

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки - 54.04.01 Дизайн  
 Отделение (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Инструмент эскизной проработки формы изделия при дизайн-проектировании

УДК 004.92:7.021.2:62-4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	к.х.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Н.А.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Серяков В.А.	к.т.н.		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С.В.	к.т.н.		

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
ОК-1	Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.
ОК-2	Готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную ответственность за принятые решения.
ОК-3	Готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
ОПК-2	Способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.
ОПК-3	Готовностью использовать на практике умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ.
ОПК-4	Способностью вести научную и профессиональную дискуссию.
ОПК-5	Готовностью проявлять творческую инициативу, брать на себя всю полноту профессиональной ответственности.
ОПК-6	Способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, непосредственно не связанных со сферой деятельности.
ОПК-8	Готовностью следить за предотвращением экологических нарушений.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК-1	Готовностью демонстрировать навыки научно-исследовательской деятельности (планирование научного исследования, сбор информации и ее обработки, фиксирования и обобщения полученных результатов), способностью представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных художественных средств редактирования и печати, а также владеть опытом публичных выступлений с научными докладами и сообщениями.
ПК-2	Способностью к определению целей, отбору содержания, организации образовательной деятельности, выбору образовательных технологий, оценке результатов, ориентированностью на разработку и внедрение инновационных форм обучения с помощью компьютерной техники, создание авторских программ и курсов.
ПК-3	Способностью к системному пониманию художественно-творческих задач проекта, выбору необходимых методов исследования и творческого исполнения, связанных с конкретным дизайнерским решением.

ПК-6	Готовностью демонстрировать наличие комплекса информационно-технологических знаний, владением приемами компьютерного мышления и способность к моделированию процессов, объектов и систем используя современные проектные технологии для решения профессиональных задач.
ПК-7	Готовностью к оценке технологичности проектно-конструкторских решений, проведению опытно-конструкторских работ и технологических процессов выполнения изделий, предметов, товаров, их промышленного производства.
ПК-8	Способностью организовать рабочие места, осуществлять профилактику производственного травматизма и профессиональных заболеваний.
ПК-9	Способностью организации работы творческого коллектива исполнителей, готовностью к принятию профессиональных и управленческих решений, определению порядка выполнения работ и поиску оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости.
ПК-11	Способностью к трансформации художественных идей, результатов научных исследований, внедрению их в практику и организации проведения художественно-творческих мероприятий.

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки - 54.03.01 Дизайн  
 Уровень образования - Магистратура  
 Отделение (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.03.2019	Научно-исследовательская часть	20
20.04.2019	Проектно-художественная часть	20
13.03.2019	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
28.04.2019	Раздел «Социальная ответственность»	10
14.05.2019	Апробация	10
18.05.2019	Раздел на иностранном языке	10
01.06.2019	Оформление графического материала	20
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В. А.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В. А.	к.т.н.		

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки - 54.04.01 Дизайн  
 Отделение (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Серяков В. А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
 на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич

Тема работы:

<b>ИНСТРУМЕНТ ЭСКИЗНОЙ ПРОРАБОТКИ ФОРМЫ ИЗДЕЛИЯ ПРИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1098/с от 12.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p>	<p><b>Цель научного исследования:</b> повысить эффективность работы дизайнера за счет увеличения количества эскизных решений на стадии генерации идей.</p> <p><b>Объект научного-исследования:</b> дизайн-проектирование.</p> <p><b>Предмет научного-исследования:</b> эскизный этап проработки формы изделия.</p>
--	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p><b>Основные пункты аналитического обзора:</b> анализ процесса дизайн-проектирования, анализ методов формообразования, анализ рынка потребителей, анализ процедурной генерации форм и объектов, анализ программирования на базе Autodesk 3ds Max.</p> <p><b>Основная задача исследования:</b> разработать эффективный метод формообразования для повышения эффективности работы дизайнера.</p> <p><b>Практический результат выполненной работы:</b> программа для цифровой процедурной генерации форм, апробация и применение результатов.</p> <p><b>Научная новизна:</b> разработка принципиально нового, автоматического, цифрового метода формообразования.</p>
<b>Перечень графического материала</b>	Два демонстрационных планшета формата А0, электронная презентация, видеоролик.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
1. Научно-исследовательская часть	Серяков В. А., доцент ОАР ИШИТР, к.т.н.
2. Проектная часть	Серяков В. А., доцент ОАР ИШИТР, к.т.н.
3. Разработка художественно-технического решения	Серяков В. А., доцент ОАР ИШИТР, к.т.н.
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е. В., доцент ОСГН ШБИП, к.ф.н.
5. Социальная ответственность	Атепаева Н. А. старший преподаватель ООД ШБИП.
6. Раздел на иностранном языке	Диденко А. В., доцент ОИЯ ШБИП, к.ф.н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
1. Научно-исследовательская часть	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В. А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОАиР</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость спецоборудование для научных работ. Норматив по оплате труда. Отчисления во внебюджетные фонды – 30% Стоимость затрат по статьям - 428837,68 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Предпроектный анализ	Потенциальные потребители результатов исследования. Анализ конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. SWOT анализ. Оценка готовности проекта к коммерциализации. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.
2. Инициация проектов	Цели и результаты проекта. Организационная структура проекта. Ограничения и допущения проекта.
3. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	План проекта. Бюджет научного исследования. Реестр рисков проекта.
4. Оценка сравнительной эффективности исследования	Определение экономической эффективности и ресурсоэффективности разрабатываемого проекта.

**Перечень графического материала:**

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. График проведения и бюджет НИИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОАиР</b>
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

Тема ВКР:

«Инструмент эскизной проработки формы изделия при дизайн-проектировании»	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Программа для генерации форм при дизайн-проектировании Рабочее место лаборанта. Дизайн-проектирование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)</li> <li>– СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 (с изменениями на 21 июня 2016 года)</li> <li>– ГОСТ 12.2.032-78</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Отклонение показателей микроклимата.</li> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> <li>– Повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– Превышение уровня шума.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– Утилизация и переработка устаревшего оборудования
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Стихийные явления</li> <li>– Наиболее типичная - пожар.</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Наталья Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич		



## Реферат

Диссертационная работа магистра содержит: 96 страниц, 28 рисунков, 20 таблиц, 90 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: дизайн-проектирование, процедурная генерация, программа, форма, 3d модель.

Объектом исследования являются методы формообразования на начальном этапе процесса дизайн-проектирования.

Цель работы - повысить эффективность работы дизайнера за счет увеличения количества эскизных решений на стадии генерации идей.

В процессе исследования проводились: анализ процесса дизайн-проектирования и формообразования; анализ эстетики формы, стиля и эргономики; анализ и разработка художественно-технического решения; анализ ресурсоэффективности и целесообразности проекта; анализ правовых и организационных вопросов, а также безопасность.

В результате проведенной работы был получен цифровой метод процедурной генерации, который позволяет увеличить продуктивность дизайнера.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word и представлена на диске DVD (в конверте на обороте обложки).

## Содержание

Введение.....	12
1 Научно-исследовательская часть.....	13
1.1 Алгоритм процесса дизайн-проектирования .....	13
1.2 Аналитический обзор методов формообразования.....	15
1.2.1 Клаузура.....	15
1.2.2 3D моделирование .....	16
1.2.3 Макетирование.....	17
1.3 Анализ рынка потребителей .....	18
1.4 Процедурная генерация форм и объектов.....	20
1.5 Программирование на базе Autodesk 3ds Max.....	21
1.6 Существующие средства процедурной генерации объектов .....	23
1.6.1 Rock Generator .....	23
1.6.2 Spline Fibers .....	24
1.6.3 Debris Maker .....	25
1.7 Анализ технических решений.....	26
2 Проектная часть.....	28
2.1 Эстетика формы и стиля.....	28
2.2 Эргономика и антропометрия.....	31
2.3 Входные данные .....	32
2.4 Алгоритм построения .....	33
3 Разработка художественно-технического решения.....	35
3.1 Интерфейс взаимодействия .....	35
3.2 Функциональность .....	36
3.3 Апробация и сравнение с существующими методами формообразования .....	38
3.4 Результаты, полученные с использованием программы .....	40
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 43	43
4.1 Предпроектный анализ .....	43
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	43
4.1.2 Анализ конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	43
4.1.3 SWOT анализ.....	45

4.1.4	Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	46
4.1.5	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования .....	48
4.2	Инициация проекта .....	48
4.2.1	Цели и результаты проекта .....	48
4.2.2	Организационная структура проекта .....	49
4.2.3	Ограничения и допущения проекта .....	50
4.2.4	План проекта .....	50
4.3	Бюджет научного исследования .....	51
4.3.1	Специальное оборудование для научных работ .....	51
4.3.2	Основная заработная плата .....	52
4.3.3	Отчисления на социальные нужды .....	53
4.3.4	Расчет затрат на электроэнергию .....	54
4.4	Реестр рисков проекта .....	55
4.5	Оценка сравнительной эффективности исследования .....	56
4.6	Вывод по разделу .....	58
5	Социальная ответственность .....	59
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	59
5.1.1	Требования к оборудованию рабочих мест .....	59
5.1.2	Общие требования к технике безопасности при работе с ПЭВМ .....	61
5.2	Производственная безопасность .....	62
5.2.1	Анализ и снижение уровней воздействия опасных и вредных производственных факторов .....	62
5.3	Экологическая безопасность .....	67
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	68
5.5	Выводы по разделу .....	70
	Заключение .....	71
	Список публикаций .....	72
	Список использованных источников .....	73
	Приложение А Раздел магистерской диссертации на иностранном языке .....	83
	Приложение Б Планшеты с графическим представлением материала .....	95

## **Введение**

Формообразование - процесс создания формы в деятельности художника, архитектора, а также и дизайнера в соответствии с общими ценностными установками культуры и теми или иными требованиями, имеющими отношение к эстетической выразительности будущего объекта, его функции, конструкции и используемых материалов [1].

Формообразование в дизайн-проектировании включает пространственную организацию элементов изделия (комплекса, среды), определяемую его структурой, компоновкой, технологией производства, а также эстетической концепцией дизайнера. Оно является решающей стадией дизайнерского творчества; в его процессе закрепляются как функциональные характеристики объекта проектирования, так и его художественно-образное решение [2].

В качестве существующих методов формообразования были взяты методы из опыта использования автором.

### **Цель**

Повысить эффективность работы дизайнера за счет увеличения количества эскизных решений на стадии генерации идей.

### **Задачи**

1. Проанализировать все положительные и отрицательные стороны методов дизайн-проектирования на эскизном этапе проработки.
2. Предложить свое средство эскизной проработки изделия.
3. Провести анализ эффективности старых методов и предложенного.

## **1 Научно-исследовательская часть**

### **1.1 Алгоритм процесса дизайн-проектирования**

Главными признаками проектирования сложных задач являются неопределенность и многовариантность. С каждым пройденным этапом проектирования уменьшается неопределенность и количество вариантов решения задачи [3]. Для их решения характерными принципами являются последовательность и итерационность. Эти принципы позволяют строго следовать этапам проектирования и корректировать решение в процессе разработки, основываясь на предыдущих этапах [4].

Основными этапами дизайн-проектирования являются:

- а) Техническое задание
- б) Техническое предложение
- в) Эскизный проект
- г) Технический проект
- д) Разработка рабочей документации

Главный рассматриваемый этап данной работы – эскизный проект. Именно на этом этапе проходит поиск, быстрая фиксация в результате анализа идеи. Условно этап можно разделить на две части, отличающиеся завершенностью идеи – это набросок и демонстрационный рисунок [5].

Набросок служит началом поиска идеи, без обработки деталей, только обобщенное, условное и лаконичное изображение. Главное – это легкость и быстрота изображения (рисунок 1) [6].



Рисунок 1 – набросок концепта верхней одежды

Демонстрационный рисунок предназначен для представления завершенной формы, где принимается во внимание композиция, четкость линий и презентабельность идеи [7].

Однако рассматриваемый этап не является единственным способом выполнения поставленной задачи – поиск и фиксация идеи. В нынешнее время высоких технологий и доступности для каждого существуют разные способы быстрой фиксации идеи, в зависимости от предпочтений человека. Набросок можно выполнить не только карандашом на бумаге. Профессиональные дизайнеры в разных областях вывели для себя различные способы быстрого фиксирования идей. Будь то быстрое моделирование с основными габаритами промышленного объекта или скульптурная лепка из глины с постепенным отсечением лишнего, даже цифровой лепкой на цифровой глине в нынешнее время, практически, никого не удивишь.

## 1.2 Аналитический обзор методов формообразования

### 1.2.1 Клазура

Клазура – это формат представления визуальных образов, концептуализации поставленной задачи. Используется в учебных заведениях творческих направлений, такие как архитектура и дизайн, и направлена на подтверждение практических навыков и, по большей части, на развитие творческого мышления [8, 9]. Результатом клазуры является какая-либо форма графического представления, демонстрирующая концептуальную идею (рисунок 2).

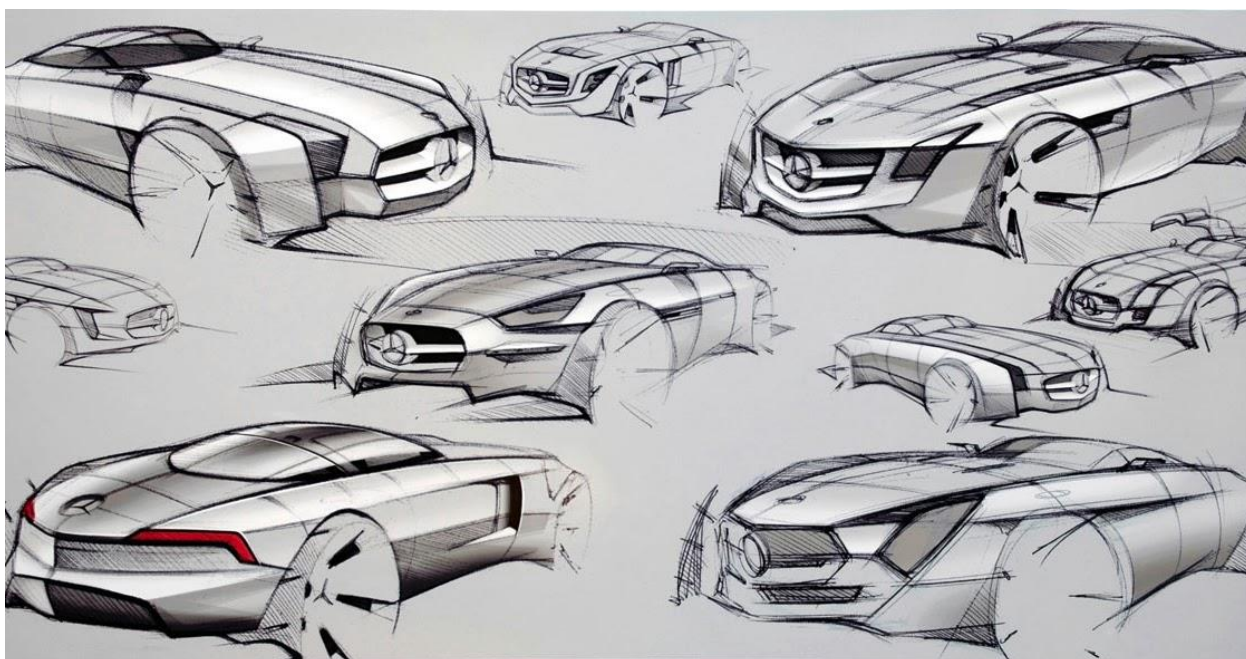


Рисунок 2 – Клазура корпуса автомобиля

Клазура концентрирует энергию студента, пробуждает его творческую работу фантазии за короткий промежуток времени. В ней присутствуют моменты неоднозначности выбора, неполноты знания и неосознанных мотивов. Разработка клазуры не гарантирует полноценного концептуального решения, но в этом и есть особенность эвристических приемов: с их помощью не всегда приходят к конечному результату.

Основные достоинства данного метода заключаются в его ресурсоэффективности. Клаузура выполняется за короткий промежуток времени и с минимальными материальными затратами, в основном на бумаге с помощью любых графических средств (карандаш, маркер и т.п).

Главный недостаток клаузуры – ее незаконченность. Метод позволяет получить на бумаге первое представление о форме и не позволяет с ней взаимодействовать, редактировать или продолжить с ней работу дальше.

