

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем
Направление подготовки 09.04.04 – Программная инженерия
Магистерская программа управление разработкой программного обеспечения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
_____ А.В. Бушманов
«_____» _____ 2016 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: Разработка системы 3D-моделирования технического устройства
легкового автомобиля ВАЗ-2107

Исполнитель студент группы 457ом	_____	А.К. Медведев
	(подпись, дата)	
Руководитель профессор, доктор техн. наук	_____	И.Е. Еремин
	(подпись, дата)	
Руководитель магистерской программы профессор, доктор техн. наук	_____	Е.Л. Еремин
	(подпись, дата)	
Нормоконтроль доцент, канд. физ.-мат. наук	_____	В.В. Еремина
	(подпись, дата)	
Рецензент	_____	Т.В. Труфанова
	(подпись, дата)	
Рецензент	_____	М.С. Сычев
	(подпись, дата)	

Благовещенск 2016

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 74 с., 50 рисунков, 11 таблиц, 52 источника, 4 приложения.

ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТРЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА, РАЗРАБОТКА, ИНТЕРФЕЙС, ОТОБРАЖЕНИЕ, ГРАФИЧЕСКИЙ ВИЗУАЛИЗАТОР

Объектом исследования является методика трёхмерного моделирования технических систем легкового автомобиля ВАЗ-2107.

Цель работы: разработка автоматизированной информационной системы, позволяющей демонстрировать техническое устройство легкового автомобиля ВАЗ-2107 и выводить основную информацию о его системах. При этом разрабатываемый программный продукт не должен быть чрезмерно требовательным к ресурсам персонального компьютера на котором будет использоваться. Программа должна иметь интуитивно понятный интерфейс.

В процессе выполнения данной магистерской диссертации, происходила разработка системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, которая осуществлялась с использованием нестандартной технологии. Для создания реалистичных трёхмерных моделей узлов и агрегатов автомобиля, было использовано трёхмерное моделирование каждого из объектов поотдельности, с последующим присвоением специальных физических свойств каждому из этих объектов, а также добавлением характеризующей их информации. После чего, все эти объекты были скомпонованы в полноценную модель автомобиля включающую в себя все основные технические системы, которые можно при необходимости подключать и отключать из окна демонстрации.

					ВКР.145380.090404.ПЗ			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Медведев А.К.			РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2107	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		Еремин И.Е.				У	2	82
<i>Руковод. маг. программы</i>		Еремин Е.Л.						
<i>Н. контр.</i>		Еремина В.В.						
<i>Зав. каф.</i>		Бушманов А.В.						
						АмГУ кафедра ИУС		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Общий обзор решаемой задачи	12
1.1 Существующие подходы к решению подобных задач	12
1.2.1 3D-моделирование технических устройств	12
1.2.2 Подход к 3D-моделированию Autodesk	15
1.2 Примеры аналогичных программных продуктов	17
1.3 Постановка задачи	18
1.4 Характеристика области применения разрабатываемой системы	19
2 Обеспечивающие подсистемы	22
2.1 Программное обеспечение	22
2.1.1 Средства трёхмерного моделирования изображений	22
2.1.2 Визуализаторы трёхмерного пространства	26
2.2 Информационное обеспечение	28
2.3 Техническое обеспечение	30
3 Программная реализация системы 3D-моделирования ВАЗ-2107	33
3.1 Моделирование трёхмерных компонентов автомобиля ВАЗ-2107	34
3.2 Наложение текстур на полученные трёхмерные объекты	41
3.3 Реализация модуля визуализации	44
3.4 Демонстрация полученного программного продукта	51
3.5 Проектирование базы данных	54
3.5.1 Инфологическое проектирование	54
3.5.2 Логическое проектирование	59
3.5.3 Физическое проектирование	63
3.6 Руководство пользователя	66
Заключение	70
Библиографический список	71
Приложение А Свидетельство о государственной регистрации программы	75
Приложение Б Концептуально-инфологическая модель базы данных	78

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

Приложение В Логическая и физическая модели базы данных

79

Приложение Г Листинг программного кода

81

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					4

ВКР.145380.090404.ПЗ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В магистерской диссертации использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 24.104-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Общие требования;

ГОСТ 24.702-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения;

ГОСТ 24.703-85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Типовые проектные решения в АСУ. Основные положения;

ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;

ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;

ГОСТ 34.603-92. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем;

ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения;

РД 50-682-89. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Общие положения;

РД 50-680-88. Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения;

РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АИС – автоматизированная информационная система

БД – база данных

ИУС – информационные и управляющие системы

НИР – научно-исследовательская работа

ОС – операционная система

ПГМ – пространственно-геометрическая модель

ПО – программное обеспечение

ПС – программное средство

СУБД – система управления базами данных

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

В наше время компьютерные технологии очень тесно связаны с большинством сфер человеческой деятельности. Информационные технологии упрощают многие задачи, которые выполняются людьми, как в здравоохранении, сфере образования, строительстве, оборонной продукции, средствах массовой информации и многих других. Стремительное развитие технических устройств, позволяющих обрабатывать современные виды информации, с каждым годом существенно усовершенствует данный процесс. Но из-за высоких цен на современное оборудование не каждая организация или обычный пользователь обладает возможностью регулярно обновлять свои технические устройства, а так как для обработки более качественной информации требуется наиболее ресурсоёмкое оборудование, приходится жертвовать качеством отображения этой информации, что негативно сказывается на её целостности и достоверности.

В связи с этим очень актуально в наше время создавать программное обеспечение, позволяющее работать на технических устройствах малой мощности без потери качества передаваемой информации.

В данной диссертационной работе будет подробно рассмотрена методика и сам процесс создания программного продукта, позволяющего успешно работать на не самых современных персональных компьютерах, при этом не теряя качества передаваемой информации, на примере системы 3D-моделирования технических устройств легкового автомобиля ВАЗ-2107.

Основной задачей, представленной в данной магистерской диссертации будет нахождение специальной методики разработки трёхмерных моделей автомобиля и его технических устройств, а также дальнейшей их визуализации, которая будет оптимизирована для работы на не самых современных персональных компьютерах и рабочих станциях. Разрабатываемая автоматизированная информационная система должна позволять наглядно получать информацию о техническом устройстве легкового автомобиля ВАЗ-2107 как в виде трёхмерных моделей, так и в виде текстовой информации.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

Попутной задачей будет являться найти дальнейшее применение не только самой методики разработки программного обеспечения и моделирования трёхмерных объектов, но и найти возможность применения разрабатываемой в ходе выполнения диссертационной работы автоматизированной информационной системы 3D-моделирования технических устройств легкового автомобиля ВАЗ-2107.

В связи со сложившейся ситуацией в сфере специального образования, а именно, необходимости внедрения современных компьютерных технологий и быстрого развития информационных систем, возникла идея применения разрабатываемой автоматизированной информационной системы, для обучения техническому устройству легкового автомобиля ВАЗ-2107 в различных автошколах Российской Федерации, а также стран ближнего зарубежья, в которых для обучения в автошколах используется серийный автомобиль российского производства ВАЗ-2107. Исходя из этого, разрабатываемый в данной диссертационной работе программный продукт может выступать в качестве наглядного пособия при проведении практических занятий по изучению внутреннего устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107 и получения подробного описания каждому из агрегатов данного автомобиля. Разрабатываемый программный продукт должен использовать в своей основе низко-полигональные трёхмерные модели, благодаря которым данная система не будет являться ресурсоёмкой и сможет быть использована практически на любом персональном компьютере, используемом в наше время.

