(objName):
12    bpy.ops.mesh.primitive_cone_add(radius1=0.5, location=(0, 0, 0))
13    act.rename(objName)
14 def delete(objName):
15    select(objName)
16 bpy.ops.object.delete(use_global=False)
17 def delete_all():
18    if(len(bpy.data.objects) != 0):
19        bpy.ops.object.select_all(action='SELECT')
20        bpy.ops.object.delete(use_global=False)
```

Рисунок 12 – Код класса Create

Так как классы оформляются для создания плагина, операцию регистрации класса нужно выполнить в момент инициализации плагина, а операцию разрегистрации класса — в момент его отключения. Для этого необходимо использование функций register и unregister, они будут вызваны: первая при подключении, вторая — при отключении. Пример использования данных функций представлен на рисунке 13.



```
22
23 def register() :
24     bpy.utils.register_class(nameclass)
25
26 def unregister() :
27     bpy.utils.unregister_class(nameclass)
28
```

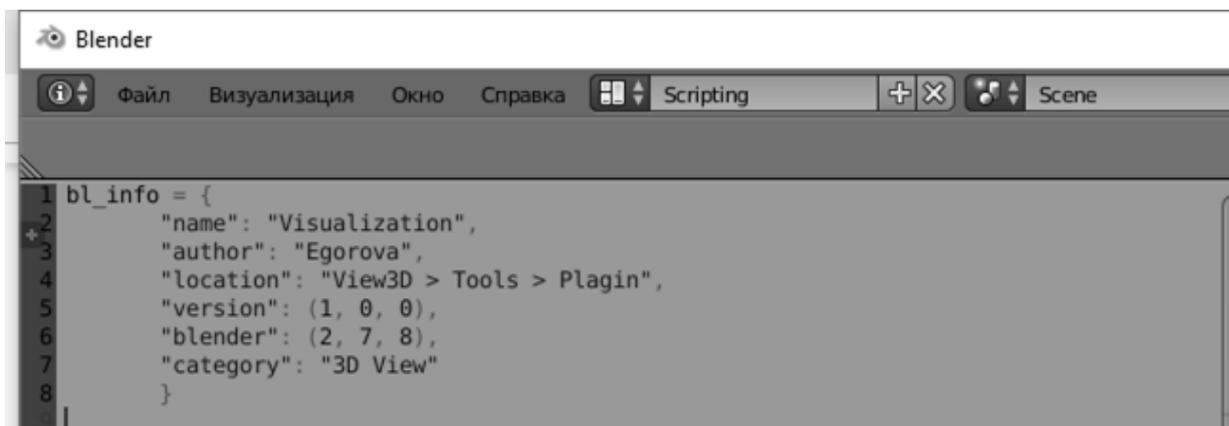
Рисунок 13 – Код использования функций register и unregister

Код с использованием вышеперечисленных классов для визуализации данных представлен в Приложении А.

Для окончательного оформления плагина необходимо создать его описание. Существует словарь с предопределенным именем `bl_info` для составления описания плагина, который имеет следующие предопределенные пункты:

1. `name` — название плагина
2. `author` — ФИО автора
3. `version` — версия плагина
4. `blender` — версия Blender под которую разрабатывался плагин
5. `category` — категория, в которую плагин будет помещен
6. `location` — указание на то, где искать панель плагина
7. `url` — указание на исходный код плагина (откуда он распространяется)
8. `description` — строка с более подробным описанием плагина

Нет необходимости заполнять все пункты, однако некоторые из них являются важными. На рисунке 14 представлен код описания дополнения.