### **1.2.2 3D моделирование**

Учитывая развитие современных технологий, в том числе и технологий проектирования, можно ожидать, что в недалеком будущем плоские изображения уже не будут играть никакой роли в качестве носителей информации.

Основной веткой развития текущего дизайн-проектирования является программное обеспечение для 3D моделирование и обработки на станках с ЧПУ. 3D моделирование – это процесс разработки визуального объёмного образа желаемого объекта (рисунок 3) [10].

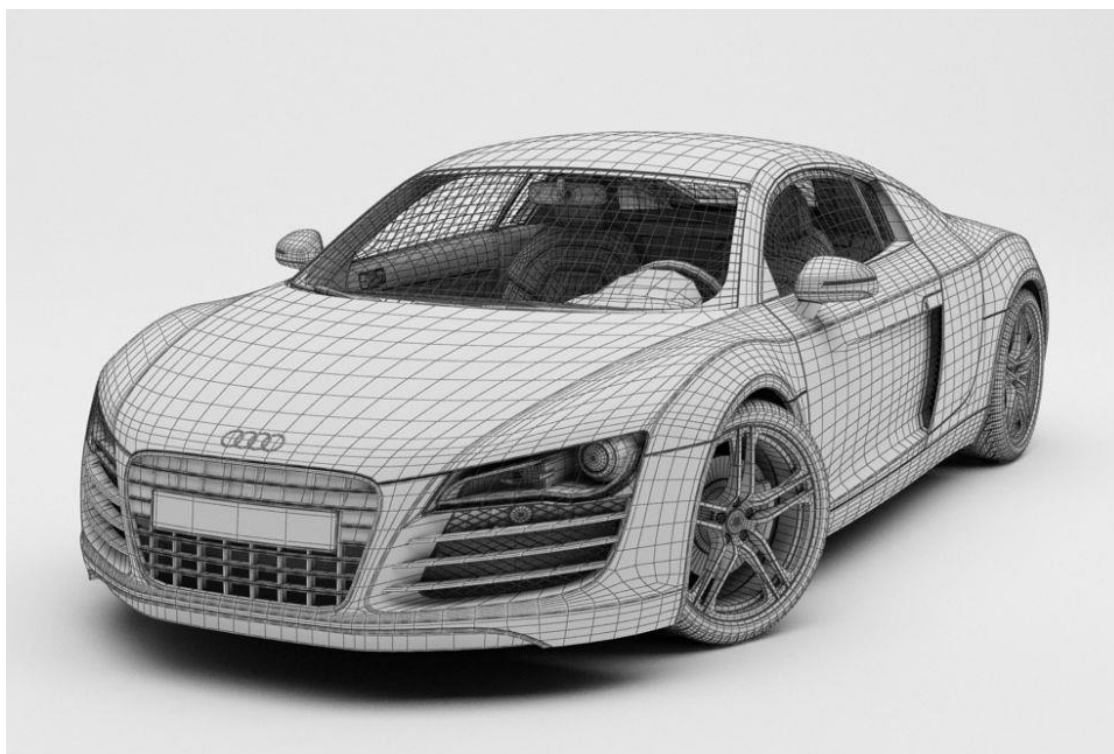


Рисунок 3 – 3D модель автомобиля



Данный метод предоставляет для пользователя большой спектр возможностей по созданию, редактированию и воплощению виртуальной модели [11]. 3D моделирование, по мнению некоторого числа заинтересованных людей, является вторым этапом по воплощению идеи, первым из которых является эскизирование (клаузура).

Главная особенность 3D моделирования – это возможности. Данный метод позволяет получить практически конечную форму и реализовать ее в любом удобном русле. Анимация, виртуальная реальность, компьютерные игры, 3D печать и обработка на станках с ЧПУ, - возможности по воплощению идеи форм огромны [12].

Недостаток 3D моделирования заключается в его ресурсозатратности. Для воплощения идеи пользователю понадобятся хорошие навыки в знании программного обеспечения для моделирования, компьютер и большое количество времени для самого процесса моделирования, ведь этот процесс довольно емкий и медитативный.

### **1.2.3 Макетирование**

Макетирование – это создание в объеме разрабатываемого изделия на одной из стадий проектирования [13]. Но, как следует из предыдущих методов поиска формы, данный метод может быть начальным и использоваться без участия сторонних, таких как клаузура и 3D моделирование. Возможность использования зависит от навыков и предпочтений самого дизайнера. Различают объёмное эскизирование и поисковое макетирование.

Объёмное эскизирование – исходя из названия, тип макетирования, при котором происходит начальный поиск необходимой формы, набросок для дальнейшей работы.

Поисковое макетирование – макетирование, при котором ведется работа над цельным образом формы, решаются композиционные, эксплуатационные и конструктивные вопросы [14] (рисунок 4).



Рисунок 4 – Глиняное макетирование автомобиля Mercedes

Основная особенность макетирования – это его наглядность и завершенность. Это практически завершающий этап дизайн-проекта, когда идет проверка компоновочных и эстетических решений [15]. Макет – это практически финальная модель, на которой можно протестировать материалы, физические свойства и эргономику формы, а также использовать в качестве прототипа, эталона с необходимым функционалом перед выпуском в производство.

Существенный минус данного метода формообразования – большая ресурсозатратность. Метод требует значительное количество материала для создания модели скульптуры, большое организованное рабочее место с инструментами, отличные навыки и опыт в объемном моделировании (создании макетов и скульптур).

### **1.3 Анализ рынка потребителей**

Функциональность — набор возможностей, которые предоставляет данная система или устройство. Приборы и аппараты обычно получают своё название по набору функций, которую имеют. [16, 17].

С точки зрения потребителя [18], функциональность программы – это параметры, с помощью которых можно получить нужный результат. Большое количество этих параметров позволяет расширить возможности программы и на более тонком уровне настроить необходимый результат. Но всегда ли большое количество функций одинаково полезно (рисунок 5).

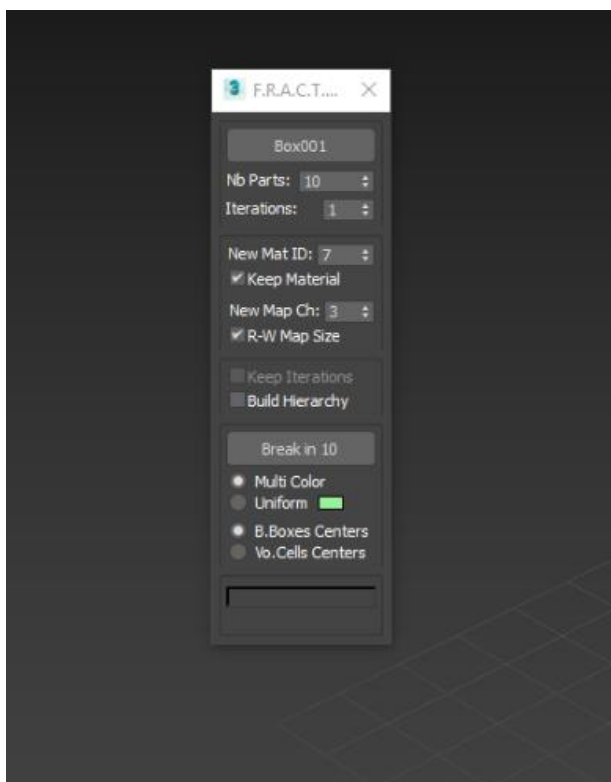


Рисунок 5 – Интерфейс программы Fracture Voronoi

Если разделить потребителей на две категории, профессионалов и обычных пользователей, станет ясно, что профессионал своего дела сможет использовать весь нужный функционал программы для достижения желаемого результата, в то время как обычный пользователь будет использовать меньшую его часть, знакомую ему.

Для охвата большего числа потребителей нужно сбалансировать сложность и обширность функциональности программы с ее простотой для того, чтобы любой пользователь мог оперировать максимально возможным количеством функций программы без потери качества выполнения поставленной задачи.

Исходя из поставленной задачи, продукт будет рассчитан на дизайнеров. В данном контексте определение «дизайнер» имеет собирательный характер, не уточняющий конкретную сферу, то есть это может быть любой человек, который творит, создает какой-либо продукт.

#### **1.4 Процедурная генерация форм и объектов**

Процедурная генерация – это процесс создания чего-либо посредством математических алгоритмов с ограниченным вовлечением пользователя [19, 20]. Этот процесс позволяет получить результат максимально быстро, насколько это может позволить алгоритм и вычислительная мощность устройства, на котором выполняют процесс, что позволяет значительно экономить время и увеличить уникальность каждой генерации по сравнению с ручным способом создания контента.

Качество и тип выполняемой генерации зависит исключительно от входных данных, которые будут заложены в основу алгоритма. Иными словами, можно создать алгоритм, который будет строить помещение и заполнять его заранее смоделированными объектами, где входными данными будут размеры помещения, а также объекты для наполнения, тем самым, меняя размеры, комната будет получаться всегда разная как по размерам, так и по наполнению (рисунок 6).

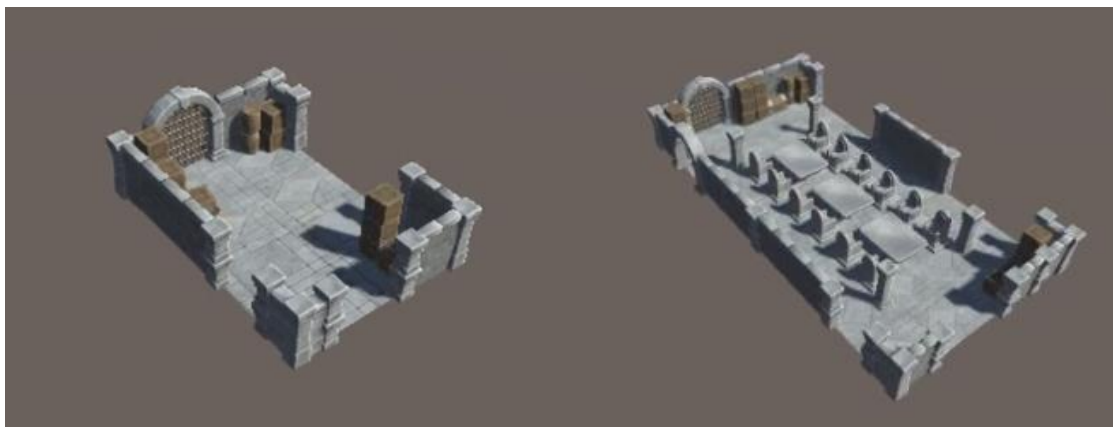


Рисунок 6 – Процедурно сгенерированная комната

Алгоритм процедурной генерации можно применить и в построение модели. Например, используя сочетания черно-белых шумовых карт для выдавливания поверхности и сглаживания, можно создать метеорит, входными данными к которому могут быть его размеры (рисунок 7). Каждую генерацию он будет абсолютно разным, так как строится на процедурных картах, которые создаются в процессе выполнения алгоритма.

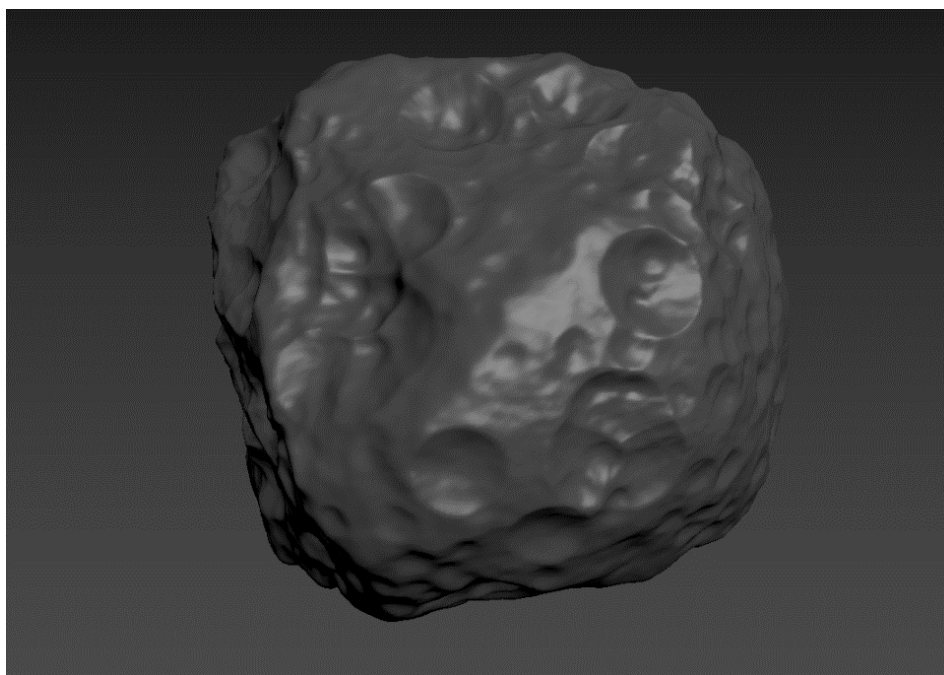


Рисунок 7 – Процедурно сгенерированный метеорит

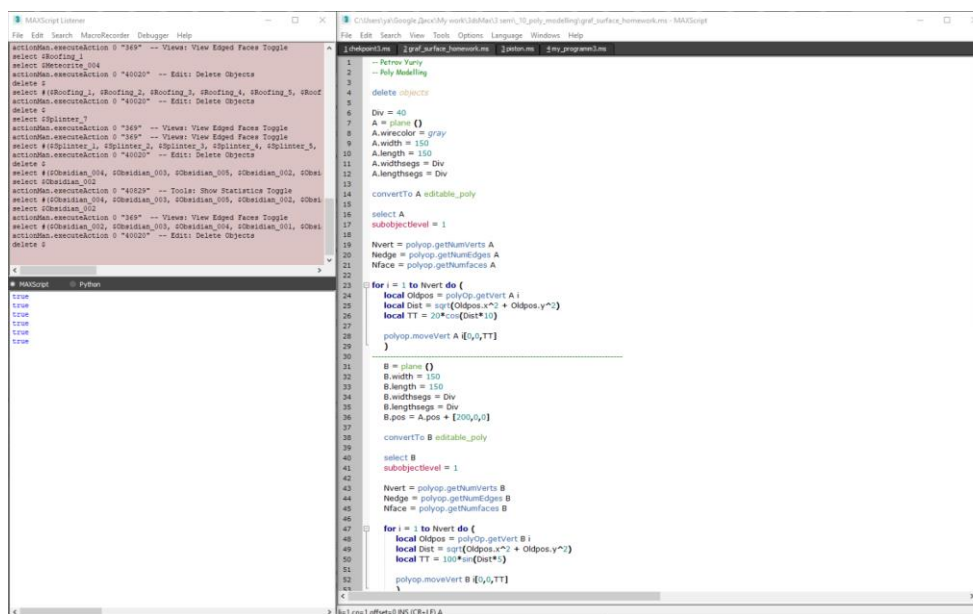
Алгоритм процедурного выполнения – это, практически, пошаговое выполнение действий, которое приводит к результату, как если бы его делал человек [21]. Художник потратит четыре часа времени и нарисует две разные картины с одного натюрморта. Процедурный алгоритм повторит всего его действия за одну секунду и получит 14400 вариантов картины, где рамки вариативности определяются разработчиком алгоритма.

### **1.5 Программирование на базе Autodesk 3ds Max**

Autodesk 3ds Max – профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр и проектировании [22].

Данный программный пакет является основой, на базе которого преподается моделирование, визуализация, анимация, а также написание скриптов на специальности «Дизайн» Томского политехнического университета. Является одной из самых популярных программ среди дизайнеров, предоставляющей широкий спектр возможностей по моделированию и визуализации для достижения поставленной задачи. Именно на базе этой программы будет производиться дальнейшее исследование и разработка.