В основу разработки легла трёхмерная компьютерная модель кузова автомобиля, заимствованная с общедоступного электронного сетевого ресурса. В рамках создаваемого программного продукта 3D-модели узлов и агрегатов были доработаны за счет трёхмерного моделирования, а также разработаны недостающие трёхмерные модели деталей автомобиля ВАЗ-2107.

В результате моделирования и разработки должна быть получена автоматизированная информационная система, трёхмерного компьютерного моделирования технического устройства серийного легкового автомобиля ВАЗ-2107, с возможностью использования любыми пользователями персонального компьютера и

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

на большинстве компьютеров, используемых в наше время без потери качества отображения информации.

В ходе разработки автоматизированной информационной системы 3D-моделирования технического устройства ВАЗ-2107 будет получена и отработана на практике методика моделирования трёхмерных объектов и разработки программного обеспечения по их визуализации, которая будет позволять качественно отображать трёхмерные объекты с помощью персональных компьютеров без чрезмерной нагрузки на их аппаратную часть. Программные продукты, реализованные под средством данной методики, не будут занимать большое количество памяти устройства, на котором будет производиться их использование. Поэтому кроме того, как использовать конкретную автоматизированную информационную систему в сфере обучения технического устройства легкового автомобиля, данную методику можно будет применять при моделировании трёхмерных объектов и их визуализации в различных сферах, где на данный момент задействованы трёхмерные объекты, как в архитектуре, медицине, автомобилестроении, оборонной промышленности и прочих сферах использования трёхмерных объектов.

Данная методика будет актуальна не только для компьютеров малой мощности, производительность которых не позволяет качественно отображать требовательные к аппаратному обеспечению трёхмерные объекты, но и при использовании на самых современных компьютерах, которые задействованы в сферах, где важна каждая доля секунды. Исходя из того, что их мощная аппаратная часть способна превосходно справляться со всеми поставленными задачами за короткое время, обработка трёхмерных объектов, разработанных при помощи методики используемой при создании программного продукта данной магистерской работы, будет происходить гораздо быстрее, что немаловажно в задачах требующих скорейшего выполнения.

Исходя из полученных результатов выполненной магистерской диссертации, в ходе моделирования трёхмерных объектов и их визуализации в автоматизированной информационной системе 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, была выявлена научная новизна. Научная

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

новизна данной диссертационной работы заключается в том, что моделирование трёхмерной модели автомобиля ВАЗ-2107 и его технических систем, а также узлов и агрегатов происходит по отдельности. Каждая система автомобиля выполнена обособленно от остальных и при необходимости может подгружаться к общей модели, на заранее определённое ей место, тем самым, не загромождая общей картины визуализации. При необходимости, лишние модели можно в любой момент отключить, лишь нажав на отведённую для этой функции кнопку. Тем самым данная методика обеспечивает незначительное потребление ресурсов и занимает небольшое количество памяти, в отличие от ранее используемой технологии моделирования по слоям, которая загружала персональный компьютер и использовала большое количество памяти на жёстком диске. Помимо этого, используемая в ходе выполнения диссертационной работы методика, основана на низкополигональном моделировании, которое также экономит ресурсы аппаратного обеспечения как при непосредственном моделировании объектов, так и при дальнейшем их использовании. Низкополигональное моделирование снижает нагрузку как на центральный процессор, так и на оперативную память, так как вместо использования тысячи полигонов, будет задействована лишь пара десятков, а основная нагрузка детализации изображения ложится на текстурирование, в основе которого лежит двухмерное изображение, которая не занимает большого количества памяти. При этом снижается нагрузка на аппаратное обеспечение, а качество детализации будет напрямую зависеть от качества изображения используемого в качестве текстуры.

В ходе выполнения магистерской диссертации было принято участие в четырёх научных конференциях, сделано три публикации научных статей на тему данной диссертационной работы, а также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ для разработанной системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107.

Было принято участие в XXII научной конференции АмГУ «День науки-2013» в секции «Информатика и вычислительная техника» с выступлением на тему данной магистерской диссертации, за что был награждён дипломом II степени.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

С темой данной магистерской диссертации принимал участие в XIV-й региональной научно-практической конференции с межрегиональным и международным участием «Молодёжь XXI века: шаг в будущее», за что был награждён сертификатом участника.

Был участником XVI-й региональной научно-практической конференции с межрегиональным и международным участием «Молодёжь XXI века: шаг в будущее», за что был награждён сертификатом участника.

Была опубликована статья на тему «Система 3D-моделирования технического устройства серийных автомобилей» в ежегодном научном журнале «Молодёжь XXI века: шаг в будущее» Благовещенск, ДальГАУ, 2013 год.

Была опубликована статья на тему «Система трёхмерного моделирования технического устройства автомобиля» в научном журнале «Ученые заметки Тихоокеанского государственного университета» Хабаровск, ТОГУ, 2013 год.

Была опубликована статья на тему «Система 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107» в ежегодном научном журнале «Молодёжь XXI века: шаг в будущее» Благовещенск, АГМА, 2015 год.

Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619069 (РФ). Система 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107. Зарегистрировано 25.09.2013.

Копии диплома, сертификатов участника и свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ разработанной системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, представлены в приложении А.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

1 ОБЩИЙ ОБЗОР РЕШАЕМОЙ ЗАДАЧИ

Трёхмерная графика – это особый раздел компьютерной графики, а также совокупности приемов и инструментов, специализирующихся для изображения объёмных объектов.

Трёхмерная компьютерная модель – это объект, моделирование которого происходит на персональном компьютере, для дальнейшей детальной проработки форм геометрии будущих изделий или визуальных элементов.

Трёхмерное моделирование – это непосредственно сам процесс создания 3D-моделей каких-либо объектов. Основная задача трёхмерного моделирования, воссоздавать визуальный образ необходимого объекта в объёмном виде. Благодаря трёхмерной графике, возможно, создавать абсолютные копии определённых объектов и разрабатывать что-либо несуществующее в реальном мире.

Широкое применение трёхмерной компьютерной графики происходит в большинстве компьютерных игр, телевидении, средствах массовой информации и кинематографе.

1.1 Существующие подходы к решению подобных задач

1.1.1 3D-моделирование технических устройств

В большинстве случаев трёхмерная графика используется в воображаемом трёхмерном пространстве, отображение которого происходит на плоской, двухмерной поверхности дисплея. В настоящее время известно несколько способов отображения трёхмерных объектов в объёмном виде, но большинство из них осуществляют это весьма условно, так как работают со стереоизображениями. При этом используются стерео очки, 3D-дисплеи и виртуальные шлемы, способные демонстрировать трёхмерные изображения.

Трёхмерные модели делятся на три основных вида:

- 1) каркасная;
- 2) поверхностная;
- 3) твердотельная.

Каркасная модель является самой простой и лёгкой, в большинстве случаев

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

используется для визуализации.

Поверхностная модель является наиболее сложной, включает в себя информацию о поверхностях и контурах.

Модель, которая имеет наибольшую информационную значимость, это твердотельная модель. Она включает в себя информацию об объеме, материале, контуре, что важно для расчёта веса разрабатываемой детали.

Если пользователю необходимы готовые изделия или опытные образцы, в наше время вполне реально промоделировать их для дальнейшего изготовления, например, методом прототипирования или раскроем металла для последующего изготовления корпусных изделий. Для работы непосредственно с технологиями изготовления деталей, преимущественно требуется твердотельные модели, так как они наиболее пригодны для дальнейшей обработки САД программами.