```
1 bl_info = {
2     "name": "Visualization",
3     "author": "Egorova",
4     "location": "View3D > Tools > Plugin",
5     "version": (1, 0, 0),
6     "blender": (2, 7, 8),
7     "category": "3D View"
8 }
```

Рисунок 14 – Код описания дополнения

Изображение интерфейса плагина представлено на рисунке 15, в правой части показано визуальное представление многомерных данных.

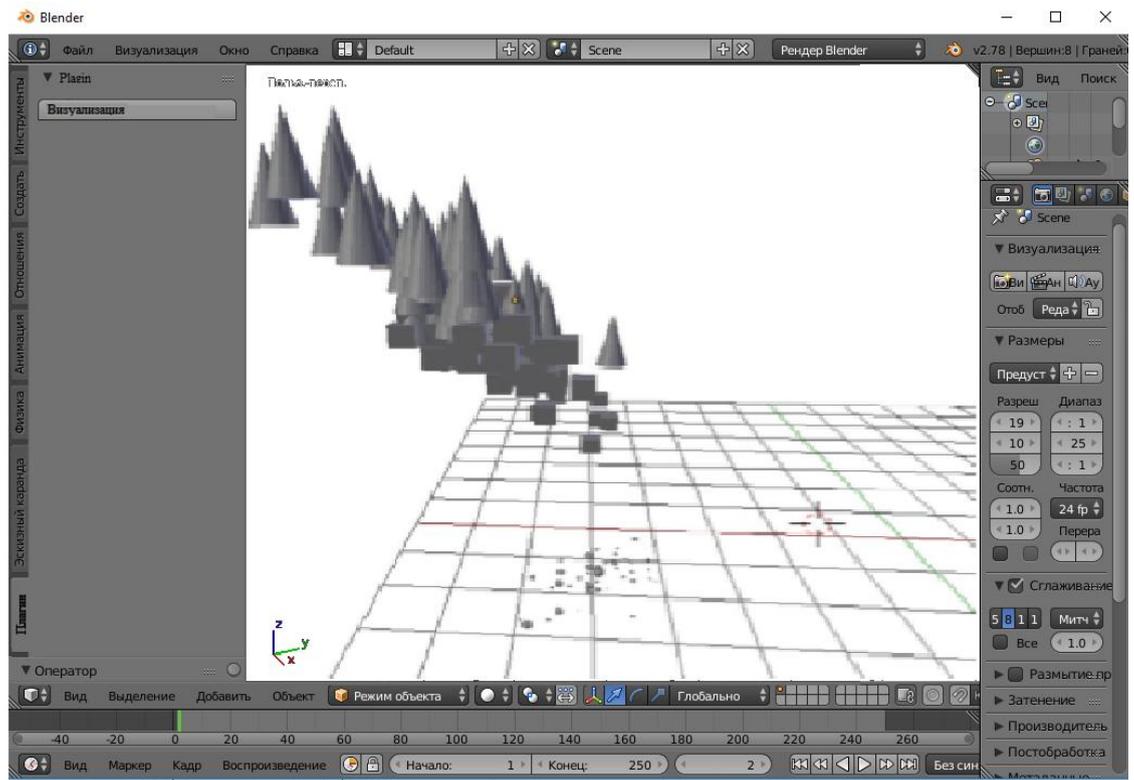


Рисунок 15 – Интерфейс плагина

## 4. Использование математических операций в модуле bpy.ops

При написании плагина в программе Blender 2.78c используется язык программирования Python 3.5.2, в котором существуют различные функции для описания объектов, поворотов, масштабирования и перемещения. В данной главе будут рассмотрены математические формулы, описывающие данные операции.

### 4.1 Системы координат Blender 2.78c

Все системы координат в Blender основаны на сетке, состоящей из трех осей:

- *ось X* представляет собой перемещение между двумя сторонами;
- *ось Y* представляет собой перемещение вперед-назад;
- *ось Z* идет сверху вниз.

Эта сетчатая система с осями называется декартовой сеткой. Происхождение или центр этой сетки находится в координате  $(0, 0, 0)$ .

Существует несколько направлений преобразований:

- View – оси преобразования расположены по окну к выделенным объектам;
- Gimbal – оси преобразования расположены по углам Эйлера к выделенным объектам;
- Normal – оси преобразования расположены по средней нормали к выделенным объектам;
- Local – оси преобразования расположены по локальному пространству к выделенным объектам;
- Global – оси преобразования расположены по мировому пространству к выделенным объектам.

Разница в системах координат в Blender заключается в том, как эта сетка ориентирована относительно выбранного 3D-объекта[13]. Направления преобразований представлены на рисунке 16.

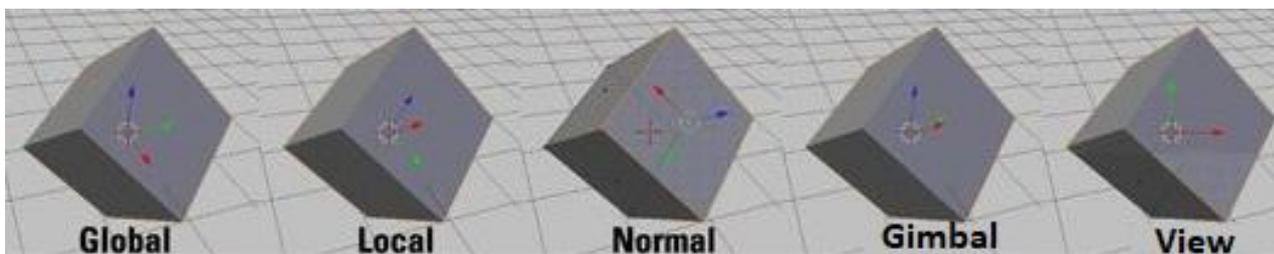


Рисунок 16 – Направление преобразований

## 4.2 Описание фигур в пространстве

Добавление объектов в программе осуществляется при использовании функций, в которых задаются такие параметры, как точка в пространстве, в которой появится фигура, а так же радиус/размер фигуры.

В данной работе представлены три типа фигур, такие как куб, сфера и конус, каждая фигура является визуализацией определенного измерения данных. В таблице 2 представлены уравнения, описывающие фигуры в пространстве.

Таблица 2 – Описание фигур в пространстве

| Объекты | Параметры                                   | Функции                                | Математические формулы                                    |
|---------|---|--|---|
| Куб     | Радиус,<br>положение<br>на оси<br>координат | bpy.ops.mesh.primitive_cube_add( )     | $\max\{ x - x_0 ,  y - y_0 ,  z - z_0 \} = a$             |
| Сфера   | Размер,<br>положение<br>на оси<br>координат | bpy.ops.mesh.primitive_uv_sphere_add() | $(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2 = R^2$                 |
| Конус   | Радиус,<br>положение                        | bpy.ops.mesh.primitive_cone_add(       | $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$ |

|  |                       |  |
|--|-----------------------|--|
|  | на оси )<br>координат |  |
|--|-----------------------|--|

### 4.3 Описание операций с объектами в пространстве

В данном разделе будут рассмотрены такие операции, как перемещение, вращение и масштабирование. Для работы данных операций используются матрицы преобразования, представленные в таблице 3.

В данной работе использование операций перемещения и вращения необходимо для рассмотрения итогового изображения под разными углами, для более точного анализа данных. Операция масштабирование используется при визуализации определенного измерения данных.

Таблица 3 – Описание операций с объектами в пространстве

| Операции    | Функции                                    | Матрицы преобразований  |
|-------------|--|---|
| Перемещение | <code>bpy.ops.transform.translate()</code> | $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X \\ 0 & 1 & 0 & Y \\ 0 & 0 & 1 & Z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ <p><b>Translation</b></p>  |
| Вращение    | <code>bpy.ops.transform.rotate()</code>    | $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\varphi) & -\sin(\varphi) & 0 \\ 0 & \sin(\varphi) & \cos(\varphi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ <p><b>Rotation along X</b></p> $\begin{bmatrix} \cos(\varphi) & 0 & \sin(\varphi) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\varphi) & 0 & \cos(\varphi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ <p><b>Rotation along Y</b></p> |

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
|                 |   | $\begin{bmatrix} \cos(\varphi) & -\sin(\varphi) & 0 & 0 \\ \sin(\varphi) & \cos(\varphi) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ <p>Rotation along Z</p> |
| Масштабирование | <code>bpy.ops.transform.resize()</code> | $\begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  |

## **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для этого необходимо оценить конкурентные решения с точки зрения эффективности, найти те характеристики, улучшение которых повысит конкурентоспособность инструмента и выбрать наиболее оптимальный путь выполнения работ с учетом показателей ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В первую очередь необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар.

В зависимости от категории потребителей необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования и выбрать два наиболее значимых для рынка. Один из критериев сегментации – вид потребителей, основанный на целевой аудитории. Вторым критерием – функционал инструмента визуализации многомерных данных.

В таблице 4 представлена карта сегментирования рынка на основе наиболее значимых критериев.

Таблица 4 – Карта сегментирования

|  |                         | Целевая аудитория |          |                      |
|--|-------------------------|-------------------|----------|----------------------|
|  |                         | Разработчик       | Аналитик | Управляющий проектом |
|  | Управление Данными      |                   |          |                      |
|  | Определение типа данных |                   |          |                      |
|  | Визуализация            |                   |          |                      |

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Рынок постоянно меняется, поэтому периодически необходимо проводить детальный анализ конкурирующих разработок. Данный анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

В данный момент на рынке существует следующие аналоги визуализации многомерных данных:

RStudio (к1),

3DMax (к2).

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки   | Вес  | Баллы          |                 |                 | Конкуренто-Способность |                 |                 |
|---|------|----------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|
|   |      | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>         | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| <b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b> |      |                |                 |                 |                        |                 |                 |
| 1. Повышение производительности труда                   | 0,15 | 5              | 5               | 5               | 0,75                   | 0,75            | 0,75            |
| 2. Скорость работы                                      | 0,12 | 5              | 3               | 5               | 0,6                    | 0,36            | 0,6             |
| 3. Удобство в эксплуатации                              | 0,1  | 5              | 5               | 4               | 0,5                    | 0,5             | 0,4             |
| 4. Потребность в ресурсах Памяти                        | 0,02 | 5              | 4               | 4               | 0,1                    | 0,08            | 0,08            |
| 5. Функциональная Мощность                              | 0,1  | 4              | 5               | 5               | 0,4                    | 0,5             | 0,5             |