MAXScript – встроенный скриптовый язык программы для 3D моделирования, анимации и визуализации – Autodesk 3ds Max. Средства MAXScript позволяют взаимодействовать со сценой 3ds Max и автоматически управлять действиями или операциями из сценария посредством операторов [23]. Для этого операции записываются в форме текста (сценария), а 3ds Max интерпретирует сценарий и выполняет последовательность операций (рисунок 8).



```
MAXScript Listener
File Edit Search MacroRecorder Debugger Help
actionMan.executeAction 0 "7469" -- View: View Edged Faces Toggle
select #Roofing_1
select #Roofing_001
actionMan.executeAction 0 "40020" -- Edit: Delete Objects
delete #
select #Roofing_1, #Roofing_2, #Roofing_3, #Roofing_4, #Roofing_5, #Roof
actionMan.executeAction 0 "40020" -- Edit: Delete Objects
delete #
select #Spline1_1
actionMan.executeAction 0 "7469" -- View: View Edged Faces Toggle
actionMan.executeAction 0 "7469" -- View: View Edged Faces Toggle
select #Spline1_2, #Spline1_3, #Spline1_4, #Spline1_5
actionMan.executeAction 0 "40020" -- Edit: Delete Objects
delete #
select #Sbeidian_004, #Sbeidian_005, #Sbeidian_006, #Sbeidian_002, #Sbe
actionMan.executeAction 0 "40020" -- Tools: Show Statistics Toggle
select #Sbeidian_004, #Sbeidian_005, #Sbeidian_006, #Sbeidian_002, #Sbe
select #Sbeidian_002
actionMan.executeAction 0 "7469" -- View: View Edged Faces Toggle
select #Sbeidian_002, #Sbeidian_003, #Sbeidian_004, #Sbeidian_001, #Sbe
actionMan.executeAction 0 "40020" -- Edit: Delete Objects
delete #

MAXScript Python
true
true
true
true
true

C:\Users\jg\Documents\3dsMax\work\3dsMax13\scn_10_poly_modeling\graf_surface_hemmesk.ms - MAXScript
File Edit Search View Tools Options Language Windows Help
1 -- Name View
2 -- Poly Modeling
3
4 delete objects
5
6 Div = 40
7 A = plane ()
8 A.wirecolor = gray
9 A.width = 150
10 A.length = 150
11 A.widthSegs = Div
12 A.lengthSegs = Div
13
14 convertTo A editable_poly
15
16 select A
17 subObjectLevel = 1
18
19 Nvert = polyop.getNumVerts A
20 Nedge = polyop.getNumEdges A
21 Nface = polyop.getNumFaces A
22
23 for i = 1 to Nvert do {
24 local OldPos = polyOp.getVert A i
25 local Dist = sqrt((OldPos.x^2 + OldPos.y^2))
26 local TT = 20*atan(Dist*10)
27 polyop.moveVert A [0,0,TT]
28 }
29
30 B = plane ()
31 B.width = 150
32 B.length = 150
33 B.widthSegs = Div
34 B.lengthSegs = Div
35 B.pos = A.pos + [200,0,0]
36
37 convertTo B editable_poly
38
39 select B
40 subObjectLevel = 1
41
42 Nvert = polyop.getNumVerts B
43 Nedge = polyop.getNumEdges B
44 Nface = polyop.getNumFaces B
45
46 for i = 1 to Nvert do {
47 local OldPos = polyOp.getVert B i
48 local Dist = sqrt((OldPos.x^2 + OldPos.y^2))
49 local TT = 100*atan(Dist*1)
50 polyop.moveVert B [0,0,TT]
51 }
52
53
```

Рисунок 8 – редактор кода MAXScript

Такие текстовые сценарии можно сохранить и повторно использовать в любой момент. MAXScript охватывает практически все свойства 3ds Max.

Научиться писать сценарии на определенном уровне может каждый, однако сложность сценариев в конечном итоге зависит от трех следующих факторов.

а) Практика. Постоянная работа с MAXScript и изучение сценариев.

б) Математическая подготовка. Для написания сценариев очень важно знать основы математики, и особенно – тригонометрии.

в) Опыт программирования. Для создания сценариев полезно иметь некоторый опыт программирования.

Самым лучшим источником информации, необходимой для работы с MAXScript, служит руководство пользователю по MAXScript, которое составлено в виде оперативной справки, входящей в состав 3ds Max [24].

## **1.6 Существующие средства процедурной генерации объектов**

Генерация с помощью алгоритмов позволяет экономить время и ресурсы, передав часть работы компьютеру, что особенно важно для выполнения работы в срок или повышения разнообразия контента в разы.

Существует большое количество пользователей программных пакетов, которые пытаются облегчить и автоматизировать сложную или рутинную работу, создавая специальные дополнения (скрипты или плагины) для выполнения таких задач.

### **1.6.1 Rock Generator**

Автор: Alessandro Ardolino. Дата публикации: 06.08.2010.

Программа автора позволяет процедурно генерировать скалы и камни для последующего использования и визуализации (рисунок 9) [25].

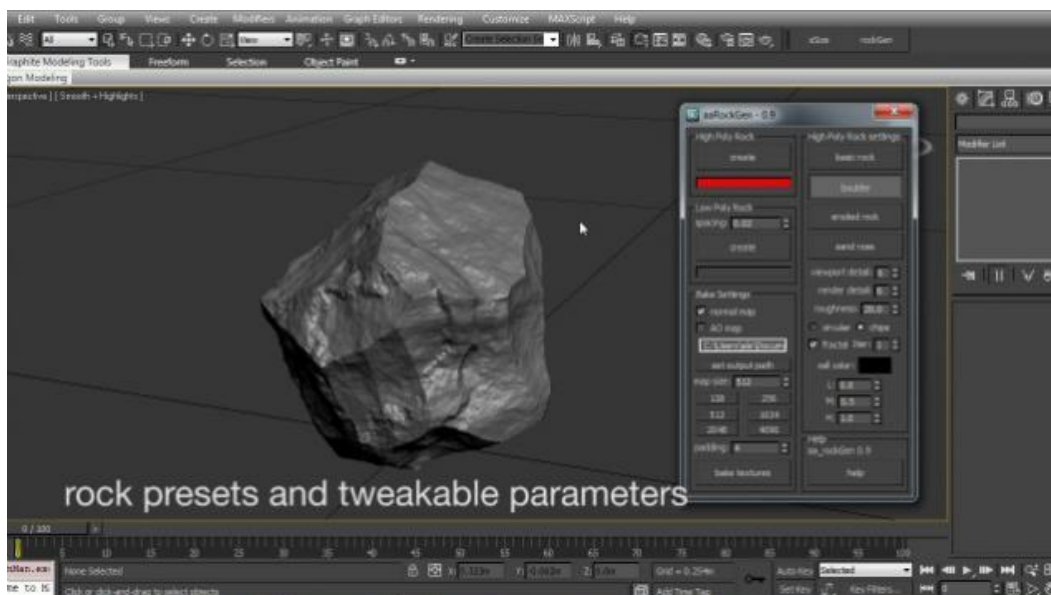


Рисунок 9 – Процедурная генерация скалы в Rock Generator

Возможности программы:

- а) предустановленные настройки разных форм;
- б) настраиваемые параметры;
- в) автоматическое создание низкополигональной сетки с запеканием координат [26];
- г) создание карт нормалей и затенения.

Особенность данной программы состоит в том, что она узкоспециализирована и предназначена только для генерации скал. Качество конечной модели довольно высоко и может быть использована в кино, также программа может делать низкополигональную сетку и запекать высокополигональную, что позволяет использовать ее и в разработке игр. Пользователями продукта могут выступать как CGI-художники [27], использующие полученную геометрию для воссоздания натуральных структур с последующим рендером, так и геймдизайнеры, использующие низкополигональную сетку с запеченными картами для вставки модели в игровой движок.

### 1.6.2 Spline Fibers

Автор: Vladislav Bodyul. Дата публикации: 20.04.2014.



Программа позволяет создавать сложные сплайновые конструкции вокруг обозначенной кривой (рисунок 10) [28].

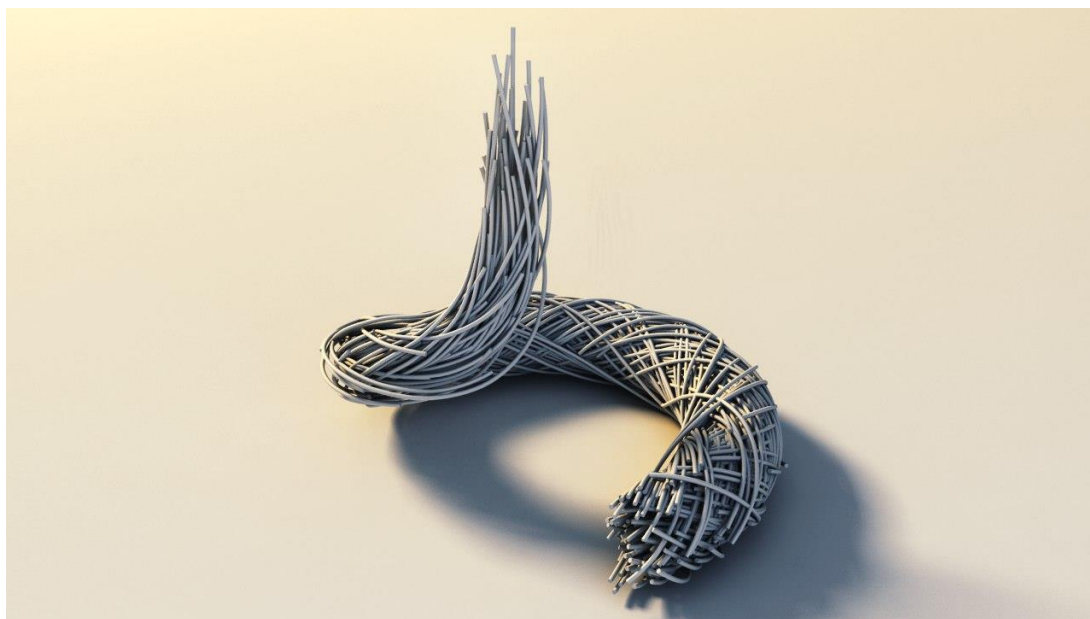


Рисунок 10 – Процедурная генерация фигуры из сплайнов в Spline Fibers

Возможности программы:

- а) настраиваемые параметры фигуры;
- б) возможность добавления материалов и групп перед генерацией непосредственно в программе.

Данная программа позволит получить исключительно сплайновую конструкцию. Использовать скрипт могут CGI-художники, использующие полученную геометрию для воссоздания sci-fi или пост апокалиптических структур с последующим рендером.

### **1.6.3 Debris Maker**

Автор: Aaron Dabelow. Дата публикации: 27.07.2014.

Программа позволяет создавать большое количество различных структур, такие как: камни, кирпичи, металлические листы, трава, гравий, листья, доски и многое другое (рисунок 11) [29].

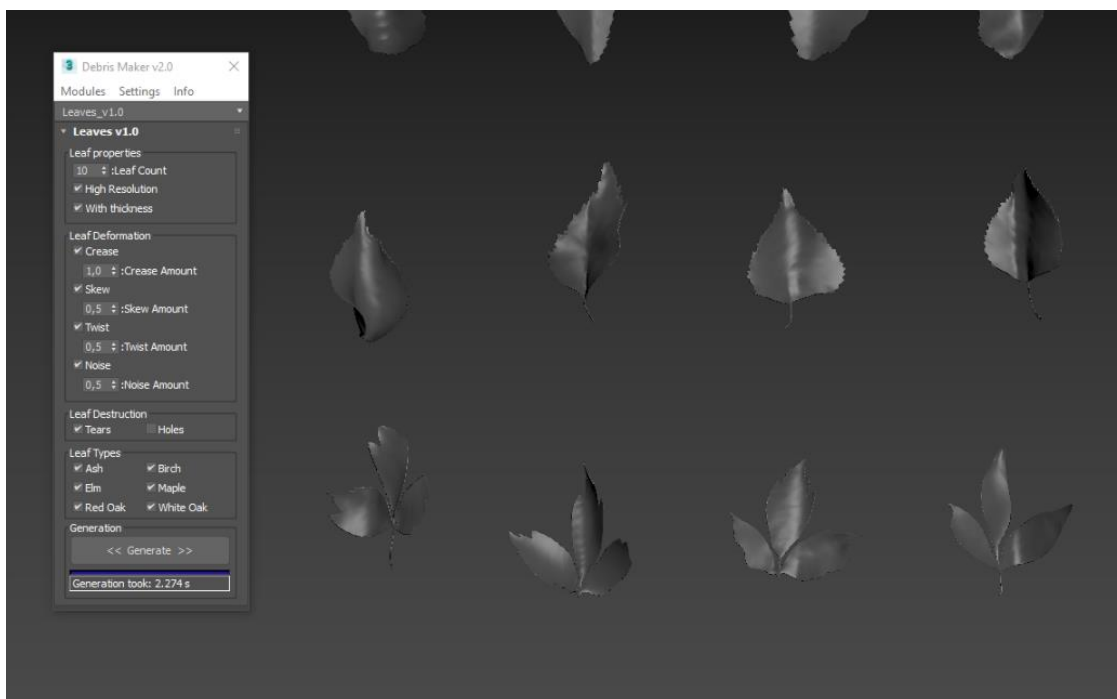


Рисунок 11 – Процедурная генерация листьев в Debris Maker

Возможности программы:

- а) большое количество генерируемых объектов;
- б) настраиваемые параметры качества

Данный плагин пригодится как CGI-художникам, использующим полученную геометрию для воссоздания натуралистичных структур с последующим рендером, так и геймдизайнерам, которые смогут использовать низкополигональные объекты в своих разработках.

### 1.7 Анализ технических решений

Все рассматриваемые программы являются качественными решениями для получения необходимых объектов. Ввиду большой функциональности и продуманных алгоритмов, результат в большинстве случаев выполняет поставленную задачу, с детализированной сеткой и подстроенным под предпочтения пользователей. Это позволяет использовать данные методы генерации объектов CGI-художникам для экономии времени на моделировании и направления сил на более важные задачи.

Однако, данные программы создают уже существующие, реалистичные объекты, что исключает концептуальное моделирование и цифровое воплощение идей. С точки зрения поставленной задачи – концептуального моделирования, поиска формы, которой не существует в мире или воображении, эти программы не подойдут.

## 2 Проектная часть

### 2.1 Эстетика формы и стиля

Эстетическая ценность предмета зависит не только от его естественных качеств, но и от тех общественных обстоятельств, в которые он включен. Если бы эстетические свойства предметов были просто тождественны цветовым, не было бы необходимости в употреблении термина «эстетическое свойство». Отождествлять эстетическое свойство золота с блеском – значит, вопреки пословице, считать золотом все, что блестит [30, 31].

Одним из главных «природных» свойств, которое делает мир вокруг нас таким интересным и продолжает радовать глаз, это – золотое сечение (рисунок 12). С тех пор, как это соотношение было открыто, многие художники и архитекторы применяли его в своих работах. Это «универсальная» пропорция, которая заставляет мозг людей воспринимать ее как что-то логичное, гармоничное.



Рисунок 12 – Золотое сечение или спираль в природе.

Это стремление находит осуществление в основном в двух вариантах – рост вверх или расстилание по поверхности земли и закручивание по спирали.

Всё, что приобретало какую-то форму, образовывалось, росло, стремилось занять место в пространстве и сохранить себя. Это стремление находит осуществление в основном в двух вариантах – рост вверх или расстилание по поверхности земли и закручивание по спирали.

Раковина закручена по спирали. Если её развернуть, то получается длина, немного уступающая длине змеи. Небольшая десятисантиметровая раковина имеет спираль длиной 35 см. Спирали очень распространены в природе. Представление о золотом сечении будет неполным, если не сказать о спирали (рисунок 13).

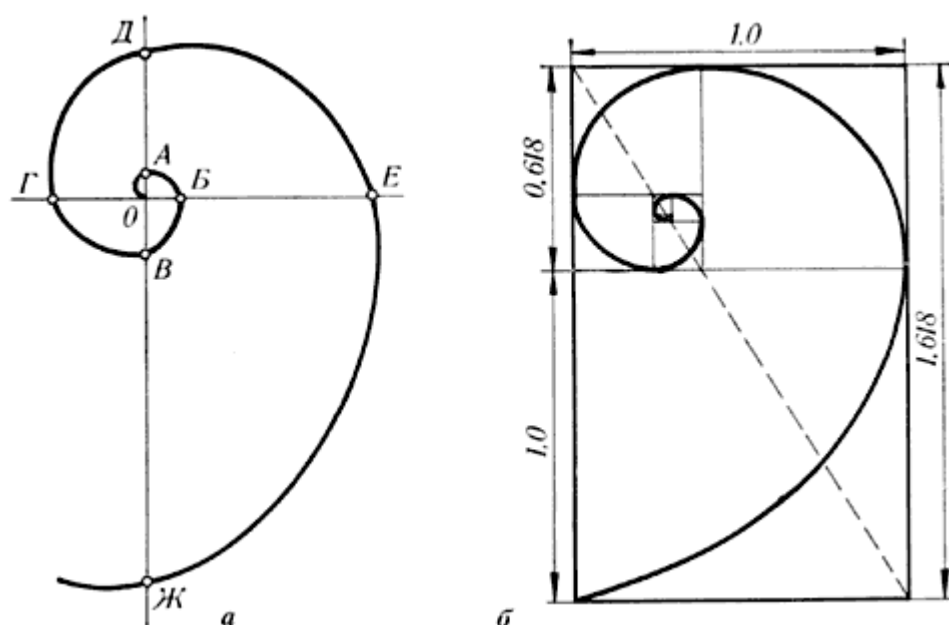


Рисунок 13 – Спираль Архимеда

Форма спирально завитой раковины привлекла внимание Архимеда. Он изучал её и вывел уравнение спирали. Спираль, вычерченная по этому уравнению, называется его именем. Увеличение её шага всегда равномерно. В настоящее время спираль Архимеда широко применяется в технике.