Традиционная технология получения отливок выполняется по схеме – разработка конструкторской документации, далее изготовление мастер-модели, после чего изготовление песчаной формы и её заливка расплавом металла. Наиболее трудоемкой частью данного процесса является изготовление мастер-моделей в соответствии с требованиями к будущей отливке. Изготавливают мастер-модели разными способами: на одних предприятиях детали фрезеруют из пластмасс, мягких металлов или дерева на станках с ЧПУ, на других – изготавливаются ручным способом мастерами-модельщиками. Но все эти методы требуют задействования производственных мощностей, использования высококвалифицированного ручного труда и, больших затрат времени. В современных условиях имеется возможность быстро, качественно и недорого изготавливать мастер-модели новых изделий для последующего получения отливок – это технологии быстрого прототипирования.

Быстрое прототипирование – это послойное построение физической модели (прототипа) в соответствии с геометрией САД-модели. Основное отличие данной технологии от традиционных методов изготовления заключается в том, что изделие создается не отделением материала от заготовки, а послойным наращиванием материала, составляющего модели, включая входящие в нее внутренние и даже

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

подвижные части. Весь процесс данного моделирования выполняется на специально разработанных для таких целей устройствах, которые называются 3D-принтерами.

Для создания компьютерных 3D-прототипов будущих мастер-моделей можно использовать различные компьютерные графические редакторы, позволяющие выполнять объемное 3D-моделирование и сохранять изображение в формате STL. Оптимальным вариантом будет применение интегрированных конструкторско-технологических систем, применяемых на большинстве предприятий и позволяющих помимо моделирования решать и технологические задачи вплоть до программы для реализации на станке с ЧПУ. В системах компьютерной инженерной графики есть возможность производить проектирование по принципу «компьютерного инжиниринга» когда первоначальным источником информации для дальнейшей разработки является либо уже созданная или создаваемая разработчиком объемная модель изделия как показано на рисунке 1.

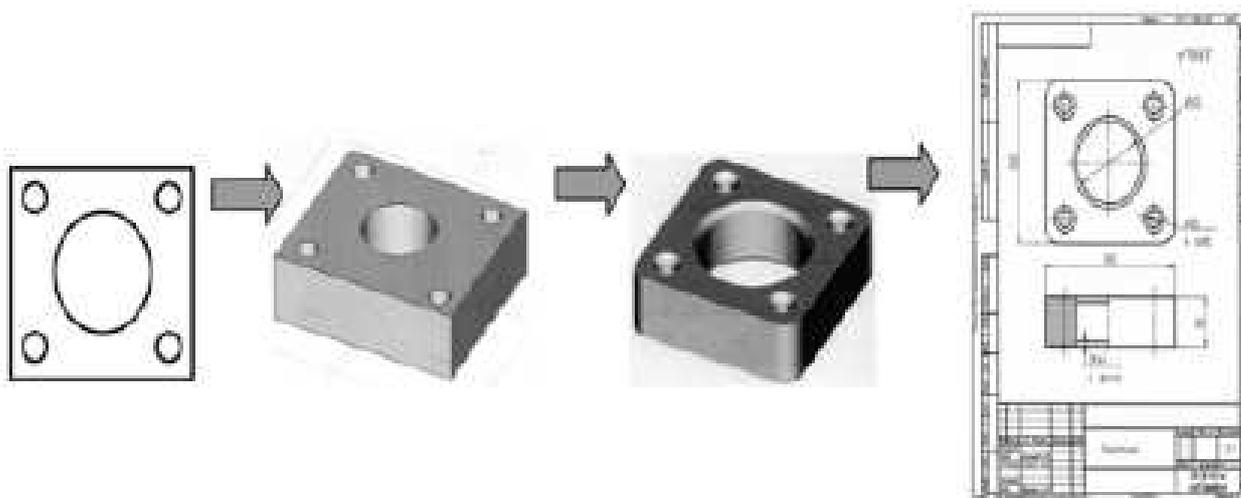


Рисунок 1 – Схема компьютерного инжиниринга при разработке чертежа

В настоящее время многие организации для получения наиболее наглядного трёхмерного объекта, используют успешно развивающуюся технологию быстрого прототипирования, которая позволяет осуществить представление математической модели объекта в виде твёрдого тела. Для этого в большинстве случаев используются 3D-принтеры, трёхмерный прототип части двигателя представлен на рисунке 2.

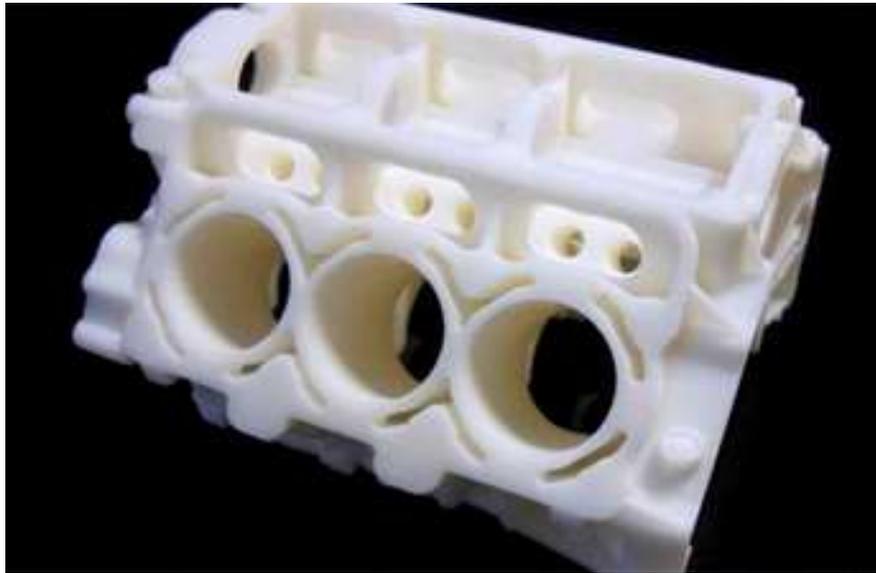


Рисунок 2 – Трёхмерный прототип части двигателя

Очень распространено в наше время моделирование трёхмерных объектов на плоскости. Для получения 3D-изображения на плоскости, требуется осуществить следующие шаги:

- а) моделирование – это непосредственно создание трёхмерной математической модели самой сцены и объектов находящихся в ней;
- б) текстурирование – назначение поверхностям моделей растровых или процедурных текстур (подразумевает также настройку свойств материалов – прозрачность, шероховатость отражения и другое);
- в) освещение – установка и настройка необходимых источников света;
- г) анимация (в некоторых случаях) – придание движения объектам;
- д) динамическая симуляция (в некоторых случаях) – автоматический расчёт взаимодействия частиц, твёрдых/мягких тел и других, с моделируемыми силами гравитации, ветра, выталкивания и прочее, а также взаимодействие трёхмерных объектов друг с другом;
- е) рендеринг (визуализация) – построение проекции изображения, в соответствии с выбранной физической моделью;
- ж) композитинг (компоновка) – доработка изображения;
- з) вывод полученного трёхмерного изображения на устройство вывода – дисплей или принтер.