| 6. Простота эксплуатации                                | 0,08 | 5              | 4               | 4               | 0,4                    | 0,32            | 0,32            |
| 7. Качество интеллектуального интерфейса                | 0,05 | 4              | 5               | 5               | 0,2                    | 0,25            | 0,25            |
| <b>Экономические критерии оценки эффективности</b>      |      |                |                 |                 |                        |                 |                 |
| 8. Конкурентоспособность Продукта                       | 0,05 | 3              | 4               | 5               | 0,15                   | 0,2             | 0,25            |
| 9. Уровень проникновения                                | 0,08 | 4              | 4               | 4               | 0,32                   | 0,32            | 0,32            |

|   |          |   |   |   |             |             |             |
|---|----------|---|---|---|-------------|-------------|-------------|
| на рынок  |          |   |   |   |             |             |             |
| 10. Перспективность рынка                       | 0,05     | 5 | 5 | 5 | 0,25        | 0,25        | 0,25        |
| 11. Цена  | 0,1      | 5 | 4 | 4 | 0,5         | 0,4         | 0,4         |
| 12. Послепродажное обслуживание                 | 0,05     | 5 | 5 | 5 | 0,25        | 0,25        | 0,25        |
| 13. Финансовая эффективность научной разработки | 0,05     | 4 | 5 | 5 | 0,2         | 0,25        | 0,25        |
| <b>Итого</b>                                    | <b>1</b> |   |   |   | <b>4,62</b> | <b>4,43</b> | <b>4,62</b> |

На основе оценки конкурентоспособности можно сделать вывод о том, что уязвимостями разработки на фоне аналогов являются сравнительно невысокая функциональная мощность и конкурентоспособность продукта в сравнении с другими существующими аналогами визуализации многомерных данных.

Конкурентными преимуществами разработки являются высокая скорость работы, простота эксплуатации, а также цена.

### 5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD – это гибкий инструмент измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке. Он позволяет принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей: показатели оценки коммерческого потенциала разработки и показатели оценки качества разработки.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки были подобраны исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей в сумме должны составить 1.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i,$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;  $V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Оценочная карта конкурентных программных решений по технологии QuaD с учетом технических и экономических особенностей этой разработки приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочная карта QuaD для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки                              | Вес  | Баллы | Макс. балл | Относит. значение (3/4) | Средне-взвешенное значение (5x2) |
|--|------|-------|------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>Показатели оценки качества разработки</b> |      |       |            |                         |                                  |
| 1. Производительность Труда                  | 0,15 | 90    | 100        | 0,9                     | 0,135                            |
| 2. Скорость работы                           | 0,12 | 95    | 100        | 0,95                    | 0,114                            |
| 3. Удобство Эксплуатации                     | 0,1  | 90    | 100        | 0,9                     | 0,09                             |
| 4. Потребность ресурсов памяти               | 0,02 | 100   | 100        | 1                       | 0,02                             |
| 5. Функциональная Мощность                   | 0,1  | 80    | 100        | 0,8                     | 0,08                             |

|  |          |     |     |     |              |
|--|----------|-----|-----|-----|--------------|
| 6. Простота<br>Эксплуатации                                  | 0,08     | 100 | 100 | 1   | 0,08         |
| 7. Качество<br>интеллектуального<br>интерфейса               | 0,05     | 70  | 100 | 0,7 | 0,035        |
| <b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b> |          |     |     |     |              |
| 8. Конкурентоспособ-<br>ность продукта                       | 0,05     | 60  | 100 | 0,6 | 0,03         |
| 9. Уровень<br>проникнове- ния<br>на рынок                    | 0,08     | 80  | 100 | 0,8 | 0,064        |
| 10. Перспективность<br>Рынка                                 | 0,05     | 90  | 100 | 0,9 | 0,045        |
| 11. Цена   | 0,1      | 100 | 100 | 1   | 0,1          |
| 12. Послепродажное<br>Обслуживание                           | 0,05     | 90  | 100 | 0,9 | 0,045        |
| 13. Финансовая<br>эффективность<br>научной разработки        | 0,05     | 80  | 100 | 0,8 | 0,04         |
| <b>Итого</b>   | <b>1</b> |     |     |     | <b>0,878</b> |

Полученное средневзвешенное значение показателя качества и перспективности разработки составляет 87,8% и позволяет считать ее перспективной, так как значение принадлежит промежутку от 80 до 100%.

#### **5.1.4 SWOT-анализ**

SWOT-анализ – метод стратегического планирования, который применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. В таблице 7 приведены результаты анализа в виде матрицы с рекомендациями к дальнейшему развитию проекта

Таблица 7 – Матрица SWOT

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>С1. Быстродействие.</p> <p>С2. Уникальный функционал.</p> <p>С3. Удобная и простая эксплуатация.</p>  | <p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Ограниченный функционал.</p> <p>Сл2. Узкий круг целевой аудитории.</p> <p>Сл3. Использование только для одного языка программирования.</p> <p>Сл4. Использование только для одной среды Разработки</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Расширение функционала.</p> <p>В2. Возможность работы системы для нескольких языков программирования.</p> | <p><b>Направления развития:</b></p> <p>1. В1С1С2С4 – расширение функционала по требованиям заказчика.</p> <p>2. В2С1С2С3 – разработка направлена на языки программирования: HTML, JS.</p> | <p><b>Сдерживающие факторы:</b></p> <p>– 1. В1Сл1Сл2 – необходимость произвести анализ востребованных функций визуализации, а также временные ресурсы.</p> <p>2. В2Сл3Сл4 – отсутствие инструментов реализации.</p>                          |
| <p><b>Угрозы:</b></p>   | <p><b>Угрозы развития:</b></p>  | <p><b>Уязвимости:</b></p>  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| У1. Развитие и появление аналогов разрабатываемой системы. | и | 1. У1С2 – появление схожего функционала у конкурентов, что приведет к снижению уникальности продукта. | 1. У1Сл1Сл2Сл3Сл4 – конкурентный продукт пользуется большим спросом. |
| У2. Слабая заинтересованность продукта на рынке.           |   | 2. У2С1С3 – снижение мотивации к поддержке и улучшению продукта.                                      |  |

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Необходимо составить интерактивные матрицы проекта, в которых производится анализ соответствия параметров SWOT каждого с каждым (приведены в таблицах 8-11).

Каждый фактор помечается либо знаком «+», который означает сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-», что означает слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить.

Таблица 8 – Взаимосвязь сильных сторон проекта и возможностей

|                     |    |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|----|
| Возможности проекта |    | С1 | С2 | С3 |
|                     | В1 | 0  | +  | +  |
|                     | В2 | +  | +  | +  |

Таблица 9 – Взаимосвязь слабых сторон проекта и возможностей

|                     |    |     |     |     |     |
|---------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 |
|                     | В1 | +   | +   | -   | +   |
|                     | В2 | +   | +   | +   | +   |

Таблица 10 – Взаимосвязь сильных сторон проекта и угроз

|        |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|
|        |    | C1 | C2 | C3 |
| Угрозы | B1 | 0  | +  | +  |
|        | B2 | +  | +  | +  |