Ещё Гёте подчёркивал тенденцию природы к спиральности. Винтообразное и спиралевидное расположение листьев на ветках деревьев подметили давно. Спираль увидели в расположении семян подсолнечника, в шишках сосны, ананасах, кактусах и т.д. Совместная работа ботаников и математиков пролила свет на эти удивительные явления природы.

Выяснилось, что в расположении листьев на ветке (филлотаксис) (рисунок 14), семян подсолнечника, шишек сосны проявляет себя ряд Фибоначчи [32], а стало быть, проявляет себя закон золотого сечения.

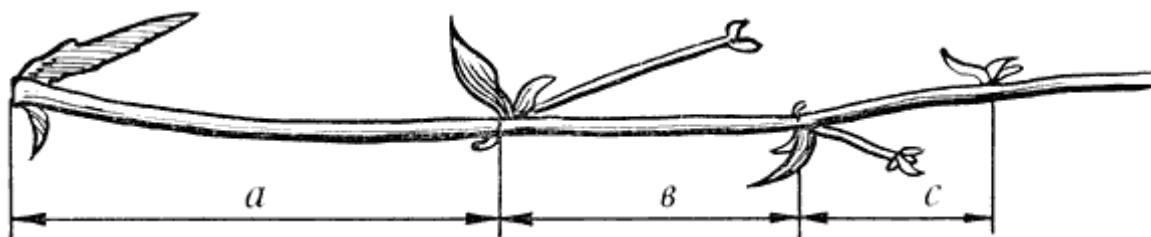


Рисунок 14 – Стебель цикория

Паук плетёт паутину спиралеобразно. Спиралью закручивается ураган. Испуганное стадо северных оленей разбегается по спирали. Молекула ДНК закручена двойной спиралью. Гёте называл спираль «кривой жизни» [33].

В дизайне автомобиля корпус, выполненный на основе золотого сечения (рисунок 15), сочетается с конструктивными особенностями колесной базы автомобиля и эргономически рассчитанными элементами, взаимодействующими с человеком, будь то дверная ручка, сидение или руль автомобиля.

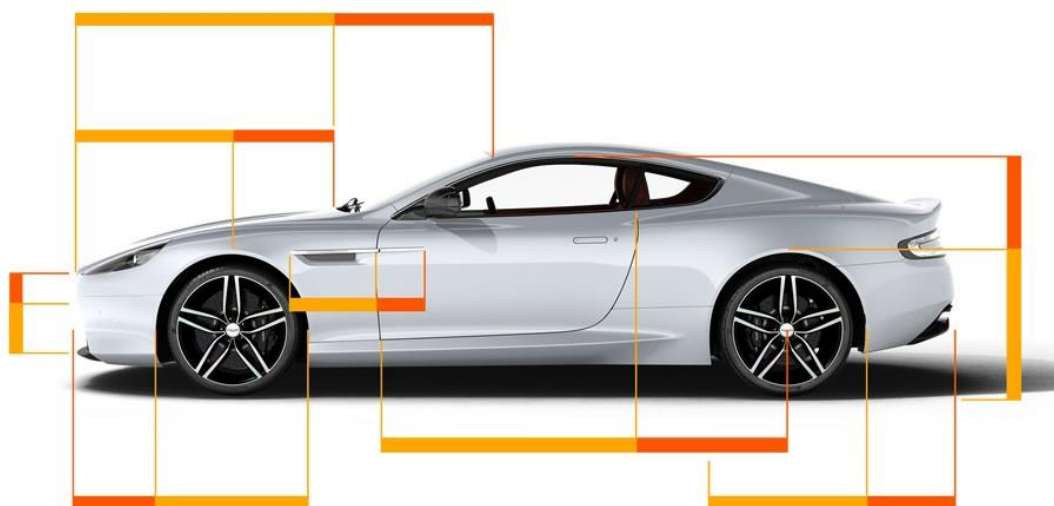


Рисунок 15 – Золотое сечение в дизайне автомобиля

Именно это свойство заложено в разрабатываемую программу для генерации форм, которые будут создаваться не просто бесконтрольно, а по

свойству золотого сечения. Это свойство в виде математических формул для смещения координат сетки позволит добиться «интересных» форм с каждой генерацией. Также с золотым сечением косвенно связан Ряд Фибоначчи, так все исследователи золотого деления в растительном и в животном мире, не говоря уже об искусстве, неизменно приходили к этому ряду, как арифметическому выражению закона золотого деления [34].

## 2.2 Эргономика и антропометрия

При проектировании объектов, с которыми так или иначе взаимодействует человек, необходимо учитывать эргономические и антропометрические параметры [35], так называемая оценка системы «человек-техника-среда».

Антропометрические показатели определяются соответствием изделия размерам и форме тела человека, распределению массы его тела, учитываются размеры головы и кисти руки (рисунок 16). Антропометрическое соответствие, которое характеризуется правильным выбором параметров конструкции относительно анатомических особенностей человеческого тела, его размеров, возможностей движения с учетом рабочего положения и пользования изделием в эксплуатации [36].

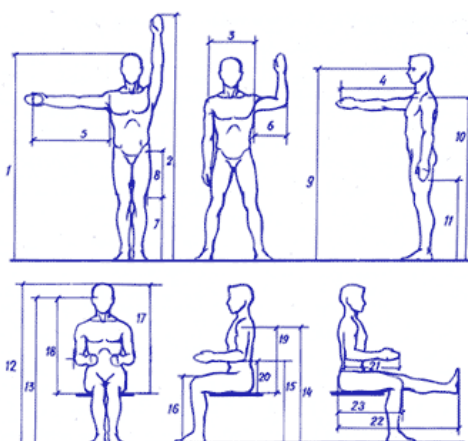


Рисунок 16 – Антропометрические показатели

Возможность соблюдения необходимых параметров в автоматическом проектировании и генерации форм под вопросом. Основным параметром,

которым задается форма будущей модели, является размер объекта. Однако этот параметр является стартовым и после генерации конечный размер объекта может измениться. Важно понимать, что автоматическая генерация форм, а также сама суть концепции подразумевает генерацию большого количества форм для последующей работы с ними. Конечным результатом является форма, которая будет являться основой для готового продукта.

Однако, использование эргономических данных и каких-либо необходимых правок, вроде соблюдения размеров, можно учесть в процессе доработки функционала программы.

### **2.3 Входные данные**

Входные данные являются отправной точкой в начале алгоритма построения чего-либо [37]. Необходим набор данных, который позволит обозначить задачу и сузить зону действия. На основе этой информации можно написать программу, которая будет давать результат, но потребности пользователей могут быть и будут разными. Для этого существуют интерфейсы взаимодействия, через которые пользователь может изменять и задавать собственные входные данные программы.

Для того, чтобы пользователь мог решить поставленную задачу или получить то, что он хочет, необходимо, чтобы он мог задать необходимые критерии для того, чтобы сузить рамки возможностей программы и точнее приблизиться к результату. Для этого создается определенный набор функций, который стоит между пользователем и результатом и одновременно помогает взаимодействовать пользователю с творением разработчика программы, отчасти это является частью интерфейса программы [38].

Как уже было сказано, необходим баланс между простотой управления и количеством выполняемых функций, чтобы не перегрузить пользователя информацией или наоборот, рычагов управления будет слишком мало (рисунок 17).



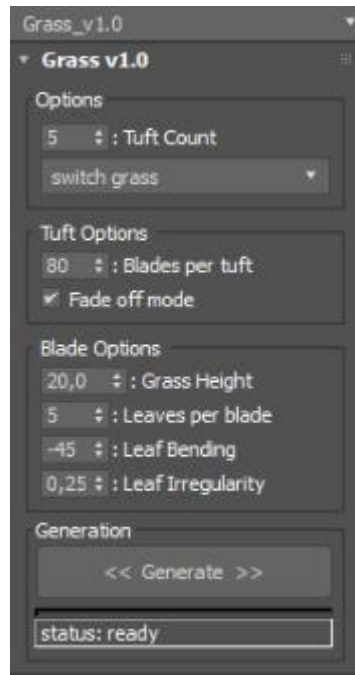


Рисунок 17 – входные данные программы для процедурной генерации травы

Чтобы понять, какие данные нужны для работы программы и какие нужно вынести в интерфейс для пользователя, нужно выстроить логику, некий алгоритм, по которому будет работать программа.

## 2.4 Алгоритм построения

Для построения логики программы используется типовой алгоритм на основе действий пользователя (рисунок 18). Он должен учесть все варианты взаимодействия пользователя с программой, чтобы выполнять задачу в любой ситуации и предостеречь от ошибок в ходе работы.

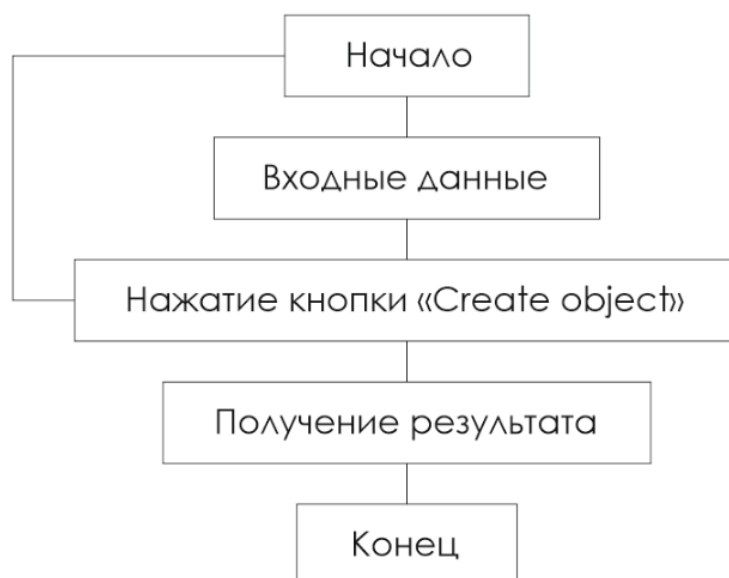


Рисунок 18 – Алгоритм работы программы генерации форм

Алгоритм поэтапно проводит пользователя от запуска программы к результату, учитывая не линейную последовательность действий [39, 40]. Например, пользователь может не знать входных данных для поставленных целей, это нужно учесть и выбрать один из путей решения ситуации.

Первый сценарий решения ситуации – это блокировка интерфейса для пользователя, пока тот не пройдет нужную разработчику последовательность действий. Данный способ уменьшает вариативность использования программы до минимума и оставляет единственный верный. Также этот способ создает иллюзию ограниченности программы, что негативно отражается на общем восприятии пользователем.

Второй возможный сценарий решения ситуации – это использовать заранее прописанные значения и сценарии, которые будут использоваться, если пользователь отклонился от главного сценария взаимодействия, к примеру, вместо выбора входных данных сразу приступил к созданию объекта. Такой способ позволит расширить вариативность сценариев использования программы, а также положительно скажется на восприятии пользователем.

### **3 Разработка художественно-технического решения**

#### **3.1 Интерфейс взаимодействия**

Так как программа направлена на широкую аудиторию, а алгоритм взаимодействия позволяет определить, что взаимодействие с ней должно быть минимальным, а получаемый результат максимальным. Интерфейс должен быть лаконичен, интуитивно понятен и отражать приблизительную последовательность действий для получения результата [41, 42].

С точки зрения эргономики, необходимо максимально приблизить интерфейс программного продукта к следующим поставленным целям:

а) Эффективность – главная цель интерфейса программы, с помощью которого пользователь должен достичь желаемого результата с минимальными трудозатратами.

б) Продуктивность – результат должен быть достигнут за минимальное время.

в) Удовлетворенность пользователя – у пользователя не должно быть раздражения и негативных эмоций во время использования.

Основные принципы построения интерфейсов, которые необходимо учесть для эффективности разрабатываемой программы [43]:

а) Принцип группировки – интерфейс должен быть разбит на зрительные блоки.

б) Любая задача должна решаться минимальным числом действий.

в) Последовательность действий для достижения результата должна быть очевидной для пользователя.

г) Движения курсора и взгляда пользователя по интерфейсу должны быть минимальны.

д) Самая важная информация или элемент управления должны быть на переднем плане (рисунок 19).

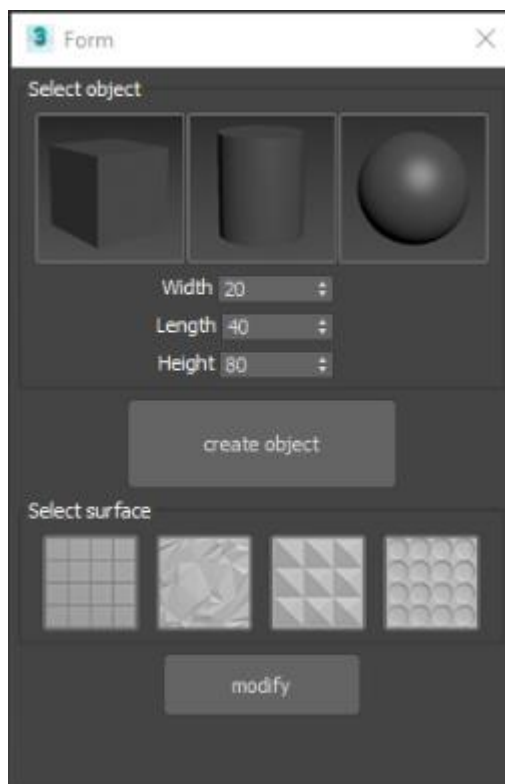


Рисунок 19 – Интерфейс программы для генерации форм

Пользовательский интерфейс не может быть выполнен идеально. Каждый пользователь уникален и имеет собственное представление об удобстве. Основная задача при проектировании интерфейса – это максимально приблизить эффективность использования программы к усредненному потенциальному потребителю [44].

### 3.2 Функциональность

В основе функциональности программы лежит моделирование на основе FFD сетки. FFD (Free-Form Deformation) сетка – это модификатор в 3ds Max, который помещает созданный объект в прямоугольную сетку с определенным количеством точек – контроллеров, необходимым для редактирования [45]. Каждый контроллер FFD сетки имеет вес – влияние, которое оказывает на каждую вершину сетки объекта в процентах и распределяется между всеми контроллерами (рисунок 20).