1.1.2 Подход к 3D-моделированию Autodesk

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

Autodesk – компания, крупнейший на мировой арене поставщик программного обеспечения, для гражданского и промышленного строительства, машиностроения, рынка средств массовой информации и развлечений. Этой компанией разработано большое количество тиражируемых программных продуктов для инженеров, архитекторов и конструкторов. На 2016 год насчитывается более 10 миллионов пользователей продукцией компании Autodesk по всему миру. Логотип компании Autodesk представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Логотип компании Autodesk

Кроме выпуска программного обеспечения, предназначенного для моделирование трёхмерных объектов, компания Autodesk занимается разработкой 3D-моделей собственного производства. При этом используя собственное программное обеспечение и технологию моделирования.

Моделирование сложных трёхмерных объектов компанией Autodesk производится по слоям, постепенно накладывая, их друг на друга, в результате чего получается полноценная трёхмерная модель какого-либо объекта.

После проведения тестирования работы таких трёхмерных объектов, можно прийти к выводу, что их технология моделирования является избыточной. Так как модели получаются требовательными к ресурсам аппаратного обеспечения персонального компьютера. Кроме того, такие объекты в дальнейшем очень сложно поддаются доработке, так как для редактирования нижних слоёв, необходимо воздействовать на верхние слои. Ещё одним минусом является то, что такие объекты практически невозможно программным образом, не изменяя модель, производить её разбиение на части.

В данной магистерской диссертации предлагается технология последующей компоновки отдельно смоделированных трёхмерных объектов, напоминающая собой «матрёшку», благодаря чему появляется возможность программного подключения и отключения необходимых объектов, так как всегда будет иметься доступ к каждой из частей общей трёхмерной модели. Однако и в предлагаемой в

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

данной диссертационной работе методике есть минус, он заключается в том, что нужно быть внимательным с заданием размеров и непосредственного расположения частей общей трёхмерной модели, так как все её части независимы друг от друга и при неправильном на неё воздействии может произойти их смещение, что изменит общую достоверность разрабатываемой модели.

1.2 Примеры аналогичных программных продуктов

В настоящее время существует множество трёхмерных моделей автомобилей, большинство из них представляют собой обычные 3D-модели в различных форматах, в зависимости от среды их разработки, эти модели можно использовать только с помощью специальных программных средств, обычному пользователю они недоступны. Помимо таких моделей существуют программы, разработанные в среде SDK DirectX, они дают возможность просмотр 3D-моделей без специализированных программ, но в них есть минусы, то, что они являются ресурсоёмкими и для полноценной работы требуют мощные аппаратные средства, которые доступны не каждому рядовому пользователю. Пример работы программы, реализация которой осуществлялась с помощью SDK DirectX, продемонстрирован на рисунке 4.

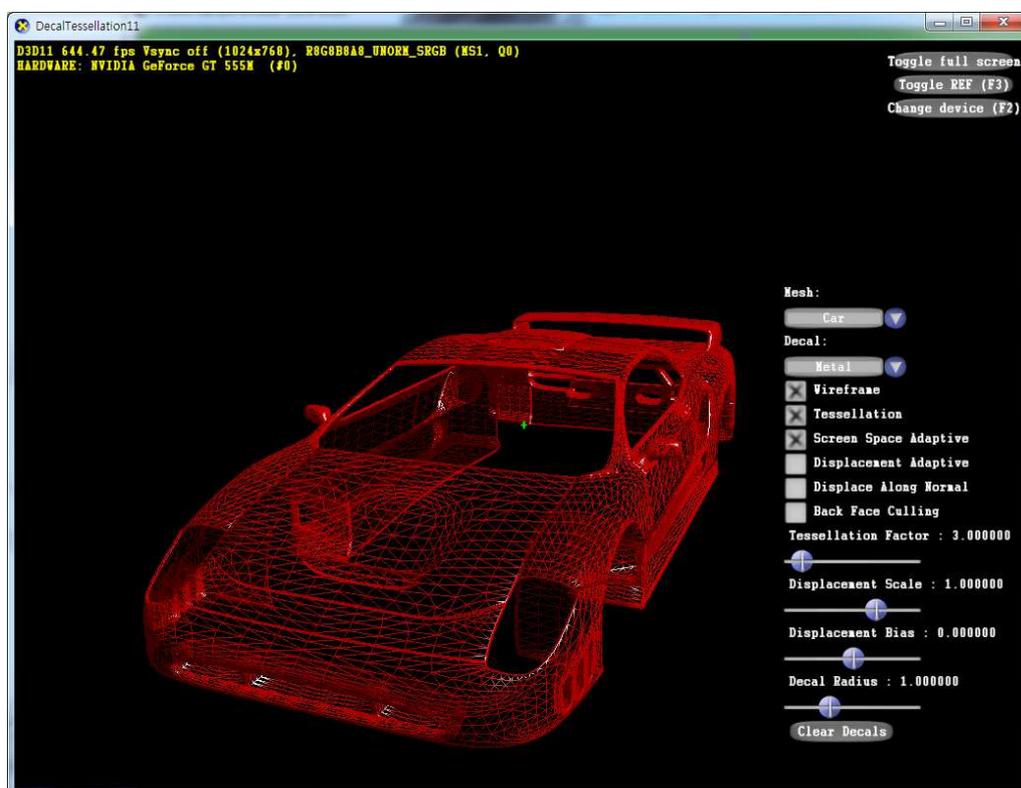


Рисунок 4 – Программа, реализованная с помощью SDK DirectX

Благодаря тому, что продемонстрированное выше трёхмерное изображение показано в виде полигональной сетки, можно обратить внимание на большое количество полигонов, задействованных при моделирование рассматриваемого 3D-объекта автомобиля. Из-за того, что задействовано большое количество полигонов, данная модель является высоко-полигональной, чем ещё сильнее нагружает аппаратную часть персонального компьютера. Помимо этого, нужно учитывать тот факт, что данная программа реализована на DirectX 11 версии, а соответственно, графические карты с поддержкой DirectX более ранних версий, просто физически не смогут работать с рассматриваемым программным продуктом.

В данной диссертационной работе предлагается разработка программного продукта в графическом визуализаторе Unity3D, который в большинстве случаев используется для создания игр, поэтому является очень оптимизированным, что даст нам возможность использования максимальной детализации при малых системных требованиях.

Большинство имеющихся в настоящее время трёхмерных моделей являются высоко-полигональными, для качественной детализации, но при этом приходится жертвовать скоростью работы либо финансами для дорогостоящего оборудования. Поэтому при выполнении данной диссертационной работы будут использованы низко-полигональные модели, но с наиболее детальным текстурированием, во избежание потери качества трёхмерных изображений, так как программно выгодней возложить основную нагрузку на подгружаемые текстуры, а не на огромное количество полигонов, которые слишком сильно загружают систему.

1.3 Постановка задачи

Исходя из вышесказанного и выявленных минусов перечисленных технологий моделирования трёхмерных объектов, возникает задача формирования и тестирования на практике методики, которая позволит исключить некоторые минусы имеющихся на текущий момент технологий разработки.

Основным минусом чаще всего используемых методик моделирования, является повышенное требование к ресурсам персональных компьютеров, на которых допускается дальнейшая работа полученных программных продуктов.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Задачей выполняемой магистерской диссертации является разработка методики трёхмерного моделирования объектов и дальнейшей их визуализации таким образом, чтобы полученные в результате программные продукты допускали возможность работы на не самых мощных персональных компьютерах нашего времени. Помимо этого, разрабатываемая методика должна иметь возможность снижать время загрузки и дальнейшей работы на мощных персональных компьютерах, тем самым ускоряя выполнение задач, требующих скорейшего выполнения.