Таблица 11 – Взаимосвязь слабых сторон проекта и угроз

|        |    |     |     |     |     |
|--------|----|-----|-----|-----|-----|
|        |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 | Сл4 |
| Угрозы | B1 | +   | 0   | -   | -   |
|        | B2 | +   | +   | +   | +   |

## 5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для выявления возможных альтернатив разработки проекта и доработки результатов был использован морфологический подход. Он основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения объекта проектной деятельности. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

В таблице 12 в виде матрицы представлены возможные варианты реализации разработки.

Таблица 12 – Морфологическая матрица

|  |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|
|  | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
| А. Количество языков программирования, для которых проводится анализ | 1        | 2        | Больше 2 |

|                                |         |                                       |  |
|--------------------------------|---------|---------------------------------------|--|
| Б. Платформа анализа<br>Кода   | Blender | 3DMax                                 | -  |
| В. Вид программного<br>решения | Плагин  | Отдельное<br>настольное<br>приложение | Расширение<br>анализатора<br>среды<br>Разработки |

Путём комбинации различных параметров морфологии проекта были определены три наиболее оптимальных варианта исполнения:

- А1Б1В1;
- А2Б3В3;
- А3Б1В2.

Для данной матрицы наиболее оптимальным вариантом исполнения является первый.

### 5.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

При планировании комплекса предполагаемых работ необходимо определить структуры работ в рамках проекта, участников каждой работы и установить продолжительность работ. На основе этого строится график проведения проектной работы.

Для выполнения проектной работы были выявлены основные этапы работ и сформирована рабочая группа, в состав которой вошли руководитель и разработчик. Для каждого этапа работ установлен соответствующий исполнитель (таблица 13).

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные<br>Этапы | №<br>раб | Содержание работ          | Должность<br>исполнителя |
|-------------------|----------|---------------------------|--------------------------|
| Составление ТЗ    | 1        | Формулирование проблемы и | Руководитель             |

|                                  |    |  |                           |
|----------------------------------|----|--|---------------------------|
|                                  |    | разработка ТЗ  |                           |
|                                  | 2  | Обзор существующих решений в исследуемой области                                   | Разработчик               |
|                                  | 3  | Исследование технологий и библиотек, необходимых для разработки                    | Разработчик               |
|                                  | 4  | Утверждение выбранных Технологий   | Разработчик, руководитель |
| Планирование работ               | 5  | Календарное планирование работ по Теме   | Разработчик, руководитель |
|                                  | 6  | Составление правил визуализации данных   | Разработчик               |
|                                  | 7  | Проектирование системы   | Разработчик               |
| Реализация                       | 8  | Реализация инструмента, обладающего заявленными в ТЗ функциональными возможностями | Разработчик               |
| Тестирование                     | 9  | Выявление ошибок в работе приложения и их исправление                              | Разработчик               |
| Применение программного продукта | 10 | Применение функционала программного продукта к проектам организации                | Разработчик, руководитель |

### 5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основную часть стоимости разработки в основном образуют трудовые затраты. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Результаты расчетов приведены в таблице 12.

### 5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее наглядным и простым для восприятия графиком проектных работ является ленточный график в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни при помощи формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} ,$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

В 2018 году 365 дней, из них выходных и праздничных – 118 дней.

Таким образом коэффициент календарности для 2018 года будет равен 1,478.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения приведены в таблице 13. Варианты использования взяты из раздела 2.

На основе полученных данных строится календарный план-график.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы  | Трудоёмкость работ    |       |       |                       |       |       |                      |       |       | Исполнители |       |       | Длительность работ в рабочих днях<br>$T_{pi}$ |       |       | Длительность работ в календарных днях<br>$T_{ki}$ |       |       |
|--|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|
|  | $t_{min i}$ , чел-дни |       |       | $t_{max i}$ , чел-дни |       |       | $t_{ож i}$ , чел-дни |       |       |             |       |       |   |       |       |   |       |       |
|  | Исп.1                 | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1                 | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1                | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1       | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1   | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1   | Исп.2 | Исп.3 |
| Формулирование проблемы и разработка ТЗ                        | 2                     | 2     | 2     | 4                     | 4     | 4     | 2,8                  | 2,8   | 2,8   | 1           | 1     | 1     | 2,8   | 2,8   | 2,8   | 4   | 4     | 4     |
| Обзор решений  | 2                     | 2     | 2     | 4                     | 4     | 4     | 2,8                  | 2,8   | 2,8   | 1           | 1     | 1     | 2,8   | 2,8   | 2,8   | 4   | 4     | 4     |
| Исследование технологий, библиотек, необходимых для разработки | 4                     | 4     | 4     | 5                     | 5     | 5     | 4,4                  | 4,4   | 4,4   | 1           | 1     | 1     | 4,4   | 4,4   | 4,4   | 7   | 7     | 7     |
| Утверждение выбранных технологий                               | 5                     | 5     | 5     | 8                     | 8     | 8     | 6,2                  | 6,2   | 6,2   | 2           | 2     | 2     | 3,1   | 3,1   | 3,1   | 5   | 5     | 5     |

|  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |   |   |   |     |     |     |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|----|----|----|
| Календарное планирование работ по теме   | 2  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2 | 2 | 2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 2  | 2  | 2  |
| Составление  | 5  | 5  | 5  | 7  | 7  | 7  | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 1 | 1 | 1 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 9  | 9  | 9  |
| Проектирование системы   | 7  | 7  | 7  | 10 | 10 | 10 | 8,2 | 8,2 | 1,4 | 1 | 1 | 1 | 8,2 | 8,2 | 1,4 | 12 | 12 | 12 |
| Реализация инструмента, обладающего заявленными в ТЗ функциональными возможностями | 25 | 30 | 25 | 30 | 35 | 30 | 27  | 32  | 27  | 1 | 1 | 1 | 27  | 32  | 27  | 40 | 47 | 40 |
| Выявление ошибок<br>Исправление  | 5  | 5  | 5  | 6  | 6  | 6  | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 1 | 1 | 1 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 8  | 8  | 8  |
| Применение функционала программ  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2 | 2 | 2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 2  | 2  | 2  |

|  |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |    |    |     |    |    |
|--|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|----|-----|----|----|
| ого<br>продукта к<br>проектам<br>организаци<br>и |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |    |    |     |    |    |
|  | <b>Итого:</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    | 62 | 67 | 62, | 92 | 99 |