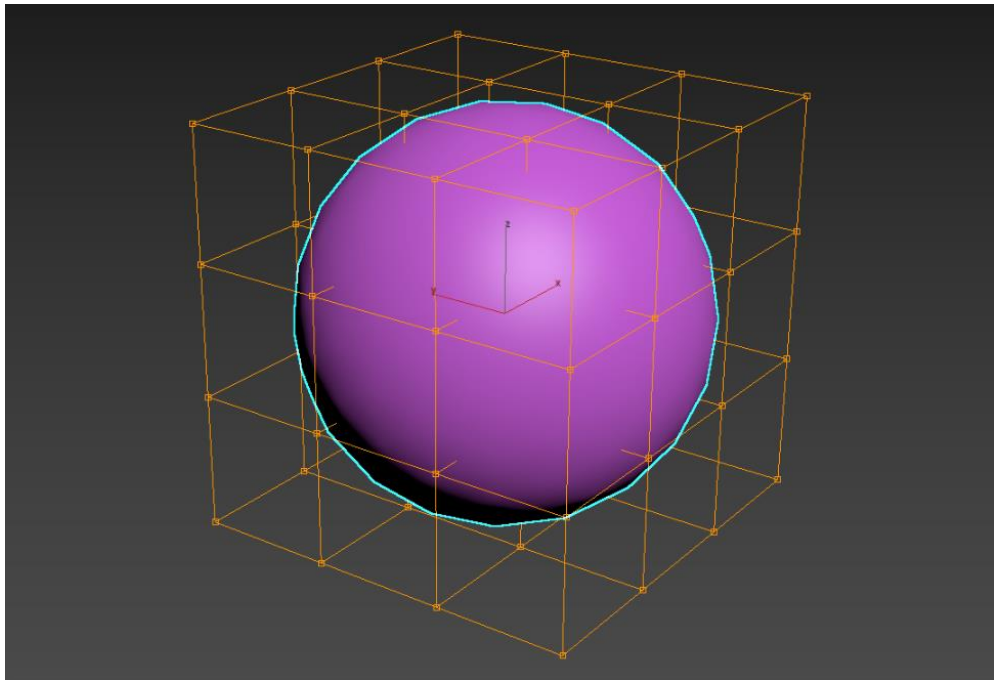


Рисунок 20 – FFD сетка на сфере

Первый шаг алгоритма заключается во входных данных, на основе которых будет выполняться построение. Программа использует примитивы – простые геометрические объекты [46], которые позволяют пользователю определить, на основе чего может быть похожа его конечная цель. Примитивов для построения три – это параллелепипед, цилиндр и сфера. Первый шаг позволяет выбрать пользователю примитив для построения и задать его размеры. Если пользователь не выбрал объект и его размеры, в программу заложены стандартные значения, которые будут использованы и пользователь получит результат в любом случае, задаст он исходные данные или сразу запустит процесс построения. После нажатия кнопки «Create object» запускается процесс построения и пользователь получает результат.

Следующий этап является не обязательным и позволяет применить один из вариантов фактуры на объект, что может дать некую вариативность идей.

Программа для цифровой генерации форм охватывает большое поле для разнообразия действий (рисунок 21). Привлечение новых специалистов

позволит получить больше идей для реализации, а значит программа может развиваться в дальнейшем для увеличения качества и эффективности.

```
79
80     delete objects
81
82     Bodyform_W = spn_Bodyform_W.value
83     Bodyform_L = spn_Bodyform_L.value
84     Bodyform_H = spn_Bodyform_H.value
85
86     if (btn_state == 0) then
87
88     (
89
90         local bodyform = box ()
91         bodyform.width = Bodyform_W
92         bodyform.length = Bodyform_L
93         bodyform.height = Bodyform_H
94
95         bodyform.lengthsegs = 3
96         bodyform.widthsegs = 3
97         bodyform.heightsegs = 3
98
99         addmodifier bodyform (turbosmooth iterations: 2)
100
```

Рисунок 21 – Часть кода разрабатываемой программы

Привлекая людей со знаниями в области программирования существует возможность отвязать разработку от существующего программного пакета и реализовать собственный, что значительно увеличит поле возможных действий, а также положительно скажется на распространении.

### 3.3 Апробация и сравнение с существующими методами формообразования

Для оценки эффективности программы был использован кейс-метод [47]. Пользователь должен построить два объекта – кресла, где одно кресло должно быть построено с использованием персональных профессиональных навыков дизайнер, а другое с помощью разрабатываемого программного продукта. В кейсе приняли участие тридцать человек, по окончании которого было проведено тестирование, в результате которого были получены следующие данные.

Двадцать семь человек (90 %) из тридцати опрошиваемых оценили программу, как «хорошую» и три человека (10 %) как отличную (рисунок 22).

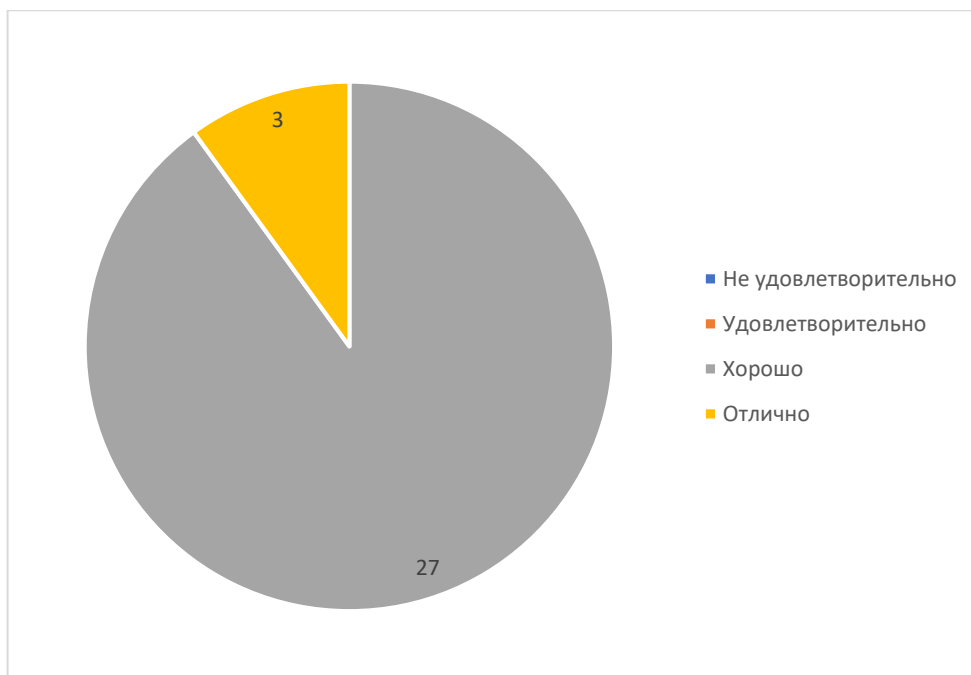


Рисунок 22 – Степень удовлетворенности программой

Опрашиваемые оценили эффективность своего метода и предложенного по пятибалльной шкале. По результатам опроса, программа опережает используемые дизайнерами методы по всем трем пунктам.

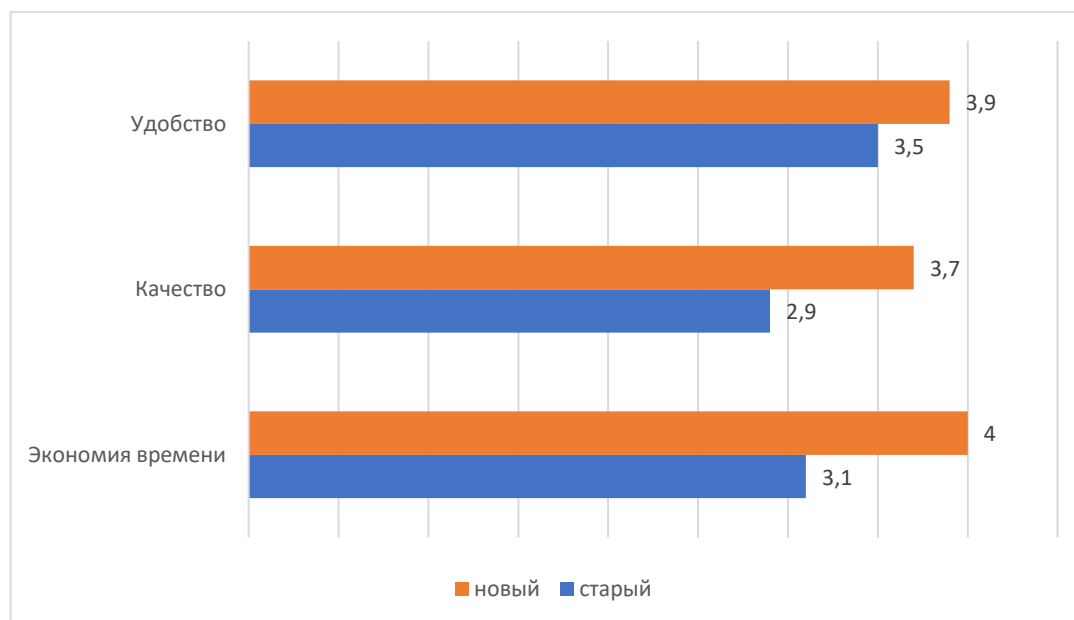


Рисунок 23 – средний балл оценки эффективности методов.

В удобстве программа идет впереди на 10,3 %, в качестве программа опережает на 21,6 %, а в экономии времени отрыв составляет 22,5 %. Все

опрашиваемые остались довольны и порекомендовали бы программу знакомым.

В результате проведенного исследования была собрана и проанализирована информация и отзывы по использованию программы от пользователей. Эффективность интерфейса выполнена отлично, все участники остались довольны простотой и легкостью интерфейса. Главной отрицательной стороной стало программное обеспечение и стабильность, так, во время выполнения кейса происходило большое количество ошибок и вылетов основного программного пакета 3ds Max. Большая часть ошибок была выявлена в процессе прохождения кейса и исправлена в последующих версиях программы.

### **3.4 Результаты, полученные с использованием программы**

С помощью программы было выполнено несколько дизайн-концептов, затраты по времени на которые, за вычетом текстурирования и визуализации, составили от двадцати секунд, до десяти-пятнадцати минут. Модель дивана была получена полностью автоматически, после чего смоделированы ножки, отделена деревянная часть от ткани и нанесены текстуры (рисунок 24).



Рисунок 24 – Дизайн-концепт дивана



Для визуализации процесса моделирования дизайн-концепта на примере готового продукта был выбран концепт автомобиля Mercedes Silver Arrow (рисунок 25) [48].



Рисунок 25 – Mercedes Silver Arrow

С помощью программы автоматически сгенерирована форма, которая позволяет получить основную информацию о формах будущей модели, а также является основой для дальнейшего моделирования (рисунок 26).

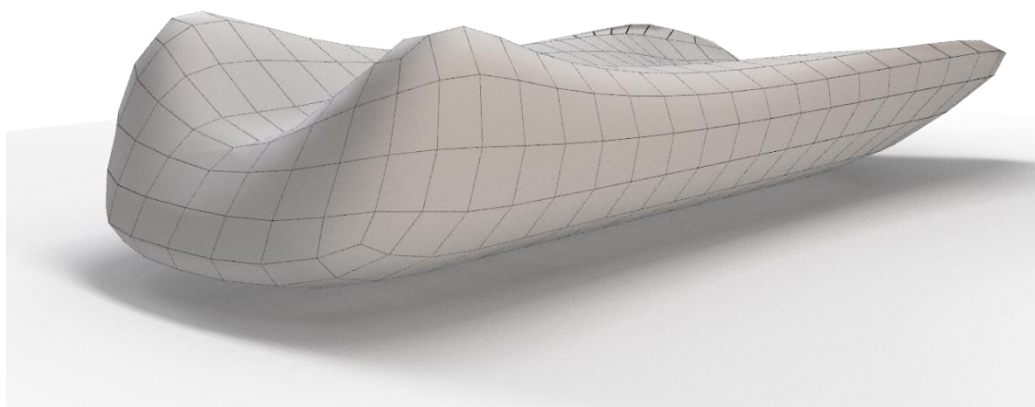


Рисунок 26 – Сгенерированная форма будущего автомобиля

Внося необходимые изменения, модель доводится до нужного результата (рис. 27).

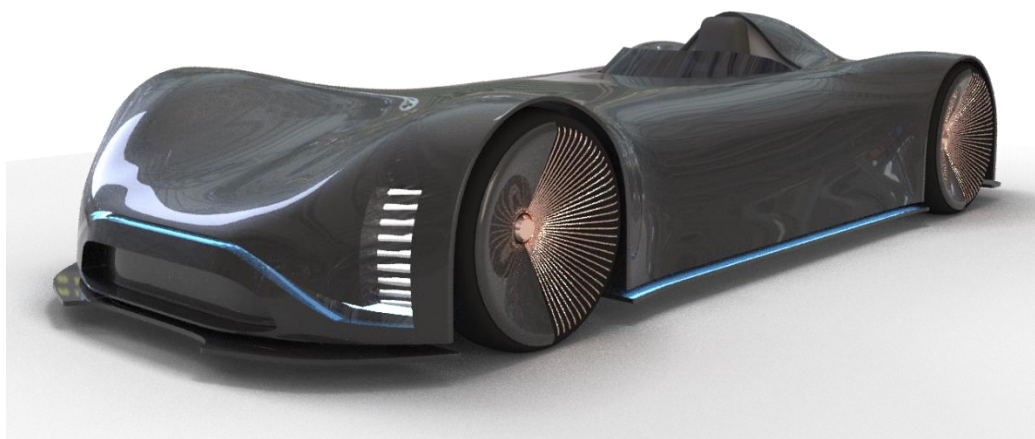


Рисунок 27 – концепт автомобиля на основе сгенерированной формы

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Данный раздел включает в себя расчеты и определение эффективности и целесообразности научно-исследовательского проекта.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

1. Организация и планирование научно-исследовательских работ;
2. оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

### **4.1 Предпроектный анализ**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Программа для цифровой генерации форм является методом для получения различных 3d моделей и создается на базе программного обеспечения Autodesk 3Ds Max, следовательно, потребителями, использующими этот программный продукт, будут люди, которые на базовом уровне владеют навыками 3d моделирования.

Целевым рынком для научно-исследовательской работы является область дизайна.

Сегментирование рынка строится на основе профессии [49]. Программный продукт будут применять пользователи, так или иначе связанные с дизайном, такие как конструкторы, дизайнеры различных отраслей, будь то мебель, архитектура, ландшафтный дизайн, люди творческих профессий, где важен креатив и творчество (дизайн – творить, создавать).

#### **4.1.2 Анализ конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

На данный момент существует большое количество программ для автоматического построения объектов, но все они имеют ряд недостатков, которые призван устранить разрабатываемый продукт. Для того, чтобы

оценить эффективность и научную новизну разработки, следует провести детальный анализ конкурирующих разработок [50], существующих на рынке. Программы, озвученные ранее, представлены в таблице: Б1 – Spline fibers – программа для генерации сложных сплайновых конструкций, Б2 – Rock generator – программа для генерации скал, Б3 – Debris Maker – программа для генерации различных предметов из набора.

Оценка разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где единица – наиболее слабый показатель, а пять – наиболее сильный. Вес показателей в сумме должен составлять единицу. Данные представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
Затрачиваемое время	0,3	5	5	4	3	1,5	1,5	1,2	0,9
Обширность функционала	0,1	4	3	4	5	0,4	0,3	0,4	0,5
Удобство использования	0,2	5	4	5	3	1	0,8	1	0,6
Предоставляемые возможности	0,2	4	2	2	3	0,8	0,4	0,4	0,6
Завершенность получаемого продукта	0,1	3	4	5	5	0,3	0,4	0,5	0,5
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
Охватываемая аудитория	0,1	5	3	4	4	0,5	0,3	0,4	0,4
<b>Итого</b>	1	26	21	24	23	4,5	3,7	3,9	3,5

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проводя расчет оценки конкурентоспособности продуктов, следует выделить то, что разрабатываемый продукт является универсальным инструментом для получения большого количества разнообразных моделей за маленький промежуток времени с минимальным количеством затрачиваемых усилий со стороны пользователя, в том числе знаний программного продукта. В то время, как конкуренты имеют узкоспециализированную направленность и предоставляют набор функций исключительно в одном, выбранном разработчиком направлении [51].

#### **4.1.3 SWOT анализ**

Один из самых популярных методов анализа, позволяющий комплексно оценить внутренние и внешние факторы, способные повлиять на результат. Аббревиатура SWOT анализа расшифровывается по первым буквам показателей, которые в него входят: Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats – сильные и слабые стороны, возможности и угрозы (таблица 1.2) [52].

Таблица 1.2 – SWOT анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Универсальность программы.</p> <p>С3. Получение большого количества идей.</p>	<p>Сл1. Привязанность к программному пакету.</p> <p>Сл2. Малое количество входных данных.</p> <p>Сл3. Изобразительная ценность продукта.</p> <p>Сл4. Завершенность получаемого продукта.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Обслуживание новых групп клиентов.</p> <p>В2. Новые возможности завоевания доли рынков конкурентов.</p> <p>В3. Привлечение инвесторов.</p>	<p>Привлечение новых клиентов (В1) к продукту благодаря универсальности (С2) и обширного генератора идей (С3).</p> <p>Привлечение инвесторов (В3) к разработке благодаря ее экономичности (С1).</p>	<p>Привязанность к программному пакету (Сл1) можно решить привлечением инвесторов (В3) для реализации собственного программного обеспечения.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса.</p> <p>У2. Развитая конкуренция.</p>	<p>Отсутствие спроса (У1) может быть нивелировано функционалом программы (С2)</p> <p>С развитой конкуренцией (У2) можно бороться универсальностью (С2) и количеством получаемого продукта (С3)</p>	<p>Отсутствие спроса (У1) можно сгладить привязанностью к программному пакету (Сл1) и распространять среди его пользователей.</p>

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На сколько бы процентов не был завершен проект, можно оценить степень его готовности к коммерциализации и определить уровень знаний для ее проведения (таблица 1.3) [53].