Для реализации и испытания разрабатываемой методики выбрана тема разработки системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107. Что позволит на примере разработки программного обеспечения убедиться в работоспособности новой методики.

В ходе выполнения разработки данной системы будут смоделированы трёхмерные объекты узлов и агрегатов автомобиля ВАЗ-2107, таким образом, чтобы использовался небольшой объём памяти и задействовался минимум ресурсов персонального компьютера.

Для возможности дальнейшего использования непосредственно самого программного продукта, добавляется задача придать ему специальную направленность, чтобы в его использовании возникла необходимость. В данном случае будет разработан программный продукт, который будет позволять получать подробный визуальный осмотр, как кузова, так и прочих деталей легкового автомобиля ВАЗ-2107. Помимо этого пользователю будет предоставляться текстовая информация об основных системах автомобиля.

1.4 Характеристика области применения разрабатываемой системы

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что разрабатываемая методика сможет в дальнейшем использоваться в различных задачах трёхмерного моделирования объектов и их последующей визуализации. А разработанное программное обеспечение может использоваться в различных автошколах, для наглядного изучения технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107. А так как этот автомобиль очень популярен на территории Российской Федерации, то использование разрабатываемого программного продукта может не ограничи-

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

ваться автошколами, а также использоваться для личного применения владельцам автомобиля ВАЗ-2107.

Внешний вид автомобиля ВАЗ 2107 приведён на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид автомобиля ВАЗ-2107

ВАЗ-2107, это легковой автомобиль, отечественного производства, является последней моделью классики, выпускаемый ОАО «Волжский автомобильный завод» с 1982 года. Автомобиль разработан на основе базовой модели семейства - ВАЗ 2105. В эту модель был установлен двигатель большего объема 1,6 л. с распределённым впрыском, что значительно повлияло на изменение подкапотного пространства, добавив труднодоступности доступа к деталям двигателя.

Основные изменения заметны уже во внешности: иное решение передней части капота с выштамповкой под металлическую хромированную решетку радиатора, обновлённые задние фонари. Внутри автомобиль полностью соответствовал представлениям о современной эстетике начала восьмидесятых годов: "безбликовая" панель приборов с тахометром, дополнительными сервисными датчиками и приборами. Анатомические сиденья с наиболее лучшим качеством обшивки в сравнении с однотипным ВАЗ-2105 выглядят гораздо солидней: спинки передних выполнены совместно с подголовниками, в спинке заднего дивана имеется

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

специальный раскладывающийся подлокотник.

Изначально на автомобилях ВАЗ-2107 были установлены четырёхцилиндровые карбюраторные двигатели соответственно моделей 2103, 2105 и 2106. Пятиступенчатые коробки передач для ВАЗ-2107 в 1992 году незначительно усовершенствовали. С 1990 года двигатели оснащают шатунами новой конструкции, а еще через 4 года на редкую модификацию ВАЗ-21072 начали устанавливать двигатели ВАЗ-21011 с цепным приводом распределённого вала. Все двигатели для ВАЗ-2107 с 1995 года не оснащают реле-прерывателем РС-492, что можно определить при торможении стояночным тормозом по постоянному свечению его контрольной лампы.

Для европейского рынка, исходя из требований о защите окружающей среды, с 1991 года выпускали седан ВАЗ-21073, оснащаемый 1,7-литровым двигателем мощностью 84 л.с. оснащённого системой центрального впрыска и каталитическим нейтрализатором. Для рынка на территории Китайской Народной Республики выпускали модель ВАЗ-2107 серии N71 с 66-сильным 1,45-литровым короткоходным двигателем ВАЗ-21033-10, работающим на бензине А-76. Также по специальным заказам завод изготавливает дорогие седаны ВАЗ-21079 с высокооборотным роторно-поршневым двигателем Ванкеля, который выходит из строя крайне редко. ВАЗ-2107 считается одной из самых продаваемых моделей на российском авторынке из-за доступной цены, простоты конструкции и распространённости автозапчастей.

В апреле 2012 года концерн АвтоВАЗ принял решение окончательно остановить выпуск классического седана ВАЗ-2107 на заводе «ИжАвто». Данное решение было принято по причине сильного снижения спроса на эту модель автомобиля, а также из-за ускоренных работ в Ижевске по подготовке производства к выпуску Lada Granta. Последний седан ВАЗ-2107 сошел с конвейера завода «ИжАвто» 17 апреля 2012 года. Несмотря на это, даже после полного закрытия производства ВАЗ-2107 на территории Российской Федерации, данная модель продолжала выпускаться в Египте предприятием Lada-Египет.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

2 ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОДСИСТЕМЫ

2.1 Программное обеспечение

Текущий раздел содержит в себе подробное описание программного обеспечения, с помощью которого осуществлялась разработка автоматизированной информационной системы «3D-моделирования технического устройства автомобиля ВАЗ-2107». Также производится анализ используемого программного обеспечения и приводится обоснование его выбора.

В качестве среды визуализации модели была использована свободно распространяемая студенческая версия программы 3D Studio MAX, версия 2011 года, а конечный программный продукт разрабатывался на языке программирования С#, с использованием графического визуализатора Unity3D, версия 5.0 для x64 операционных систем.

2.1.1 Средства трёхмерного моделирование изображений

В настоящее время существует большое количество программных пакетов, позволяющих разрабатывать трёхмерные графические объекты или моделировать предметы виртуальной реальности и создавать на их основе трёхмерные изображения. В последние годы постоянными лидерами в данной области являются такие коммерческие продукты, как:

- 1) Autodesk 3D Studio Max;
- 2) Autodesk Maya;
- 3) Autodesk Softimage;
- 4) Cinema 4D;
- 5) Houdini;
- 6) Modo;
- 7) LightWave 3D;
- 8) Caligari Truespace.

Помимо вышеперечисленных коммерческих решений, существуют и открытые продукты, которые свободно распространяются и активно используются, например, пакет Blender, K-3D и Wings3D.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Blender 3D – свободный, профессиональный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, последующей обработки и монтажа видео как со звуком, так и без него, компоновки с помощью «узлов», а также для разработки различных интерактивных игр. В настоящее время пользуется значительной популярностью среди свободно распространяемых 3D-редакторов в связи с его быстрым и стабильным развитием, которому способствует профессиональная команда разработчиков.

Основными его достоинствами являются:

- 1) бесплатность;
- 2) постоянное развитие;
- 3) открытость кода;
- 4) возможность разработки игр;
- 5) небольшой размер установочного файла;
- 6) большое количество модификаторов;
- 7) кроссплатформенность;
- 8) монтаж видео;
- 9) возможность работы с хромакеем;
- 10) настройка фона;
- 11) возможность создания анимации.

Основным недостатком является отсутствие документации в базовой поставке, но при желании её можно найти на официальном сайте программного продукта.

Cinema 4D – является одним из самых лучших и наиболее удобных 3D пакетов на сегодняшний день. Внушительный функционал: от моделирования, анимации, различных эффектов до «лепки» и модуля BodyPaint 3D. У Cinema 4D наиболее понятный и удобный интерфейс по сравнению с Maya. Получила широкое использование в моушендизайне, киноиндустрии и рекламе.