|  |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ,1 | ,1 | 1  |     |    |    |

| Вид работ  | Продолжительность выполнения работ |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
|--|------------------------------------|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|
|  | февраль                            | март |   |   | апрель |   |   | май |   |   | июнь |
|  | 3                                  | 1    | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1    |
| Формулирование проблемы и разработка ТЗ  | ■                                  |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| Обзор существующих решений в исследуемой области                                   |                                    | ■    |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| Исследование технологий, библиотек, необходимых для разработки                     |                                    |      | ■ |   |        |   |   |     |   |   |      |
| Утверждение выбранных технологий   |                                    |      | ■ | ■ |        |   |   |     |   |   |      |
| Календарное планирование работ по теме   |                                    |      |   | ■ |        |   |   |     |   |   |      |
| Составление правил визуализации многомерных данных                                 |                                    |      |   |   | ■      | ■ |   |     |   |   |      |
| Проектирование системы   |                                    |      |   |   |        | ■ | ■ |     |   |   |      |
| Реализация инструмента, обладающего заявленными в ТЗ функциональными возможностями |                                    |      |   |   |        |   | ■ | ■   | ■ |   |      |
| Выявление ошибок в работе приложения и их исправление                              |                                    |      |   |   |        |   |   |     |   | ■ |      |
| Применение функционала программного продукта к проектам организации                |                                    |      |   |   |        |   |   |     |   |   | ■    |

■ Разработчик ■ Руководитель

Рисунок 17 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

### 5.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При формировании бюджета на выполнение НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей разработки;
- дополнительная заработная плата исполнителей разработки;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на научные и производственные командировки;

Далее приведены расчеты затрат по каждой статье.

#### 5.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья учитывает расходы на все материальные ресурсы, используемые при реализации научно-технического исследования.

Результаты расчета материальных затрат представлены в таблице 10.

Таблица 15 – Материальные затраты.

| Наименование   | Единица измерения | Количество |        |        | Цена за ед., руб |        |        | Затраты на материалы, руб. |             |             |
|----------------|-------------------|------------|--------|--------|------------------|--------|--------|----------------------------|-------------|-------------|
|                |                   | Исп. 1     | Исп. 2 | Исп. 3 | Исп. 1           | Исп. 2 | Исп. 3 | Исп.1                      | Исп.2       | Исп.3       |
| Накопитель SSD | Шт.               | 1          | 1      | 1      | 8900             | 7600   | 5400   | 10680                      | 9120        | 6480        |
| <b>Итого</b>   |                   |            |        |        |                  |        |        | <b>10680</b>               | <b>9120</b> | <b>6480</b> |

Наиболее дорогими являются материальные ресурсы, используемые в первой версии реализации научно-технического исследования; наиболее дешевыми – в третьей версии реализации научно-технического исследования.

### 5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

В ходе выполнения НТИ использовалось имеющееся компьютерное оборудование, поэтому его стоимость учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений за 5 месяцев (таблица 16).

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

| Наименование             | Единица измерения | Количество |       |       | Цена за единицу, тыс.руб |       |       | Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), тыс.руб. |       |       |
|--------------------------|-------------------|------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|---|-------|-------|
|                          |                   | Исп.1      | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1                    | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1   | Исп.2 | Исп.3 |
| Амортизация Оборудования | шт.               | 1          | 1     | 1     | 16                       | 16    | 16    | 16  | 16    | 16    |
| <b>Итого</b>             |                   |            |       |       |                          |       |       | 16  | 16    | 16    |

### 5.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ и дополнительную заработную

плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (20 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дней;  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени, раб. дн (таблица 14).

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент (для Томска – 1,3).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 17.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы

| <b>Исполнители</b>     | <b><math>Z_{\text{тс}}</math>,<br/>руб</b> | <b><math>Z_m</math>,<br/>руб</b> | <b><math>Z_{\text{дн}}</math>,<br/>руб</b> | <b><math>T_p</math>,<br/>Дней</b> | <b><math>Z_{\text{осн}}</math>, руб</b> |
|------------------------|--|----------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| Руководитель<br>от ТПУ | 25.000                                     | 48.750                           | 2.210                                      | 30                                | 66.300                                  |
| <b>Итого</b>           | 66.300                                     |                                  |  |                                   |   |

#### 5.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители         | З <sub>осн</sub> , руб | З <sub>доп</sub> , руб |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| Руководитель от ТПУ | 66.300                 | 7.956                  |
| <b>Итого</b>        |                        | 7.956                  |

#### 5.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019г. водится пониженная ставка 28% (п. 6 ч. 1 ст. 58 Закона 212-ФЗ).

Расчет отчислений во внебюджетные фонды приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнители | З <sub>осн</sub> , руб | З <sub>доп</sub> , руб | З <sub>внеб</sub> , руб |
|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|

|                     |        |       |        |
|---------------------|--------|-------|--------|
| Руководитель от ТПУ | 66.300 | 7.956 | 20.792 |
| <b>Итого</b>        |        |       | 20.792 |

#### 5.3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \text{сумма статей} (1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

#### 5.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

По итогам расчётов, выполненных в предыдущих разделах, можно составить полный бюджет затрат на реализацию проекта (таблица 20). Так как затраты по соответствующим статьям для всех вариантов использования равны, в таблице приведены общие значения.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи   | Сумма, руб | Примечание  |
|---|------------|-------------|
| 1. Материальные затраты НИИ                                     | 78.000     | Пункт 3.4.1 |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных работ        | 16.000     | Пункт 3.4.2 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 66.300     | Пункт 3.4.3 |
| 4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 7.956      | Пункт 3.4.4 |
| 5. Отчисления во внебюджетные Фонды                             | 20.792     | Пункт 3.4.5 |

|                      |         |                       |
|----------------------|---------|-----------------------|
| 6. Накладные расходы | 30.248  | 16 % от суммы ст. 1-5 |