Таблица 1.3 – Оценка готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	2
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	<b>38</b>	<b>38</b>

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (2)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Итоговое значение баллов – 38 из 75 как в степени проработанности проекта, так и в знаниях разработчика. Это значит, что перспективность проекта, как и знания разработчика – средние. Для улучшения показателей разработки требуется провести анализ финансовой составляющей продвижения проекта, такие как выход на зарубежный рынок, оценка интеллектуальной собственности, финансирование и инфраструктура поддержки и льгот.

#### **4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

При коммерциализации научно-технических разработок владелец этих разработок преследует определенную цель, которая зависит от того, куда впоследствии будет направлен коммерческий эффект. От выбора метода коммерциализации зависит время продвижения товара на рынок [54].

Наиболее подходящим методом коммерциализации является «торговля патентными лицензиями». Данный метод позволяет продавать защищенный законом цифровой продукт, что означает не буквальную передачу собственности из рук в руки, а передачу прав на использование оной за определенную плату.

### **4.2 Инициация проекта**

#### **4.2.1 Цели и результаты проекта**

В каждом проекте есть стороны, которые заинтересованы в его успешной реализации. В данной работе заинтересованными сторонами являются Томский политехнический университет, на базе которого и выполняется научная деятельность, а также потребители (таблица 1.4).



Таблица 1.4 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
НИ ТПУ	Патент на научную разработку, создание программного продукта для дизайн-проектирования
Дизайн	Получение возможностей инструмента для реализации творческого потенциала.

Для выполнения научно-исследовательской работы необходимо поставить цели и проанализировать результаты для оправдания концепта и привлечения большего числа заинтересованных сторон и возможного финансирования проекта (таблица 1.5) [55].

Таблица 1.5 – Цели и результаты проекта

<b>Цели проекта</b>	Разработать инструмент эскизной проработки формы изделия при дизайн-проектировании.
<b>Ожидаемые результаты проекта</b>	Программа для цифровой генерации форм на базе Autodesk 3Ds Max.
<b>Критерии приемки результата проекта</b>	Удобство, функциональность программы.
<b>Требования к результату проекта</b>	Интуитивно-понятный интерфейс, обширный набор функций для достижения необходимого результата.

#### **4.2.2 Организационная структура проекта**

На данном этапе работы определяется рабочая группа проекта, роль каждого участника, а также выполняемые функции и трудозатраты (таблица 1.6) [56].

Таблица 1.6 – Рабочая группа проекта

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудо-затраты, час.</b>
1	Серяков В.А., кандидат технических наук	Научный руководитель	Координация деятельности по проекту, реализация проекта в пределах ограничений	568
2	Шкляр А.В. старший преподаватель	Эксперт	Консультация по программированию и реализации	160
3	Петров Ю.С. магистрант	Исполнитель	Разработка, исследование и реализация проекта	1456
<b>ИТОГО:</b>				<b>2184</b>

#### 4.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 1.7) [57].

Таблица 1.7 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	428837,68 руб.
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	09.2018-06.2019
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	17.09.2018
3.2.2. Дата завершения проекта	3.06.2019

#### 4.2.4 План проекта

В рамках планирования научного проекта строится календарный план (таблица 1.8) проекта и диаграмма Ганта [58], которая используется для

иллюстрирования календарного плана проекта с протяженностью во времени работами и занятостью участников над ними [59].

Таблица 1.8 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Составление технического задания	1	17.09.2018	18.09.2018	Серяков В.А.
2	Теоретическая часть	122	18.09.2018	18.01.2019	Петров Ю.С.
3	Патентный поиск	7	18.01.2019	25.01.2019	Петров Ю.С.
4	Исследование	59	25.01.2019	25.03.2019	Петров Ю.С. Серяков В.А.
5	Практическая часть	25	25.03.2019	19.04.2019	Петров Ю.С. Шкляр А.В.
6	Апробация	4	19.04.2019	23.04.2019	Петров Ю.С. Серяков В.А.
7	Правка отчетов и подготовка презентационных материалов	33	23.04.2019	26.05.2019	Петров Ю.С. Серяков В.А.

#### 4.3 Бюджет научного исследования

##### 4.3.1 Специальное оборудование для научных работ

В данной части описываются затраты, необходимые для проведения и реализации экспериментальных и научных работ в ходе исследований [60].

Таблица 1.9 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Программный пакет Autodesk 3ds Max	1	62597,39	62597,39

### 4.3.2 Основная заработная плата

Основная заработная плата сводится к расчету затрат на заработную плату исполнителя, руководителя и эксперта. Расчет производится на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада работника. Расчет затрат на оплату труда берется по отраслевой системе оплаты труда в ТПУ в соответствии с должностями, где руководитель – доцент, эксперт – старший преподаватель, а студент – ассистент.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (3)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата.

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника.

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (5)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года, и равен 10,4

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 1.10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Эксперт	Студент
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней	52	52	52
- выходные дни	14	14	14
- праздничные дни			
Потери рабочего времени			
- отпуск	48	48	48
- невыходы по болезни			
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (6)$$

где  $З_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент.

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок.

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 для города Томска.

Таблица 1.11 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ , руб.	$З_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$З_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	33664	-	-	1,3	43763,2	1813,3	71	128744,3
Эксперт	24960	-	-	1,3	32448	1344,4	20	26888
Студент	12663	-	-	1,3	16461,9	682,1	182	124142,2
Итого:								279774,5

### 4.3.3 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (7)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр. [61]).

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot \text{ФОТ} = 0,3 \cdot 279774,5 = 83932,35 \text{ руб}$$

#### 4.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию [62], использованную оборудованием в ходе выполнения научно-исследовательских работ, и рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{Э}}, \quad (8)$$

Где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт.

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

$Ц_{\text{Э}}$  – тариф на 1 кВт час и равен 5,8 р.

Время работы оборудования  $t_{\text{об}}$  вычисляется на основе данных таблицы 1.12 из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8ч.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОБ}} = P_{\text{НОМ}} \cdot K_{\text{С}}, \quad (9)$$

где  $P_{\text{НОМ}}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{С}}$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности.

Таблица 1.12 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$ , ч	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$ , кВт	Затраты $C_{\text{эл.об}}$ , руб.
Персональный компьютер	1456	0,3	2533,44

Таблица 1.13 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Специальное оборудование	$Z_o$	62597,39
Основная заработная плата	$Z_{осн}$	279774,5
Отчисления на социальные нужды	$C_{внеб}$	83932,35
Затраты на электроэнергию	$C_{эл.об}$	2533,44
Итоговая себестоимость:		428837,68

#### 4.4 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты (таблица 1.14) [63].

Таблица 1.14 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Степень сложности и интерфейсы	Снижение качества или остановка разработки проекта	4	5	Высокий	Привлечение сторонних разработчиков (экспертов)	Недостаточная квалификация разработчиков
2	Качество	Качество проекта не соответствует ожиданиям	4	5	Высокий	Планирование и контроль проекта	Недостаточная квалификация разработчиков
3	Расстановка приоритетов	Нарушение баланса разработки и не целевая трата ресурсов	2	3	Средний	Планирование и контроль проекта, тестирование	Плохое планирование
4	Планирование	Нарушение сроков разработки	1	1	Низкий		Плохое планирование

#### 4.5 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (10)$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [64]:



$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (11)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 1.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,25	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	2
3. Энергосбережение	0,2	3	3	3
4. Надежность	0,2	4	4	4
5. Материалоемкость	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,4	3,35	3,4

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналога ( $I_{финр}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a} \quad (12)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (13)$$

где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{тэ}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{тэ}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 1.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,49
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,35	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	3,35	8,98
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,68	

#### 4.6 Вывод по разделу

Проведена организация и планирование научно-исследовательских работ. Оценен коммерческий потенциал и перспективность проекта с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Проект конкурентоспособен и готов к коммерциализации, а подходящим методом коммерциализации является «торговля патентными лицензиями». Бюджет на проведение исследования составили 428837,68 рублей.

## **5 Социальная ответственность**

Данная научно-исследовательская работа подразумевает разработку и предложение нового способа эскизной проработки изделия на начальном этапе дизайн-проектирования. Цифровая программа на базе Autodesk 3ds max позволит автоматически генерировать большое количество форм для дальнейшей проработки. В качестве пользователя программы может выступить любой человек с базовыми знаниями программного пакета Autodesk 3ds max. Программа для автоматической генерации форм позволит получать большое количество объектов различного строения за короткий промежуток времени, что позволит увеличить продуктивность как дизайнера, так и любого человека, использующего программный пакет Autodesk 3ds max.

В данном разделе ВКР проведен анализ возможных вредных и опасных факторов, возникающих при работе за компьютером, являющимся главным инструментом в данной научной разработке.

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

Вся научно-исследовательская работа производится на рабочем месте за персональным компьютером. Нормальная продолжительность рабочего времени, в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) не может превышать 40 часов в неделю [65]. Данное рабочее место не является работой с вредными и (или) опасными условиями труда, следовательно, для пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями это равняется стандартным 8 часам в день. Базовый оклад работника фиксированный, без учета компенсационных, стимулирующих и социальных выплат, и для лаборанта равен 12663 руб.

#### **5.1.1 Требования к оборудованию рабочих мест**

Требования к оборудованию рабочих мест для взрослых пользователей, согласно ГОСТ 12.2.032-78 [66], следующие: Высота рабочей поверхности

стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до  $15^\circ$  и назад до  $5^\circ$ ; высоту опорной поверхности спинки ( $300 \pm 20$ ) мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30^\circ$ ; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах (260 – 400) мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной – (50 – 70) мм; регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах ( $230 \pm 30$ ) мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах (350 – 500) мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину – не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до  $20^\circ$ . Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

## **5.1.2 Общие требования к технике безопасности при работе с ПЭВМ**

Сотрудники, работающие непосредственно с ПЭВМ, должны соблюдать требования инструкции по технике безопасности, разработанную на основе СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 (с изменениями на 21 июня 2016 года). Работник несет личную ответственность за несоблюдение правил безопасности своего труда, а также за создание опасного или вредного производственного фактора для других сотрудников и поломку компьютера. Режим труда и отдыха при работе с персональной электронно-вычислительной машиной организуются в зависимости от категории деятельности. Для рассматриваемого вида нагрузки – творческой деятельности в режиме диалога – предусмотрена категория В. Именно эта группа характеризуется наиболее сильным общим утомлением оператора. Работа с компьютерной графикой представляет собой наибольшую нагрузку на зрение, особенно если экран небольшой и плотность деталей на нем высокая. Установлены так же три категории (I, II, III) тяжести и напряженности работы к ПЭВМ. Работа в течении полного рабочего дня относится к категории III. Таким образом, уровень нагрузки за смену, для установленной группы и категории, должен составлять до 6ч, а суммарное время регламентированных перерывов – 90 мин. Для сотрудников, работающих с ПЭВМ, предусмотрен особый режим труда и отдыха: через каждые 45-60 мин интенсивной работы необходим перерыв 10-15 мин. Для повышения эффективности рабочих перерывов, необходимо делать производственную гимнастику. Производственная гимнастика должна включать комплекс упражнений, направленных на восполнение дефицита двигательной активности, снятие напряжения мышц шеи, спины, снижение утомления зрения и проводится 1-2 раза в смену в течении 5-7 минут. Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [67].

## 5.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проектируемого решения, представлены в таблице 1.17 [68].

Таблица 1.17 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Разрабо тка	Эксплуа тация	
1. Отклонение показателей микроклимата.	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [69]
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	+	+	СНиП 23-05-95* СП 52.13330.2016 [70]
3. Повышенный уровень электромагнитных излучений;	+	+	СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 [71] СанПиН 2.2.4.1191-03 [72]
4. Превышение уровня шума.	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 [73]

### 5.2.1 Анализ и снижение уровней воздействия опасных и вредных производственных факторов

**Микроклимат** различных производственных помещений зависит от колебаний внешних метеорологических условий, времени дня, года, особенностей производственного процесса и систем отопления и вентиляции [74]. В зависимости от производственных условий, наибольшее влияние оказывают либо отдельные элементы микроклимата, либо их комплекс, которые могут вызывать изменения в терморегуляции организма и состоянии здоровья работающих.

Основная роль в теплообменных процессах у человека принадлежит физиологическим механизмам регуляции отдачи тепла. В обычных климатических условиях теплоотдача осуществляется в основном за счет

излучения, примерно, 45% всей удаляемой организмом теплоты, конвекции (30%) и испарения (25%). В условиях повышенной температуры среды теплопотери уменьшаются за счет конвекции и излучения, но увеличиваются за счет испарения. При температуре воздуха, равной температуре тела, теплоотдача за счет излучения и конвекции практически исчезает, и единственным путем теплоотдачи становится испарение пота. Низкая температура и усиление подвижности воздуха способствуют увеличению теплопотерь конвекцией и испарением. Значительная выраженность отдельных факторов микроклимата на производстве может быть причиной физиологических сдвигов в организме рабочих, а в ряде случаев возможно возникновение патологических состояний и профессиональных заболеваний.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Требования к микроклимату на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ, согласно [75], определяется согласно ГОСТ 12.1.005-88 [76]. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в соответствии с временем года и категорией работ, приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Температура окружающей поверхности, °С	Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая
Холодный	Категория Ia	(22-24)	(21-25)	(40-60)	75	(21-25)	0,1	Не более 0,1
Теплый	Категория Ia	(20-22)	(22-28)	(40-60)	55 (при 28°С)	(22-26)	0,1	0,1...0,2

В зимнее время в помещении должна действовать система отопления, спроектированная и функционирующая согласно СНиП 41-01-2003 [77]. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения расход свежего воздуха, должен быть обеспечен согласно таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> / на одного человека в час
До 20 м <sup>3</sup>	Не менее 30
(20-40) м <sup>3</sup>	Не менее 20
Более 40 м <sup>3</sup>	Естественная вентиляция

Для подачи в помещение воздуха должны использоваться системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, в частности, играет правильная организация световой среды (а именно, обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света). Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата (определяет зрительную работоспособность), на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов [78].

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещение, т.е. помимо общего освещения, установка светильников местного освещения [79].

Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана.



Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне просмотра документов должна быть в диапазоне 300 – 500 лк, а при работе исключительно с экраном – 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Важна отраженная блескость рабочих поверхностей (экран, стол, клавиатура и т.д.). Блескость уменьшается за счет антибликовых покрытий и фильтров, матовых покрытий для рабочих поверхностей, а также правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражающей поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>. Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70.

Плоскостью нормирования КЕО (коэффициента естественной освещенности) для рабочих помещений, является горизонтальная рабочая плоскость с высотой 0,8 м над полом. КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении должен составлять 3 %, при боковом освещении – 1 %. Для совместного освещения эти параметры, соответственно, - 1,8 и 0,6 %.

Коэффициент пульсации освещенности (Кп) не должен превышать 15 % (для искусственного освещения).

**Повышенный уровень электромагнитных излучений.** При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе за ПЭВМ на организм человека, наблюдаются нарушения сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. А переход ЭМП в теплую энергию вызывает повышение температуры тела человека, локальный избирательный нагрев тканей, органов и клеток [80].

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение рабочего дня устанавливается равным 15 кВ/м (ГОСТ 12.1.045-84 «(ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля») [81]. Для пользователей ПЭВМ допустимая напряжённость ЭСП определяется согласно ГОСТ Р 50948-2001 через электростатический потенциал экрана дисплея, который не должен превышать 500 В. При этом на расстоянии 0,5 м от экрана регистрируется напряжённость ЭСП 25 В/м, а в месте нахождения пользователя она значительно меньше [82].

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 выделяют следующие средства защиты от ЭМП:

А) Организационные мероприятия: рациональное использование оборудования, исключаящее нахождение персонала в зоне действия ЭМП вовремя, не предусмотренное для работы за ПЭВМ.