Основные возможности:

- 1) генерация и анимация объектов;
- 2) персонажная анимация;

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

- 3) полигональное и NURBS-моделирование;
- 4) BodyPaint 3D (модуль для создания развёрток UV и текстурных карт);
- 5) модуль для создания реалистичных волос;
- 6) система частиц Thinking Particles;
- 7) динамика мягких и твёрдых тел;
- 8) неплохой встроенный визуализатор.

Плюсы: лёгкость в освоении, интуитивно понятный интерфейс, отличный функционал, большое количество обучающих материалов, тесная связь с Adobe After Effects.

Минусы: не отлаженная система перехода между версиями.

Modo – полнофункциональный программный продукт для моделирования, рисования, анимации и визуализации. Включает также инструменты скульптинга и текстурного окрашивания. Благодаря удобству использования и высокой производительности, у Modo репутация одного из самых быстрых инструментов моделирования. Modo очень популярен в сфере рекламы, разработки игр, спецэффектов и архитектурной визуализации.

Основные возможности:

- 1) полигональное и моделирования SDS;
- 2) динамика твёрдых и мягких тел;
- 3) система рисования;
- 4) современные инструменты анимации;
- 5) инструменты лепки;
- 6) материал Fur(мех) для создания волос, травы и меха;
- 7) быстрая и качественная визуализация.

Maya – промышленный стандарт 3D графики в кино и телевидении. Maya очень популярна среди крупных студий и масштабных проектов в рекламе, кино, а также игровой индустрии. Пакет идеально подходит для создания анимации.

Основные возможности:

- 1) полный набор инструментов для NURBS и полигонального моделирования;

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

- 2) развитая система частиц;
- 3) технология Maya Fur (создания меха, волос, травы);
- 4) мощные средства общей и персональной анимации;
- 5) динамика твёрдых и мягких тел;
- 6) широкий набор средств создания динамических спецэффектов;
- 7) технология Maya Fluid Effects (моделирование жидкостей и атмосферы);
- 8) UV-текстуры, нормали и цветовое кодирование;
- 9) многопроцессорный гибкий рендеринг.

Плюсы: внушительный функционал и возможности.

Минусы: длительное и сложное обучение, высокие требования к системе, высокая цена.

Autodesk 3D Studio MAX – является первым среди редакторов трёхмерных объектов, очень популярный в наше время инструмент, как среди опытных специалистов, так и среди начинающих разработчиков в области трёхмерного моделирования. Логотип программного пакета 3D Studio MAX представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Логотип 3D Studio MAX

Основные возможности:

- 1) моделирование на основе полигонов, сплайнов и NURBS;
- 2) модуль волосы/шерсть;
- 3) расширение шейдеры Shader FX;

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

- 4) мощная система частиц;
- 5) анимация толпы;
- 6) импорт из Revit и SketchUp;
- 7) поддержка новых и усовершенствованных механизмов Iray и mental ray;
- 8) интеграция композитинга.

Плюсы: огромный функционал, большой выбор различных плагинов и обучающей информации.

Минусы: могут присутствовать некоторые сложности в освоении.

Программный пакет 3D Studio MAX, выпускаемая компанией Autodesk, всемирно признан многофункциональным профессиональным продуктом, который используется для создания и редактирования трёхмерных объектов, а также для создания анимации. Включает в себя самые современные средства, которые могут прийти на помощь художникам и специалистам в области мультимедийных технологий. Работает данный программный продукт в операционных системах Microsoft Windows. Данное программное обеспечение доступна как в коммерческих версиях, так и в бесплатных версиях для студентов, с некоторыми недоступными функциями, которые не являются столь важными для начинающих разработчиков, а необходимы лишь разработчикам высокого уровня, в их масштабных проектах. Стоимость полной версии для профессиональных разработчиков, составляет порядка ста тысяч рублей.

Среди всех вышеперечисленных программных продуктов, специализированных на трёхмерном моделировании, наиболее подходящим является продукт компании Autodesk, под названием 3D Studio Max, в виде бесплатной студенческой версии. Так как с помощью данного программного продукта можно выполнить все необходимые операции по моделированию в короткие сроки и в наилучшем качестве.

2.1.2 Визуализаторы трёхмерного пространства

В настоящее время существует огромный выбор программного обеспечения, позволяющего визуализировать трёхмерное пространство, одним из них является Unity3D. Он является очень популярным в наше время, благодаря простоте

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

его освоения и лёгкости в разработке, но при этом остаётся возможность создания качественных программных продуктов высокого уровня.

Unity3D – это кроссплатформенный инструмент, предназначенный для разработки различных приложений и игр, как в двухмерном, так и трёхмерном пространстве. Работает под операционными системами Windows и OS X. Разработанные с помощью Unity3D приложения, полноценно работают с различными операционными системами, такими как Windows, Linux, Android, iOS и других. Кроме этого поддерживается работа в приставках PlayStation 3 и Xbox 360. Имеется возможность создавать приложения для работы в сети интернет, с помощью специального приложения, подключаемому к браузеру.

Преимущества среды разработки Unity3D:

- 1) редактор обладает настраиваемым интерфейсом;
- 2) осуществлена система наследования объектов;
- 3) поддержка импорта из большого количества форматов;
- 4) встроенная поддержка сети;
- 5) есть решение для совместной разработки – Version Control.

Unity3D является очень популярным графическим визуализатором в наше время, его интуитивно понятный интерфейс и большое количество встроенных функций даёт возможность работать с ним как профессиональных разработчиков компьютерных игр, так и начинающих разработчиков, выполняющих небольшие по размеру проекты. Логотип графического визуализатора Unity3D представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Логотип Unity3D

Исходя из всех вышеперечисленных достоинств рассматриваемого графического визуализатора, можно сделать вывод, что Unity3D максимально подходит для решения задач, поставленных в данной диссертационной работе.

2.2 Информационное обеспечение

В данном разделе подробно описывается информационное обеспечение, которое было использовано при разработке системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107.

Информационное обеспечение – это совокупность объединённых систем классификаций и кодирований информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, используемых на различных предприятиях, методологии построения баз данных.

Источниками информации могут служить различная документация, нормативно-справочная информация, справочники, информация, поступающая от вышестоящих органов, информация, поступающая от бухгалтерии с помощью локальной сети, а также глобальная сеть интернет.

В качестве информационного обеспечения, использованного для разработки системы 3D-моделирование технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, применяются информационные материалы, располагающиеся на официальных источниках группы компаний АвтоВАЗ и связанных с ним организаций. В перечень предоставленных информационных материалов входит:

- 1) чертежи автомобиля ВАЗ-2107 и его агрегатов;
- 2) характеристика автомобиля и его деталей;
- 3) модель кузова автомобиля;
- 4) фотографии автомобиля и различных его частей.

Моделирование трёхмерных объектов легкового автомобиля ВАЗ-2107, а также его узлов и агрегатов, осуществлялось строго с соблюдением всех размеров и пропорций, во избежание дальнейших искажений и нестыковок, что очень вероятно при моделировании и дальнейшем объединении моделей в общую систему, так чтобы все детали автомобиля находились строго на своих местах, а не смещались в различные стороны. Изображение с размерами кузова автомобиля, полу-

2.3 Техническое обеспечение

Данный раздел содержит информацию о техническом обеспечении, используемом при разработке системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, в рамках выполнения данной диссертационной работы.

Этот вид обеспечения представляет собой комплекс технических средств, с помощью которого осуществляется регистрация, сбор, обработка, отображение, защита и хранение информации, а также средств оргтехники и устройств управления ими.