| 7. Бюджет затрат НИИ | 219.296 | Сумма ст. 1- 6        |

#### **5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Оценка целесообразности вариантов исполнения проекта выполняется с помощью интегрального показателя эффективности научного исследования, вычисляемой на основе финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат всех вариантов исполнения научного исследования.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 21. Критерии оцениваются по пятибалльной шкале.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исследования                      | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|--|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Критерии                                 |                               |       |       |       |
| 1. Повышение производительности труда    | 0,15                          | 5     | 5     | 5     |
| 2. Скорость работы                       | 0,12                          | 5     | 5     | 3     |
| 3. Удобство в эксплуатации               | 0,1                           | 5     | 4     | 3     |
| 4. Потребность в ресурсах Памяти         | 0,02                          | 5     | 5     | 5     |
| 5. Функциональная мощность               | 0,1                           | 4     | 5     | 5     |
| 6. Простота эксплуатации                 | 0,08                          | 5     | 4     | 4     |
| 7. Качество интеллектуального Интерфейса | 0,05                          | 5     | 5     | 5     |

|          |   |      |      |
|----------|---|------|------|
| $I_{pi}$ | 3 | 2,92 | 2,58 |
|----------|---|------|------|

Так как интегральные финансовые показатели одинаковы и равны 1, то интегральные показатели эффективности вариантов исполнения разработки равны соответствующим интегральным показателям ресурсоэффективности ( $I_{испi} = I_{pi}$ ).

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Результаты расчета сравнительной эффективности представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

| <b>№</b> | <b>Показатели</b>  | <b>Исп.1</b> | <b>Исп.2</b> | <b>Исп.3</b> |
|----------|--|--------------|--------------|--------------|
| 1        | Интегральный финансовый показатель<br>Разработки             | 1            | 1            | 1            |
| 2        | Интегральный показатель ресурсо-<br>эффективности разработки | 3            | 2,92         | 2,58         |
| 3        | Интегральный показатель эффективности                        | 3            | 2,92         | 2,58         |
| 4        | Сравнительная эффективность вариантов<br>Исполнения          | 1            | 0,973        | 0,86         |

Таким образом, можно сделать вывод, что самым эффективным исполнением с позиции ресурсоэффективности и финансовой эффективности является первое исполнение.

## **6. Социальная ответственность**

### **Введение**

В данной работе рассматривается проблема обработки и анализа многомерных данных, заданных в виде многомерных массивов. Современное развитие вычислительной техники и возможность реализации вычислений позволяют решать все более масштабные задачи численного моделирования. Итоговым решением многих задач служат многомерные массивы дискретных величин, выражающие зависимость искомой функции от определяющих параметров рассматриваемой задачи. Полученные таким образом многомерные результаты нуждаются в обработке и анализе.

Целью работы является реализация плагина Blender для представления многомерных данных, используя язык программирования Python. Графическое представление данных является важной составляющей анализа многомерных данных, необходимой для получения и дальнейшей обработки информации. Применение графики в практических работах увеличивает скорость передачи информации и повышает уровень ее понимания.

Исследование многомерных данных является ключевым разделом современной математической статистики, аналитической химии, экологических и географических исследований. Методы анализа многомерных данных используются в эконометрике при анализе финансовых и экономических показателей, в психометрии при анализе результатов психологических опросов, в биологии и медицине при обработке результатов наблюдений.

Разработка программы велась исключительно при помощи компьютера. В данном разделе будут рассмотрены вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению, непосредственно связанные с работой с ПК.

## 6.1 Производственная безопасность

В ходе трудовой деятельности на человека могут воздействовать опасные и вредные факторы.

Вредный производственный фактор — это производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию, например, опасность снижения зрения при недостаточном уровне освещения рабочего места [14].

Опасный производственный фактор — производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме, например, опасность падения нахождения рабочего места на высоте [14].

В таблице 23 представлены возможные вредные и опасные факторы при выполнении работ за ПЭВМ.

Таблица 23 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)   |   | Нормативные документы  |
|--|--|---|--|
|  | Вредные  | Опасные   |  |
| 1) Работа за ПЭВМ                          | 1) Отклонение Показателей Микроклимата (температуры и влажности воздуха)<br>2) Недостаточная Освещенность Рабочей зоны;<br>3) Монотонный режим работы. | 1) Опасность Поражения Электрическим током;<br>2) Опасность Возникновения пожара. | 1) СанПиН 2.2.4.548-96;<br>2) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;<br>3) СП 52.13330.2011;<br>4) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ;<br>5) СНиП 21-01-89 |

## **6.1.1 Вредные производственные факторы**

### **6.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата**

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей [15].

Сочетание неблагоприятных параметров микроклимата может вызвать резкое ухудшение самочувствия, снижение производительности, а также привести к заболеваниям. Причиной этого будет являться перегрев или переохлаждение.

Высокая температура воздуха может вызвать перегрев организма, что приводит к быстрой утомляемости работающего. Низкая температура воздуха может вызвать переохлаждение организма, что может привести к простудным заболеваниям.

Влажность воздуха оказывает влияние на терморегуляцию организма человека: низкая влажность может вызвать пересыхание слизистых оболочек работника, а высокая увеличивает теплопроводность воздуха, усиливает негативные факторы высокой и низкой температуры воздуха.

Подвижность воздуха также влияет на организм человека: способствует эффективной теплоотдаче при высоких температурах, а при низких может нанести вред.

Работа за ПЭВМ относится к категории Ia. К данной категории относятся работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением [15].

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают ощущение теплового комфорта в течении восьмичасового рабочего дня с незначительным напряжением механизмов терморегуляции. На таблице 24 приведены

оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 24 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений

| Период года | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная Влажность воздуха, % | Скорость Движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | 22 – 24                 | 21 – 25                      | 60 – 40                            | 0,1                            |
| Теплый      | 23 – 25                 | 22 – 26                      | 60 – 40                            | 0,1                            |

Допустимые микроклиматические условия в отличие от оптимальных могут привести к ощущению дискомфорта, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Они не вызывают нарушения состояния здоровья.

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

На таблице 25 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 25 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений

| Период года | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость Движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|             |                         |                              |                                    |                                |

|          |         |         |         |           |
|----------|---------|---------|---------|-----------|