Б) Инженерно-технические мероприятия: правильное размещение оборудования, предусматривающее наличие средств, ограничивающих распространение ЭМП на рабочие места сотрудников.

В) Лечебно-профилактические мероприятия: периодические медицинские осмотры, для предупреждения, ранней диагностики и устранения заболеваний персонала.

Г) Средства индивидуальной защиты: очки для работы за компьютером.

**Превышение уровня шума.** Под влиянием шума наступают изменения в органах зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется чувствительность к разным цветам и др.) и вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление и [83] т.п. Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего происходит снижение

производительности труда, увеличивается количество брака, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев [84].

Согласно ГОСТ 12.1.003–2014, допустимые нормы шума на рабочем месте оператора не должен превышать 50 дБА (таблица 1.20).

Таблица 1.20 – Нормы допустимых уровней шума

Помещения	Уровни звукового давления L (эквивалентные уровни звукового давления L <sub>экв</sub> ) в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни звука L <sub>A</sub> и эквивалентные уровни звука L <sub>Aэкв</sub> в дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие помещения управлений, рабочие помещения конструкторских, проектных организаций и научно-исследовательских институтов	71	61	54	49	45	42	40	38	

Для снижения уровня шума в помещениях, оборудованных ПЭВМ и сопутствующим оборудованием, машины устанавливают на специальные фундаменты, с использованием амортизирующих прокладок, предусмотренные нормативными документами. Так же нормирование уровня шума обеспечивается предпочтением малошумного оборудования [85].

### 5.3 Экологическая безопасность

Устаревшее оборудование в обязательном порядке подвержено утилизации. Утилизация осуществляется разборкой на фракции: металлы, пластмассы, провода, стекло. Переработка промышленных отходов производится на специальных полигонах, создаваемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85 и предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений [86].

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятные чрезвычайную ситуацию можно выделить пожар. Для того чтобы предотвратить возникновения ЧС по причине человеческого фактора, следует соблюдать технику безопасности при работе за ЭВМ. Если ЧС произошла, следует придерживаться требований безопасности в аварийных ситуациях.

Возможные причины пожара: перегрузка в электросети, короткое замыкание, разрушение изоляции проводников. Класс помещения по пожарной опасности относится к П-Па, так как в этом помещении идет обработка информации с помощью ЭВМ [87].

Для предотвращения возникновения пожара необходимо предусмотреть меры пожарной профилактики: соблюдение противопожарных требований при проектировании и эксплуатации систем вентиляции согласно СП 61.13330.2012; соблюдение условий пожарной безопасности электроустановок согласно ПУЭ 7; наличие средств оповещения:

- А) Пожарные извещатели (линейные, тепловые, дымовые и т.д.).
- Б) Автоматические установки пожаротушения (газовые централизованного и модульного типа, углекислотные).
- В) Инструкции по мерам противопожарной безопасности (план эвакуации людей и технических средств).

Для улучшения условий пожарной безопасности в помещениях с ПЭВМ устанавливаются пол из негорючих материалов, технологически съемный. Вся бумага и ленты хранятся в специальном металлическом шкафу. В наличии так же обязательны два углекислотных огнетушителя типа ОУ-5, два дымовых датчика.

В случае возникновения пожара, все работники дисплейных залов должны знать порядок действия персонала при пожаре:

- А) При возникновении пожара немедленно сообщить в пожарную часть по телефону 01;

- Б) По возможности обесточить помещения.
- В) Принять все зависящие меры по эвакуации людей.
- Г) Эвакуированных людей направлять в безопасные помещения.
- Д) Убедившись, что все люди эвакуированы, покинуть опасную зону и действовать по указанию начальника или пожарников.
- Е) По возможности приступить к тушению пожара с помощью огнетушителей, внутренних пожарных кранов и других подручных средств.
- Ж) Если ликвидировать очаг горения своими силами невозможно, то следует выйти из помещения, закрыв за собой дверь, не запирая ее на замок;
- З) В задымленном помещении следует соблюдать меры безопасности (дышать через влажную ткань, прикрыв ею нос и рот)
- И) Во избежание отравления дымом необходимо открыть окна в комнате.
- К) Приступить к эвакуации имущества [88, 89].

Обязательным условием введения в эксплуатацию любого вида помещений, является наличие плана эвакуации при ЧС (рисунок 28).

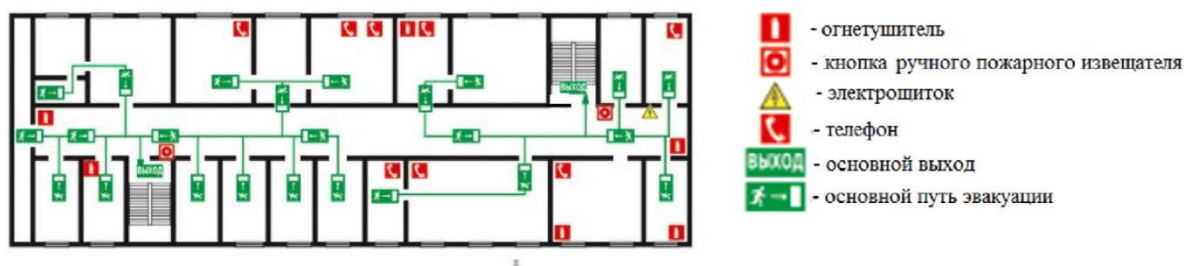


Рисунок 28 – План эвакуации людей при пожаре и других ЧС

Создание планов эвакуации регламентируется ГОСТ Р 12.2.143-2009 (с изменениями №1 от 2012 года).

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на

высоте не более 1,35 м [90]. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

### **5.5 Выводы по разделу**

Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности труда. Требования к оборудованию рабочего места полностью соответствуют описанным требованиям. Режим труда и отдыха, а также техника безопасности при работе с ПЭВМ соблюдены в полной мере.

Рассмотрена производственная безопасность, из которой выяснено, что показатели микроклимата, уровень освещенности, а также уровень электромагнитных излучений находятся в пределах нормы, однако уровень шума может превышать допустимые значения, для нормализации необходимо проводить диагностику оборудования для снижения источников шума – вибраций, также возможно использовать дополнительные меры снижения вибраций в ПЭВМ, такие как силиконовые крепежные элементы, амортизирующие прокладки, предусмотренные нормативными документами.

Для предотвращения наиболее вероятной чрезвычайной ситуации – пожар, персоналу необходимо соблюдать технику безопасности, а также знать порядок действия при пожаре. Помещение, в котором ведется научно-исследовательская деятельность полностью соответствует мерам пожарной профилактики.

## **Заключение**

Программа для цифровой генерации форм имеет ряд главных преимуществ, такие как: в первую очередь – это экономия времени, далее бесконечное количество выдаваемых форм, не ограниченная потенциальная аудитория и возможность внедрения технологии на любом этапе дизайн-проектирования.

Разработка является эффективной заменой или дополнительным инструментом для существующих методов формообразования на эскизном этапе поиска идей, что подтверждается результатами апробации на целевой аудитории программы – студентах специальности «дизайн».

В соответствии с заданием ВКР, выполнены все задачи, начиная с научно-исследовательской части и общего состояния вопроса и заканчивая разработкой и апробацией программы, в полном объеме.

## **Список публикаций**

Y. S. Petrov, V. A. Seryakov, Y. P. Khmelevsky, E. P. Baklanova.  
Application of Computer-Aided Sketching for Designing the Body of the Non-  
Invasive Cosmetic Mesotherapy Device. Международная конференция ITBI  
«Информационные технологии в бизнесе и производстве».



## Список использованных источников

1. Бондарев Ю.И., Степанова-Третьякова Н.С. Формообразование как основа дисциплин "Дизайн-проектирование" и "Рисунок" М.: Наука. Искусство. Культура, 2016
2. Специфика композиционного формообразования в дизайн-проектировании [Электронный ресурс] URL: <http://www.konspektov.net/question/2204011> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
3. Этапы дизайн-проектирования [Электронный ресурс] URL: <http://schooled.ru/textbook/technology/10klas/36.html> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
4. Кухта М.С., Куманин В.И., Соколова М.Л., Гольдшмидт М.Г. Промышленный дизайн, Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013.
5. Оформление и состав эскизного проекта [Электронный ресурс] URL: <http://gk-drawing.ru/plotting/sketch-design.php> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
6. Фролова К.В. Конструирование машин: справ.-метод. пособие: в 2-ч т.;, 1994.
7. набросок [Электронный ресурс] URL: <https://oformitelblok.ru/nabroski.html> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
8. Клаузура [Электронный ресурс] URL: <https://strelkamag.com/ru/article/vocabulary-klauzura> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
9. Клаузура [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wiktionary.org/wiki/клаузура> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

10. Трёхмерная графика [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная\\_графика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная_графика) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
11. 3d-моделирование: наука и искусство [Электронный ресурс] URL: <http://www.3dpulse.ru/news/3d-wiki/3d-modelirovanie-nauka-i-iskusstvo/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
12. 3d моделирование в современном мире [Электронный ресурс] URL: <https://anrotech.ru/blog/3d-modelirovanie-v-sovremennom-mire/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
13. Макетирование [Электронный ресурс] URL: [https://psychology\\_pedagogy.academic.ru/9432/%D0%9C%D0%90%D0%9A%D0%95%D0%A2%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%95](https://psychology_pedagogy.academic.ru/9432/%D0%9C%D0%90%D0%9A%D0%95%D0%A2%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%95) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
14. Калмыкова, Н. В. Макетирование / Н. В. Калмыкова, И. А. Максимова. М.: Архитектура - С, 2004
15. Дорофеев Н.В., Костина Ю.О. Макетирование как метод моделирования объектов предметно-пространственной среды при изучении основ архитектурно-дизайнерского проектирования: Вестник Череповецкого государственного университета, 2014.
16. Функциональность [Электронный ресурс] URL: <https://wordhelp.ru/word/функциональность> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
17. Функциональность [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wiktionary.org/wiki/Функциональность> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

18. Производитель и потребитель [Электронный ресурс] URL: <https://foxford.ru/wiki/obschestvoznanie/proizvoditel-i-potrebitel> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
19. Процедурная генерация - поразительное будущее игровой индустрии [Электронный ресурс] URL: <https://shazoo.ru/2017/10/19/58095/procedurnaya-generaciya-porazitelnoe-budushee-igrovoj-industrii> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
20. Процедурная генерация [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Процедурная\\_генерация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Процедурная_генерация) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
21. Сальникова П.В. Процедурная генерация контента, Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, 2016.
22. Официальный сайт Autodesk [Электронный ресурс] URL: <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
23. MAXScript [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MAXScript> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
24. MAXScript Help [Электронный ресурс] URL: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/16/ENU/MAXScript-Help/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
25. Rock Generator [Электронный ресурс] URL: <http://www.scriptspot.com/3ds-max/scripts/rock-generator> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
26. Полигональное моделирование [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полигональное-моделирование> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

27. CGI (графика) [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/CGI\\_\(графика\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/CGI_(графика)) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
28. Spline Fibers [Электронный ресурс] URL: <https://bodyulcg.com/tools/spline-fibers/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
29. Debris Maker [Электронный ресурс] URL: <http://www.debrismaker.aarondabelow.com/v1/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
30. Столович Л.Н. Природа эстетической ценности, 1972, с. 116.
31. Эстетика [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эстетика> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
32. Числа Фибоначчи [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Числа\\_Фибоначчи](https://ru.wikipedia.org/wiki/Числа_Фибоначчи) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
33. Золотое сечение [Электронный ресурс] URL: <http://n-t.ru/tp/iz/zs.htm> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
34. Числа Фибоначчи [Электронный ресурс] URL: [https://elementy.ru/trefil/21136/Chisla\\_Fibonachchi](https://elementy.ru/trefil/21136/Chisla_Fibonachchi) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
35. Рунге В.Ф. Эргономика в дизайн-проектировании. Уч.пос. М., МЭИ (ТУ), 1999.
36. Эргономические показатели [Электронный ресурс] URL: <http://www.dizayne.ru/txt/3sozd0307.shtml> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
37. Входные и выходные данные [Электронный ресурс] URL: <http://xbb.uz/IT/Vhodnye-i-vyhodnye-dannye> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

38. Входные данные программы [Электронный ресурс] URL: [https://studbooks.net/2224777/informatika/vhodnye\\_dannye\\_programmy](https://studbooks.net/2224777/informatika/vhodnye_dannye_programmy) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
39. Определение алгоритма [Электронный ресурс] URL: <https://foxford.ru/wiki/informatika/opredelenie-algoritma> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
40. Алгоритм [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
41. Интерфейс - что это? [Электронный ресурс] URL: <https://что-это-такое.ru/interface> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
42. Интерфейс [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерфейс> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
43. Эргономика при проектировании пользовательских интерфейсов программного обеспечения [Электронный ресурс] URL: <http://sungatov.ru/articles/interface-ergonomics-hospital-system/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
44. Пользовательский интерфейс [Электронный ресурс] URL: <https://usabilitylab.ru/blog/polzovatelskij-interfejs-pi-user-interface-ui/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
45. Модификаторы свободных деформаций 3ds Max [Электронный ресурс] URL: <http://x-graphics.org/modifikatory-svobodnyx-deformacij-3ds-max/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
46. Примитив [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wiktionary.org/wiki/примитив> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

47. Введение в кейс-метод: что такое кейсы и зачем они нужны [Электронный ресурс] URL: <https://changellenge.com/article/chto-takoe-keysy/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
48. Vision EQ Silver Arrow: Show car world premiere [Электронный ресурс] URL: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/vehicles/passenger-cars/mercedes-benz-concept-cars/vision-eq-silver-arrow-show-car-world-premiere/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
49. Принципы сегментации рынка [Электронный ресурс] URL: <http://memosales.ru/konkurenciya/segmentaciya-rynka> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
50. Понятие и виды конкурентоспособности [Электронный ресурс] URL: <http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/konkurentosposobnost.html> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
51. Методика расчета конкурентоспособности товара [Электронный ресурс] URL: <http://www.elitarium.ru/konkurentosposobnost-tovara-ocenka-kachestvo-produkcija-sravnienie-metodika/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
52. SWOT-анализ [Электронный ресурс] URL: <https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/SWOT-анализ> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
53. Коммерциализация инновационного продукта [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Коммерциализация\\_инновационного\\_продукта](https://ru.wikipedia.org/wiki/Коммерциализация_инновационного_продукта) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
54. Коммерциализация результатов научных исследований - объектов интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] URL: [https://studme.org/15800119/investirovanie/kommertsializatsiya\\_rezultatov\\_nauc](https://studme.org/15800119/investirovanie/kommertsializatsiya_rezultatov_nauc)

hnyh\_issledovaniy\_obektov\_intellektualnoy\_sobstvennosti (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

55. Результат проекта [Электронный ресурс] URL: [https://sisu.ut.ee/basic\\_of\\_project\\_work/44-результат-проекта](https://sisu.ut.ee/basic_of_project_work/44-результат-проекта) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

56. Управление проектом [Электронный ресурс] URL: <http://market-pages.ru/invmenedj/9.html> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

57. Все об ограничениях проекта,» [Электронный ресурс] URL: <https://upravlenie-proektami.ru/vse-ob-ogranicheniyah-proekta>. (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

58. План проекта [Электронный ресурс] URL: <https://pmpractice.ru/knowledgebase/gloss/detail/629.php> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

59. Диаграмма Ганта для управления проектами: плюсы и минусы [Электронный ресурс] URL: <https://blog.ganttpro.com/ru/gantt-chart-online-project-planning-pros-cons-ru/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

60. Бюджет научного исследования [Электронный ресурс] URL: <https://megaobuchalka.ru/3/25627.html>. (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

61. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Государственный внебюджетный фонд](https://ru.wikipedia.org/wiki/Государственный_внебюджетный_фонд)

62. Как нормировать затраты на электроэнергию [Электронный ресурс] URL: <https://fd.ru/recommend/2631-kak-normirovat-zatraty-na-elektroenergiyu> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)

63. Риски в управлении проектами [Электронный ресурс] URL: [https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/Риски\\_в\\_управлении\\_проектами](https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/Риски_в_управлении_проектами) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
64. Интегральный финансовый показатель [Электронный ресурс] URL: <https://lektsii.org/7-7417.html> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
65. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
66. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
67. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
68. Производственная безопасность [Электронный ресурс] URL: <http://www.nwbiot.narod.ru/050.htm> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
69. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
70. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
71. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов.
72. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях (пункты 2.1.1, 2.3, 3.1-3.8, 4.3.1, 5.1-5.2, 7.1-7.11, 8.1-8.5, а также пункты 1.1, 3.12, 3.13 и другие в части, относящиеся к производственной среде).
73. ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности.