Вся основная работа по проектированию и моделированию трёхмерных моделей, а также разработке программного обеспечения для их визуализации, осуществлялись с помощью персонального компьютера и монитора, изображены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Персональный компьютер

Ввод информации осуществлялся при помощи компьютерной мыши и клавиатуры, изображены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Устройства ввода информации

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

Получение фотоснимков внешнего вида легкового автомобиля ВАЗ-2107, осуществлялось с помощью фотоаппарата, что позволило получить детальное представление о внешнем виде автомобиля, а также его узлах и агрегатах. В данном случае использовался фотоаппарат с максимальным разрешением разрешением 3840x2160 пикселей. Фотоаппарат, используемый для получения снимков изображён на рисунке 12.



Рисунок 12 – Фотоаппарат для получения снимков ВАЗ-2107

Всю недостающую информацию в дальнейшем пришлось получать из глобальной сети – интернет, такую как чертежи кузова автомобиля и его узлов и агрегатов. Схематичное изображение глобальной сети показано на рисунке 13.



Рисунок 13 – Глобальная сеть

Аппаратные требования к вычислительной технике обуславливают быстродействие и надежность решения вычислительных задач. Так как во время разработки системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля

ВАЗ-2107 будут использованы мощные графические и программные пакеты, поэтому для организации комфортной разработки, предъявляются высокие требования к аппаратным средствам:

- 1) операционная система – Windows XP/Vista/7/8/8.1;
- 2) процессор – 3.2 ГГц или выше;
- 3) оперативная память – 4 Гбайт;
- 4) видеокарта – 512 Мбайт;
- 5) разрешение монитора – от 1024x768;
- 6) DirectX 9.0с и выше;
- 7) Microsoft Framework 3.5 и выше;
- 8) клавиатура;
- 9) мышь.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

3 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ВАЗ-2107

В рамках данного раздела будет подробно описан весь ход разработки автоматизированной информационной системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, которая состоит из трёх функциональных подсистем, таких как: модуль визуализации, прикрепленная к нему база данных и трёхмерные модели автомобиля и его узлов и агрегатов.

Модуль визуализации, разрабатываемый в рамках данной магистерской диссертации, является неотъемлемой частью системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, благодаря которому будет реализовано отображение трёхмерных объектов кузова автомобиля и его внутренних узлов и агрегатов, а также реализован программный интерфейс, с помощью которого осуществляется управление действиями данного программного продукта.

База данных, разрабатываемая и в последующем используемая для длительного хранения и возможности дальнейшего внесения изменений в информацию об узлах и агрегатах автомобиля, а также его трёхмерных моделях.

Трёхмерные модели кузова и основных узлов и агрегатов будут являться основной частью системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, так как вся программа направлена на получение визуальной информации об автомобиле и его системах. В свою очередь трёхмерные модели позволяют пользователю визуально воспринимать детально прорисованные трёхмерные изображения автомобиля и его узлов и агрегатов, а также текстовая информационная составляющая напрямую связана с трёхмерными объектами и при выборе конкретной детали автомобиля, которая будет представлена своей трёхмерной моделью, пользователю будет предоставлена основная информация об этой части автомобиля.

Весь процесс разработки данной автоматизированной информационной системы и всех её функциональных подсистем можно разделить на четыре основ-

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

ных этапа проектирования, в результате выполнения которых получается работоспособный программный продукт, работать с которым смогут как профессиональные пользователи персональных компьютеров, так и неопытные пользователи, благодаря интуитивно понятному интерфейсу.

- 1) моделирование трёхмерных компонентов автомобиля;
- 2) наложение текстур на полученные трёхмерные объекты;
- 3) реализация модуля визуализации;
- 4) проектирование базы данных.

Кроме этого в данном разделе будет представлено руководство пользователя разработанного программного продукта, для скорейшего освоения работы с данной автоматизированной информационной системой 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107.

3.1 Моделирование трёхмерных компонентов автомобиля ВАЗ-2107

На первом этапе разработки данной автоматизированной информационной системы производилось непосредственное моделирование трёхмерных объектов, основных компонентов и систем легкового автомобиля ВАЗ-2107.

Исходя из того, что технология моделирования трёхмерных моделей компании Autodesk, которая используется в большинстве современных разработок 3D-моделей, является избыточной, так как в основном осуществляется высокополигональное моделирование, результаты которого занимают большой объём памяти и задействует значительную часть свободных ресурсов персонального компьютера. Помимо этого, дальнейшая визуализация, по их технологии, осуществляется по слоям, тем самым нагружая аппаратное обеспечение, которое не во всех компьютерах является достаточно мощным, в связи с чем происходит долгая загрузка и различные подвисания в работе программного обеспечения. Кроме того, даже на более мощных компьютерах заметно незначительное запаздывание во время работы с программными продуктами, выполненными по данной методике. В результате чего, некоторые пользователи или организации просто не замечают подобных замедлений в работе, а для некоторых замедление даже в доли секунд являются критичными, особенно таких, как военная промышленность.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

Следуя вышесказанному, можно прийти к выводу, что данная технология моделирования трёхмерных объектов и дальнейшая их визуализация, является не самой оптимальной для большинства задач нашего времени. В результате чего возникла необходимость в разработке и дальнейшем тестировании новой методики моделирования и последующей визуализации 3D-моделей.

Так как в ходе выполнения данной магистерской диссертации была выбрана разработка системы 3D-моделирования технических устройств легкового автомобиля ВАЗ-2107, с возможностью дальнейшего использования в автошколах, в качестве наглядного пособия, ниже будет подробно рассмотрен весь процесс моделирования трёхмерных компонентов, на примере автомобиля ВАЗ-2107.

В данной диссертационной работе было принято решение отказаться от повторения моделирования высокополигональных моделей, вместо чего, будет производиться моделирование низкополигональных моделей. Благодаря уменьшенному количеству полигонов, сократится объём памяти, который будут занимать трёхмерные модели, а также снизятся требования к производительности персональных компьютеров, на которых будет использоваться разрабатываемый программный продукт.

Учитывая тот факт, что, сократив количество полигонов при моделировании трёхмерных объектов, может значительно сократиться не только объём занимаемой памяти, но и качество трёхмерного изображения, а вместе с ним и информативность программного продукта, было принято решение перевести основную нагрузку, которую брали на себя множество полигонов, возложить на более качественное текстурирование трёхмерных моделей, тем самым восполняя потерю качества 3D-объекта, качеством изображения на рисунке, который будет использован в качестве текстуры.

Важно отметить, что на этапе графической визуализации трёхмерных объектов будет использовано не моделирование «по слоям», как у компании Autodesk, а моделирование в стиле «матрёшки», такая технология позволит реализовать наиболее упрощённую работу программы с трёхмерными моделями, за счёт того, что не будет возникать необходимости каждый раз прорисовывать всю

модель целиком, а подключать новые или отключать старые 3D-модели. В связи с этим важно учитывать, что моделирование самих трёхмерных объектов должно осуществляться независимо друг от друга, но при этом с соблюдением всех необходимых размеров.

Далее будет описан непосредственно сам процесс моделирования трёхмерных объектов, которые будут использованы в системе 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107.

В основу моделирования легла трёхмерная компьютерная модель кузова автомобиля, заимствованная с общедоступного электронного сетевого ресурса. В рамках создаваемого программного продукта 3D-модели узлов и агрегатов были доработаны за счет трёхмерного моделирования, а также разработаны недостающие трёхмерные модели деталей автомобиля ВАЗ-2107. Моделирование остальных компонентов автомобиля осуществлялось с помощью студенческой версии программного продукта Autodesk 3D Studio MAX, внешний вид интерфейса которого представлены на рисунке 14.