| Холодный | 20 – 25 | 19 – 26 | 15 – 75 | 0,1       |
| Теплый   | 21 – 28 | 22 – 29 | 15 – 75 | 0,1 – 0,2 |

Поддержание оптимальных параметров микроклимата поддерживается за счет: центрального отопления, вентиляции, проветривания помещения, влажной уборки, искусственного кондиционирования, увлажнителя воздуха.

### 6.1.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с монитором. Низкий уровень освещенности рабочей зоны может привести к быстрому утомлению, головным болям, снижению остроты зрения и концентрации внимания, что может привести к ухудшению производительности труда.

В зависимости от источника света освещение подразделяется на естественное, искусственное и совмещенное. Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь совмещенное освещение.

В процессе разработки программных продуктов инженеру-программисту приходится различать объекты на мониторе. Данный вид работ относится к подразряду «Г» 3-го разряда зрительных работ (работы высокой точности).

Таблица 26 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ПЭВМ [16]

| Контраст объекта с фоном | Характеристика Фона   | Искусственное освещение                |     |     |
|--------------------------|-----------------------|--|-----|-----|
|                          |                       | Освещённость, лк                       |     |     |
|                          |                       | При системе комбинированного освещения |     |     |
| Всего                    | В том числе от общего |  |     |     |
| Средний, большой         | Светлый, средний      | 400                                    | 200 | 200 |

---

Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Коэффициент пульсации при работе с ПЭВМ не должен превышать 5%. Также следует ограничивать прямую блесккость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup> [17].

Для источников искусственного освещения следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ, а при устройстве отраженного освещения — и металлогалогенные лампы. В светильниках местного освещения допускается применять лампы накаливания. Для рассеивания естественного света на окнах должны быть установлены жалюзи (зановески, внешние козырьки и т.п.).

### **6.1.1.3 Монотонный режим работы**

Работа за компьютером подразумевает однообразное и многократное повторение одних и тех же действий, а также малую физическую активность.

Монотонный режим работы может привести к сонливости, невнимательности, чувству усталости и т.п.

Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А - работа по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом; группа Б - работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ПЭВМ, которые определяются: для группы А и Б по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ПЭВМ за рабочую смену[18].

Для предупреждения преждевременной усталости рекомендуется чередовать работу с ПЭВМ и без нее. Для повышения эффективности работы

устанавливается суммарное время регламентированных перерывов (таблица 27).

Таблица 27 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида категории трудовой деятельности с ПЭВМ [19]

| Категория работы с ПЭВМ | Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ |                             |             | Суммарное время Регламентированных перерывов, мин. |                      |
|-------------------------|--|-----------------------------|-------------|--|----------------------|
|                         | группа А, Количество Знаков                              | группа Б, количество знаков | группа В, ч | при 8-часовой смене                                | при 12-Часовой Смене |
| I                       | до 20 000  | до 15 000                   | до 2        | 50   | 80                   |
| II                      | до 40 000  | до 30 000                   | до 4        | 70   | 110                  |
| III                     | до 60 000  | до 40 000                   | до 6        | 90   | 140                  |

## 6.1.2. Опасные производственные факторы

### 6.1.2.1. Опасность поражения электрическим током

Работа с ЭВМ представляет собой работу с электрооборудованием, что может представлять опасность поражения электрическим током.

Электрический ток, который проходит через организм человека, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Что может привести к ожогам различных частей тела, изменению свойств органических жидкостей, и нарушению протекания в организме различных внутренних биоэлектрических процессов.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации электроустановок и вычислительной техники. Рабочие места с ПЭВМ не следует размещать

вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ [18].

Таблица 28 – Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека

| Род тока          | Напряжение прикосновения, В | Ток, мА |
|-------------------|-----------------------------|---------|
|                   | Не более                    |         |
| Переменный, 50 Гц | 2                           | 0,3     |
| Постоянный        | 8                           | 1       |

Напряжение прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены исходя из реакции ощущения.

Для оператора ПЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательны следующие меры предосторожности:

- Перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- При обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование [17].

#### **6.1.2.2 Опасность возникновения пожара**

Дым, огонь, пониженная концентрация кислорода, повышенная температура окружающей среды, токсические продукты горения – это опасные факторы пожара, которые представляют угрозу для жизни человека, пребывающего в зоне пожара. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97.

В помещениях с ЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за наличия большого количества электронных устройств.

Устранение причин возникновения пожаров достигается созданием пожаробезопасных технологических процессов; герметизацией, механизацией;

автоматизацией; рациональными системами вентиляции, освещения и отопления; применением защитных устройств; осуществлением контроля за состоянием оборудования, технологического и противопожарного режимов[19].

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения [20].

## **6.2 Экологическая безопасность**

Непосредственно разработанное программное обеспечение не наносит вреда окружающей среде, но если говорить о более глобальном воздействии, то средства его разработки и эксплуатации – персональный компьютер, может наносить вред окружающей среде.

Современные ПЭВМ производят практически без использования вредных веществ, опасных для человека и окружающей среды. Исключением являются аккумуляторные батареи компьютеров. В аккумуляторах содержатся тяжелые металлы, кислоты и щелочи, которые могут наносить ущерб окружающей среде, попадая в гидросферу и литосферу, если они были неправильно утилизированы. Для утилизации аккумуляторов необходимо обращаться в специальные организации, специализировано занимающиеся приемом, утилизацией и переработкой аккумуляторных батарей [21].

## **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Так как рабочее помещение оборудовано ПЭВМ, наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть при разработке или эксплуатации проектируемого решения – это ЧС техногенного характера, а именно пожар.

Персональные компьютеры являются наиболее защищенными от возгорания устройствами: им не страшны перепады в сети и внезапные отключения электроэнергии. Однако при нарушении определенных правил

использования, даже они могут вспыхнуть пламенем и нанести колоссальный ущерб имуществу и здоровью людей [22].

Возможные причины воспламенения компьютера:

- контакт ПК с водой;
- перегрузка компьютера;
- сломанный вентилятор системного блока.

Для предупреждения возгорания электроприбора необходимо:

- не перегружать электросеть;
- при ощущении специфического запаха горящего пластика, немедленно прекратить использование оборудования.

При возникновении огня, ни в коем случае нельзя гасить водой включенный электроприбор. Включенный электроприбор можно потушить накрыв его сухим одеялом или воспользоваться специальным огнетушителем (порошковым или углекислым).