74. Микроклимат производственных помещений [Электронный ресурс] URL: <https://websot.jimdo.com/обучение/учебный-курс/микроклимат-производственных-помещений/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
75. ГОСТ 50948-2001 Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.
76. ГОСТ 12.1.005-88 (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
77. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
78. Освещение помещений и рабочих мест,» [Электронный ресурс] URL: <https://websot.jimdo.com/обучение/учебный-курс/освещение-помещений-и-рабочих-мест/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
79. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
80. Защита от воздействия электромагнитных полей,» [Электронный ресурс] URL: <https://websot.jimdo.com/обучение/учебный-курс/защита-от-воздействия-электромагнитных-полей/> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
81. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
82. ГОСТ Р 50948-2001, Средства отображения информации индивидуального пользования, общие эргономические требования и требования безопасности.

83. Санитарные нормы шума на рабочих местах [Электронный ресурс] URL: <https://buhguru.com/ohrana-truda/sanpin-normi-shuma-rab-mesto.html> (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
84. Куликов Г.Б. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: Учебник / Г.Б. Куликов; Моск. гос. ун-т печати. Москва: МГУП, 2010. 408 с.
85. ГОСТ 12.1.003–2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
86. Экологическая безопасность [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Экологическая\\_безопасность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Экологическая_безопасность) (Дата обращения: 23.03.2019 г.)
87. СанПиН РФ 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
88. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
89. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7.
90. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учеб. Пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 447с.

## Приложение А

(справочное)

Раздел магистерской диссертации на иностранном языке

### The tool of initial design form of the unit in the design method

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Петров Юрий Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Серяков В.А.	к.т.н.		

Консультант– лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Диденко А.В.	к.ф.н.		

## **Introduction**

Form making is the process of creating a certain form in the activities of the artist, architect and designer. This process is associated with common cultural setting and certain requirements that are related to the aesthetic expressiveness of the future object, its function, construction and materials.

Form making in the design includes the spatial organization of the elements of the product (complex, environment), determined by its structure, layout, production technology, as well as the aesthetic concept of the designer. It is the decisive stage of design creativity; in its process both functional characteristics of the object of design and its artistic and figurative solution are fixed. As an example of existing methods of form making, the methods tried by the author are taken.

The main objectives are:

1. To analyze all the positive and negative aspects of the methods of design at the preliminary stage of a development.
2. To offer a decision of conceptual elaboration of the product.
3. To analyze the effectiveness of the old methods and the new one.

## **Design process algorithm**

Fundamental signs in the design of complex tasks are uncertainty and diversity. With each design stage uncertainty and quantity of ways of solving the task are decreasing. In order to avoid these moments, it is necessary to discern two main features that are a sequence and iteration. This principle allows strictly following the design stages and adjusts the solution during the development process, based on the previous stages. Design stages are divided into technical task, technical proposal, draft design, technical project and development of working documentation.

The main stage for consideration of this work is a draft design. At this stage, search and a quick fix take place, which is the result of the analysis of the idea. The

stage can be divided into two parts, which differ in the completeness of the idea. Ideas are a sketch and demo drawing.

A sketch is the beginning of the search for an idea, without processing details. The result is only a generalized, conditional and concise image. The main thing is the ease and quality of the image.

The demonstration drawing is designed to show the completion of the form. The composition, the clarity of the lines and the presentation of the idea are taken into account.

The considered stage is not the only way to solve the problem posed by searching and defining ideas. In the era of high technology, there are different ways for everyone to quickly fix a sketch; it can be done not only with pencil and paper. Professional designers apply different ways such as modeling, taking into accounts the basic dimensions of an industrial facility or sculptural clay modeling or digital modeling.

This research explores three main types of search and creation forms which are the sketching, 3D modeling and sculpting.

### **Sketching**

Sketching is a way of presenting visual images and conceptualizing an assigned task. This method is used in educational institutions of creative orientation, such as architecture and design. The sketching method is aimed at confirming practical skills and, for the most part, developing creative thinking.

The main advantage of this method is that it is resource efficient. The sketch is carried out in a short time and with minimal material costs, mainly on paper using any graphic tools (pencil, marker, etc.).

The main drawback of the item is its incompleteness. This method allows getting the first idea of the form on paper, but without the possibility of interaction with it. It is not possible to edit it or continue to work with it further.

### **3D modeling**

3D modeling is the process of developing a visual three-dimensional image of the desired object. By definition, 3D modeling is the second stage in the realization of an idea, the first of which is a sketch. The main feature of 3D modeling is its capabilities. This method allows getting almost the final form and implement it in any convenient way. Animation, virtual reality, computer games, 3D printing and processing on CNC machines, the possibilities for translating the idea of forms are enormous.

The lack of 3D modeling is manifested in its resource intensity. To implement the idea, a user needs good skills and knowledge of modeling software. A computer and a large amount of time will be needed for the modeling process itself, because this process is quite laborious.

### **Sculpting**

Sculpting is the creation of a product in bulk form at one of the design stages. But, as follows from the previous forms search methods, this method can be initial and used without creating sketches and three-dimensional modeling. The ability to use this method depends on the skills and preferences of the designer.

The main feature of prototyping are its clarity and completeness. This is almost the final stage of the design project, when there is a check of the layout and aesthetic solutions. The layout is almost the final model, on which it is possible to check the materials, physical properties and ergonomics of the form, as well as using a reference book with the necessary functionality, as a prototype, before its release into production.

An important disadvantage of this method is the high consumption of resources. The method requires a significant amount of material to create a model of sculpture, a large organized workplace with tools, excellent skills and experience in three-dimensional modeling.

## **Generating forms and objects**

Procedural generation is the process of creating an object using mathematical algorithms, in which user participation is limited. The process allows getting a result as quickly as possible. The method will significantly save time and increase the uniqueness compared to the manual way of creating content.

The quality and type of generation depends only on the specified data, which are the basis of the algorithm. It is possible to create an algorithm that will be auxiliary. As an example, using of this algorithm will help to design a room and fill it with pre-modeled objects. At the same time, the room size data will be entered, and objects to fill will be present. Due to the ability to resize, the room will be presented in different perspectives: both in size and in appearance.

The execution algorithm is a step-by-step execution of actions that leads to a certain result, as if the process was executed manually. The artist will spend four hours and draw two different pictures from one still life. The procedural algorithm will repeat all its actions in one second and will receive 14400 variants of the image, where the developer of the algorithm determines the basis of variability.

### **The existing means of procedural generation of objects**

Generation with using the algorithm saves time and part of the work is transferred to the computer. This is especially important for working in limited time mode or for the increasing performance. There is a large number of software package users who are trying to simplify and automate complex or routine work by creating special add-ons (scripts or plug-ins) to perform such tasks.

## **Rock Generator**

The author's program of Alessandro Ardolino, which was published on 08.06.2010, allows generation of stones in order to use images and visualization later. Features of the program are:

- a) predefined settings of different forms;
- b) customizable parameters;
- c) automatic creation of a low-poly grid with determination of coordinates;
- d) creating maps with shading.

The peculiarity of this program is that it is intended only for the generation of rocks. The quality of the model is a high program that can produce a low poly mesh, as well as design a high poly mesh. This allows using it in the games developing. CGI artists and game designers can use this program for their projects.

## **Spline Fibers**

The author's program of Vladislav Bodyul, which was published on 20.04.2014, allows creating difficult spline designs around the designated curve. Possibilities of the program are:

- a) figure parameters with a possibility of control;
- b) a possibility of addition materials and groups before the generation directly in the program.

This program allows receiving exclusively spline construction. The CGI artists using the received geometry for reconstruction of sci-fi or post-apocalyptic structures with the subsequent render can use a script.



## **Debris Maker**

The author's program of Aaron Dabelow which was published on 27.07.2014 allows creating a large number of various structures, such as: stones, bricks, metal sheets, grass, gravel, leaves, boards and many other things. Possibilities of the program are:

- a) a large number of the generated objects;
- b) the configured quality settings

This plugin is useful both for CGI artists who use the resulting geometry to recreate naturalistic structures with a subsequent render, as well as for game designers who can use low poly objects in their design.

### **Analysis of technical solutions**

All considered programs are a quality solution for modeling the necessary objects. Due to the large functionality and well-thought-out algorithms, the result in most cases corresponds to the task. Detailed grid corresponds to user preferences. These methods for generating objects save time of CGI-artists. It is much faster to make a simulation, which allows directing forces to more important tasks.

These programs create already existing realistic objects, which excludes conceptual modeling and digital embodiment of ideas. From the point of view of the problem in conceptual modeling, there is a search for a form that does not exist either in the world or in the imagination, and, accordingly, these programs are not suitable.

### **Analysis of consumer market**

The functional is a mathematical concept that has arisen in the calculus of variations for the designation of a variable that is defined for a set of functions, depending on the choice of one or several functions. For example, the length of the arc of a curve connecting two fixed points will be a functional, since the length of the arc depends on the choice of the function whose graph connects these points.

From the point of view of the consumer, functionality of the program is the parameters with the help of which it is possible to really get the desired result. A large number of these parameters allows expanding the capabilities of the program and at a deeper level to adjust the desired result.

In order to reach more consumers, it is necessary to balance the complexity and extensiveness of the program functionality with its simplicity. Then any user will be able to work with the maximum possible number of software functions without losing the quality of the task.

### **Aesthetics of form and style**

The aesthetic value of an item depends not only on its natural qualities, but also on the social circumstances in which it is included. One of the main “natural” properties that makes the world around people so interesting and continues to please the eye, is the golden ratio. Since this method has been accepted, many artists and architects have used it in their works. This is a “universal” proportion that makes people’s brain perceive it as something logical and harmonious.

This aspiration finds implementation generally in two options – upward growth or an extent on the Earth's surface and twisting on a spiral. Everything that acquires a certain form, is formed, grows, seeks to take its place in space and save itself. The shell is twisted in a spiral and in the unfolded state; it turns out the length, slightly inferior to the length of the snake. The small ten-centimeter shell has a 35 cm long spiral. The spiral shape is very common in nature. If the spiral shape is not taken into account, the idea of the golden section will be incomplete.

The shape of the curved shell attracted the attention of Archimedes. He studied this phenomenon and recognized the spiral equation as invalid. The spiral drawn on this equation named after him. Currently, Archimedes spiral is widely used in the design of equipment.

Goethe emphasized the tendency of natural processes to spiral form. The spiral arrangement of leaves on the branches of trees was noticed long time ago.

The form of the spiral is easily displayed in the arrangement of sunflower seeds, pine cones, pineapples, cacti, and etc. The collaboration of botanists and mathematicians made it possible to notice these amazing natural phenomenon more pronounced. It turned out that due to the location of the leaves on the branch (sunflower seeds, cones of Fibonacci pine, etc.), the law of the golden section is proved. A spider weaves a web in a spiral, a hurricane spins in a spiral. A frightened herd of deer runs in a spiral. The DNA molecule is rotated by a double helix. Goethe called the spiral a "life curve".

This property is built into the developed program for generating forms that will be created in accordance with the property of the golden section. This property in the form of mathematical formulas for displacing the coordinates of the grid will allow obtaining “interesting” forms with each generation.

### **Ergonomics and Anthropometry**

When designing objects with which people interact in one way or another, ergonomic and anthropometric parameters must be taken into account. In other words, this is the so-called human-equipment-environment assessment.

The main parameter that sets the shape of the future model is the size of the object. But this parameter is the initial one. After generation, the final size of the object may change. It is important to understand that the automatic generation of forms, as well as the essence of the concept implies the generation of a large number of forms for subsequent work with them. The end result will not be a finished product, but a form on the basis of which something else is being made.

### **Input data**

The input is the starting point at the beginning of the algorithm for building something. A dataset is needed that will identify the task and narrow the scope. Based on this information, it is possible writing a program that will produce results, but the needs of users can and will be different. For this there are interaction interfaces through which the user can change and set own input data of the program.

In order for the user to easily solve the task and get closer to the result, it is necessary to expand the scope of the program in order to establish the necessary criteria. To do this, a certain functionality is created that stands between the user and the end result and at the same time helps to establish interaction in the development of the program. This is a part of the program interface.

As mentioned earlier, the balance between ease of management and the amount of functionality is needed in order not to overload the user with information. To understand what data is necessary for the program to work, and what needs to be brought out to the interface for the user, it is necessary to build an algorithm by which the program will work.

### **Functional of the program**

A program for digitally generating forms provides extensive opportunities for a variety of actions. Attracting new ideas will allow getting as many opportunities as possible for implementation, which means that the program can be developed so that the quality and efficiency will increase.

The program is written in the internal language of the software package Autodesk 3ds Max - MAXScript, which uses the capabilities of the program at the operator level. By attracting people with knowledge of programming, it is possible to separate the development from the existing software package and implement their own. This will greatly expand the scope of possible actions.

## **Conclusion**

Based on the results of the study of design approaches and methods of formation, a program for generating forms has been created. The existing methods have been analyzed in order that the new program could quickly create a correct and interesting form for further work and convert it into an object for design.

As a result, there is a tool that allows the designer to work with several forms at the same time, while there is no need to spend time on the intermediate stages of the form search. The program is easy to use; it has a clear interface with thoughtful functionality and involves logistics in the technical components of the project.

## References

1. The official website of Autodesk [Electronic resource] URL: <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview> (Accessdate 6.07.2018);
2. Procedural generator of rocks [Electronic resource] URL: <http://www.scriptsport.com/3ds-max/scripts/rock-generator> (Access date 6.07.2018);
3. Golden Section [Electronic resource] URL: <http://n-t.ru/tp/iz/zs.htm> (Access date 23.03.2019);
4. Introduction to the case method: what are cases and why are they needed [Electronic resource] URL: <https://changellenge.com/article/chto-takoe-keysy/> (Access date 23.03.2019);
5. MAXScript [Electronic resource] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MAXScript> (Access date 23.03.2019);

# Приложение Б

(справочное)

## Планшеты с графическим представлением материала

### ИНСТРУМЕНТ ЭСКИЗНОЙ ПРОРАБОТКИ ФОРМЫ ИЗДЕЛИЯ ПРИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИИ

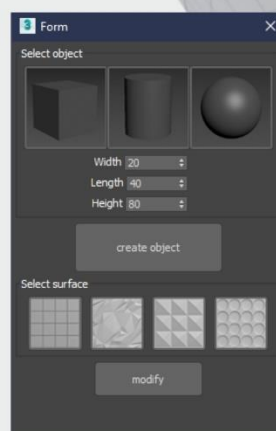
Этапы дизайн-проектирования:

- Техническое задание
- Техническое предложение
- Эскизный проект - внедрение программы
- Технический проект
- Разработка рабочей документации

«Потребитель - любой человек, который хочет создавать»

Интерфейс:

1. Выбор начальной формы
2. Ввод размеров
3. Генерация формы
4. Выбор фактуры
5. Модификация формы



### Программа для цифровой генерации форм

- Экономия времени
- Развитие воображения
- Бесконечное количество форм
- Широкий охват потребителей

### Аналоги

Концептуальное моделирование

Скорость Работы

Гибкость результата

- Rock Generator
- Spline Fibers
- Debris Maker
- Разработка



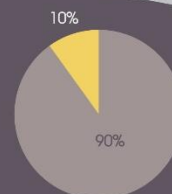
### Сравнительная эффективность с другими методами формообразования

Скорость выполнения 49,5%

Качество 21,6%

Удобство 10,3%

■ - программа для генерации  
■ - другие методы



Оценка пользователей:  
■ - отлично  
■ - хорошо



**Ваза**

Примитив: цилиндр  
Размеры: 80 x 90 x 260 мм  
Время создания: 40 секунд

**Диван**

Примитив: параллелепипед  
Размеры: 1120 x 400 x 470 мм  
Время создания: 10 минут

**Корпус компьютера**

Примитив: параллелепипед  
Размеры: 480 x 180 x 480 мм  
Время создания: 6 минут


**Фактурные модификации формы**

Время создания: 1-2 секунды

Mercedes Silver Arrow

Сгенерированная форма

Конечное концептуальное решение

 **ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Работу выполнил: Петров Юрий Сергеевич  
студент группы 8ДМ71  
Научный руководитель: Серяков Вадим Александрович  
доцент ОАР ИШТИР