Если огонь нельзя потушить самостоятельно и в помещении накопилось большое количество дыма, необходимо закрыть окна, выйти на улицу и немедленно вызвать пожарную охрану.

Меры по ликвидации последствий возгорания компьютера:

- демонтаж пострадавшего устройства и замена недееспособных компонентов (если техника еще подлежит ремонту);
- очистка компьютерного стола, пола, стен и потолка от следов гари;
- проведение отделочных работ на наиболее поврежденных участках помещения (после очень сильных пожаров);
- устранение запаха гари в помещении.

## **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Трудовые отношения между работниками и работодателями определяет трудовой кодекс РФ. В частности, он устанавливает права и обязанности обеих сторон, регулирует вопросы охраны труда, закрепляет правила оплаты и нормирования труда.

Вид трудовой деятельности на персональном компьютере в рамках данной работы соответствует группе В – творческая работа в режиме диалога с ПК, категория трудовой деятельности – III (до 6 часов непосредственной работы на ПК).

При 8-часовой рабочей смене и работе на ПК, соответствующей описанным выше критериям необходимо через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва устраивать регламентированные перерывы продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

Продолжительность рабочего дня не должна быть меньше указанного времени в договоре, но не больше 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

Возможно установление неполного рабочего дня для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени, без ограничений оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других прав.

Организация обязана предоставлять ежегодный отпуск продолжительностью 28 календарных дней. Дополнительные отпуска

предоставляются работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, работникам имеющими особый характер работы, работникам с ненормированным рабочим днем и работающим в условиях Крайнего Севера и приравненных к нему местностях [23].

#### **6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

К мероприятиям, относящимся к компоновке рабочей зоны, относятся работы по организации рабочего места пользователя, позволяющие наилучшим образом организовать деятельность работника, делая его работу максимально удобной и безопасной.

Требования к рабочему месту программиста:

- яркость дисплея должна иметь оптимальное значение;
- размеры символов на дисплее должны быть легко различимы;
- цветовые параметры дисплея не должны вызывать утомления глаз и головную боль;
- опоры для рук не должны причинять неудобства во время работы на клавиатуре;
- верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазами, нижний – примерно на  $20^\circ$  ниже уровня глаз;
- локтевой сустав нужно держать под углом  $90^\circ$ ;
- монитор должен иметь антибликовое покрытие [16].

Для снижения статических физических нагрузок надо использовать мебель, соответствующую санитарным нормам: рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также – расстоянию спинки от переднего края сиденья. Тип рабочего стула должен выбираться в зависимости от характера и продолжительности работы с ПЭВМ с учетом роста пользователя, необходимо соблюдать режим работы, правильную позу.

**Выводы по разделу**

Таким образом, можно сделать вывод, что использование данного плагина упрощает процедуру анализа многомерных данных, что может активно использоваться в различных сферах, таких как медицина, геология, географических и экологических исследованиях. Так же представленная работа не несет вреда для окружающей среды и жизни человека.

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены основные возможности и инструменты программы Blender 2.78с.

В результате выполнения работы был разработан плагин Blender 2.78с, позволяющий визуализировать многомерные данные. В разработанном дополнении многомерные данные берутся с сайта официальной библиотеки Blender. В дальнейшем существует возможность добавления источников данных, к примеру, из базы данных, либо из файла на компьютере. Так же может быть добавлена такая функция, как сортировка данных по определенным параметрам. Что позволит улучшить функциональность плагина и расширить его возможности.

## Список используемой литературы

1. Бондарев А.Е., Галактионов В.А., Михайлова Т.Н., Рыжова И.Г. Анализ многомерных данных в задачах многопараметрической оптимизации // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2012. № 35. 16 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-35>.
2. Зиновьев А. Ю., Визуализация многомерных данных, Красноярск, Изд. КГТУ, 2000. 180 с.
3. Википедия. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ирисы\\_Фишера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ирисы_Фишера)(дата обращения: 11.02.2019)
4. Многомерные данные [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://www.pm298.ru/shkala2.php> (дата обращения: 21.03.2019)
5. Феррейра Опасо Е.В. Обзор способов визуализации многомерных данных. – Тамбов: Грамота, 2014. № 7 (85). С. 141-146. ISSN 1993-5552.
6. Долинина О.Н., Каримов Р.Н. Методы обработки многомерных данных объектов числовой и нечисловой природы – 10 с. С 1-5.
7. 9 причин переходить на open-source[Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://habr.com/ru/post/240041/> (дата обращения: 14.04.2019)
8. Филиппов С.В. Программная платформа Blender как среда моделирования объектов и процессов естественно-научных дисциплин // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 230. 42 с. doi:10.20948/prepr-2018-230 с 5-11.
9. 3D редакторы, плюсы и минусы [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://habr.com/ru/post/136350/> (дата обращения: 11.04.2019)
10. Python [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://habr.com/ru/hub/python/> (дата обращения: 01.03.2019)
11. Blender Matlab [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LdaHYK8nydk> (дата обращения: 01.06.2019)

12. Chris Conlan The Blender Python API: Precision 3D Modeling and Add-on Development // Library of Congress Control Number: 2017944928. – 2017. – V. 150.
13. Системы координат в Blender [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://ru.howtodou.com/coordinate-systems-in-blender> (дата обращения: 01.06.2019)
14. Беляков Г. И. Охрана труда и техника безопасности: учебник для прикладного бакалавриата. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 404 с.
15. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрав России, 1997
16. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.— М.: Информационно-издательский центр Минздрав России, 2003.
18. Шибает Г. И., Гончарюк В. А., Полозков В. Т. Основы техники безопасности и противопожарной техники. М.: Недра, 1967. - 228 с.
19. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
20. СанПиН 2.1.7.1322-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.
21. Возгорание персональных компьютеров // Tiny. URL: <http://tinyhack.ru/vozgoranie-personalnyh-kompyuterov/> (дата обращения: 21.05.2019).

22. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015).

23. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой России, 1995.

## Приложение А

```
import ut

import csv

import urllib.request

url_str = 'http://blender.chrisconlan.com/iris.csv'

iris_csv = urllib.request.urlopen(url_str)

iris_ob = csv.reader(iris_csv.read().decode('utf-8').splitlines())

# Сохранить заголовок как список, а данные как список списков

iris_header = []

iris_data = []

for v in iris_ob:

    if not iris_header:

        iris_header = v

    else:

        v = [float(v[0]),

            float(v[1]),

            float(v[2]),

            float(v[3]),

            str(v[4])]

    iris_data.append(v)

# Визуализация 5 измерений

# Ирис щетинистый = сфера, разноцветный = куб, вергинский = конус
```

```
# Очистить сцену

delete_all ()

# Разместить данные
bpy.ops.mesh.primitive_plane_add()

for i in range(0, len(iris_data)):

    v = iris_data[i]

    if v[4] == 'setosa':

        create.sphere('setosa-' + str(i))

    if v[4] == 'versicolor':

        create.cube('versicolor-' + str(i))

    if v[4] == 'virginica':

        create.cone('virginica-' + str(i))

scale_factor = 0.2

act.scale((v[3] * scale_factor,) * 3)

act.location((v[0], v[1], v[2]))
```