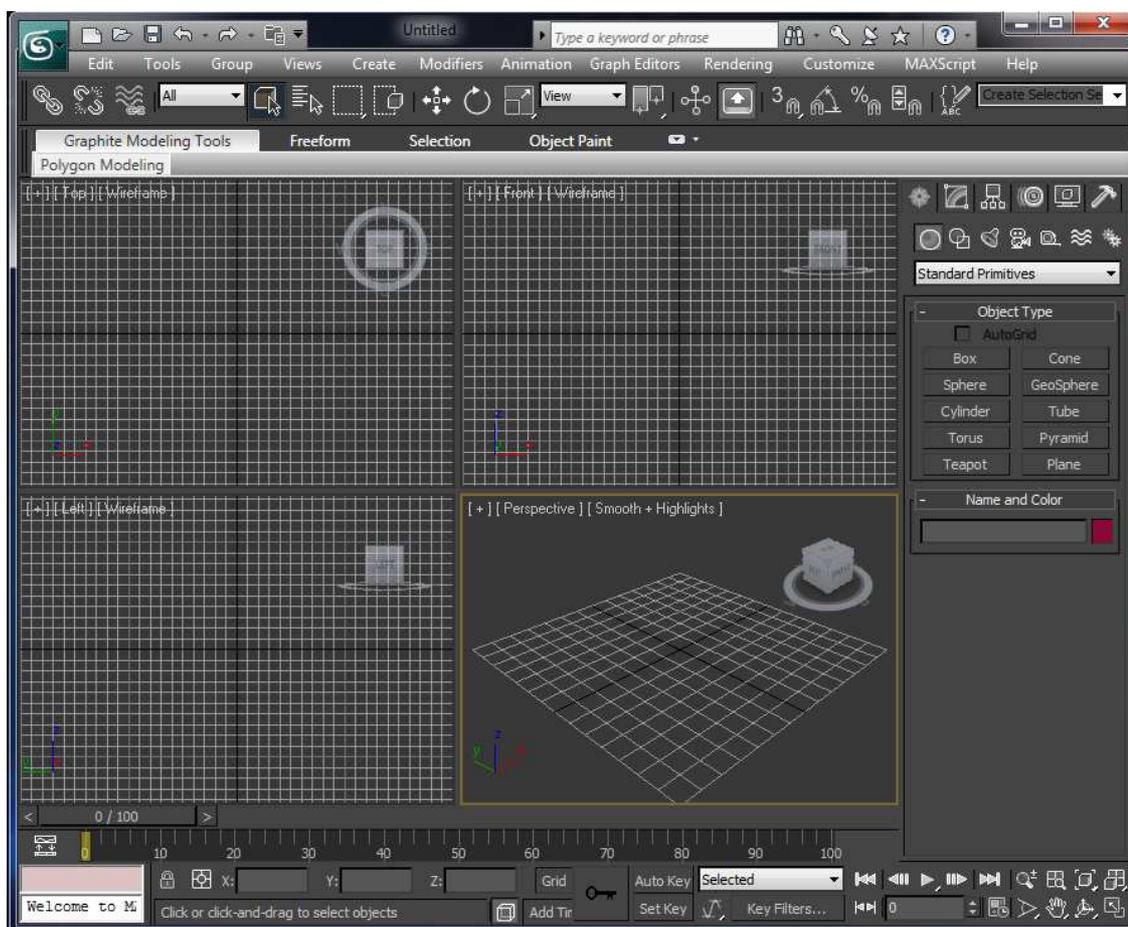


Рисунок 14 – Интерфейс 3D Studio MAX

Весь процесс моделирования производился по официальным чертежам, полученным из достоверных источников. В ходе разработки системы 3D-моделирования технического устройства автомобиля ВАЗ-2107, было смоделировано большое количество различных деталей. Рассмотрение более подробного описания моделирования трёхмерных моделей этих экспонатов будет представлено на примере моделирования трансмиссии автомобиля, которая состоит из коробки передач, карданного вала и заднего моста с редуктором автомобиля ВАЗ-2107, как показано на рисунке 15, рисунке 16 и рисунке 17 соответственно.



Рисунок 15 – Коробка передач автомобиля ВАЗ-2107



Рисунок 16 – Карданный вал автомобиля ВАЗ-2107

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37



Рисунок 17 – Задний мост и редуктор автомобиля ВАЗ-2107

Перед тем как приступить к моделированию данного объекта, необходимо произвести замеры для каждой из его деталей, а также сделать 3 фотоснимка: вид сверху, вид слева и фронтальный вид моделируемого объекта, из-за невозможности доступа к выбранным деталям автомобиля напрямую, были использованы чертежи и фотографии внешнего вида. После того, как фотографии трёх проекций моделируемого объекта были подготовлены, необходимо занести их в соответствующие им окна видов программы 3D Studio MAX, при этом данные изображения займут фоновые позиции в каждом из видов. Первоначально создаём объект «Box», как показано на рисунке 18, задаём ему необходимые размеры и параметры, располагаем его так, чтобы он занимал необходимое положение относительно фоновых изображений каждого из трёх видов.

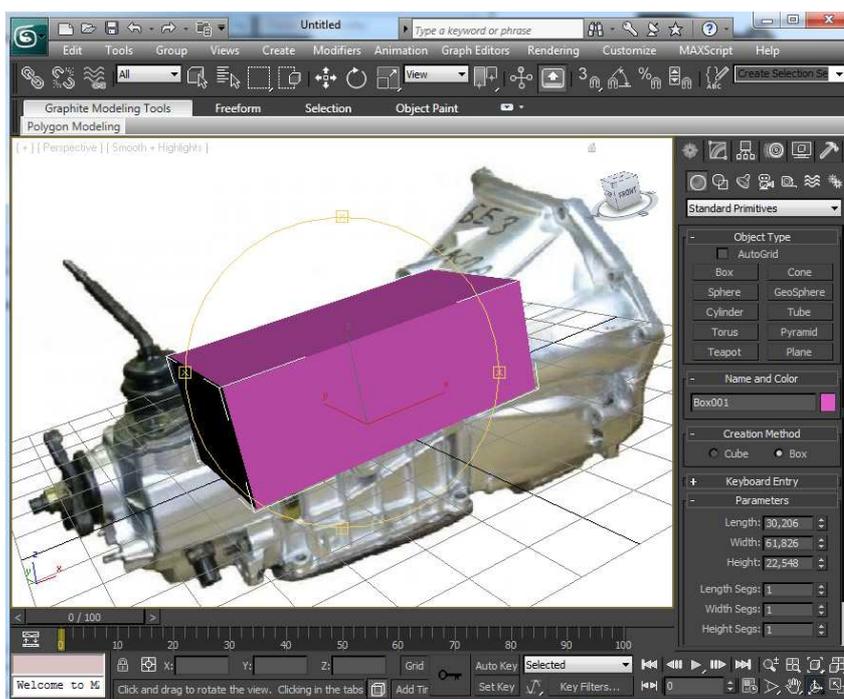


Рисунок 18 – Начало моделирования коробки передач

						ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			38

Для того чтобы над примитивным трёхмерным объектом можно было выполнять различные операции необходима его конвертация в полигональный объект, после чего будет предоставлен определённый набор функций для работы в выделенном объектом, как показано на рисунке 19.

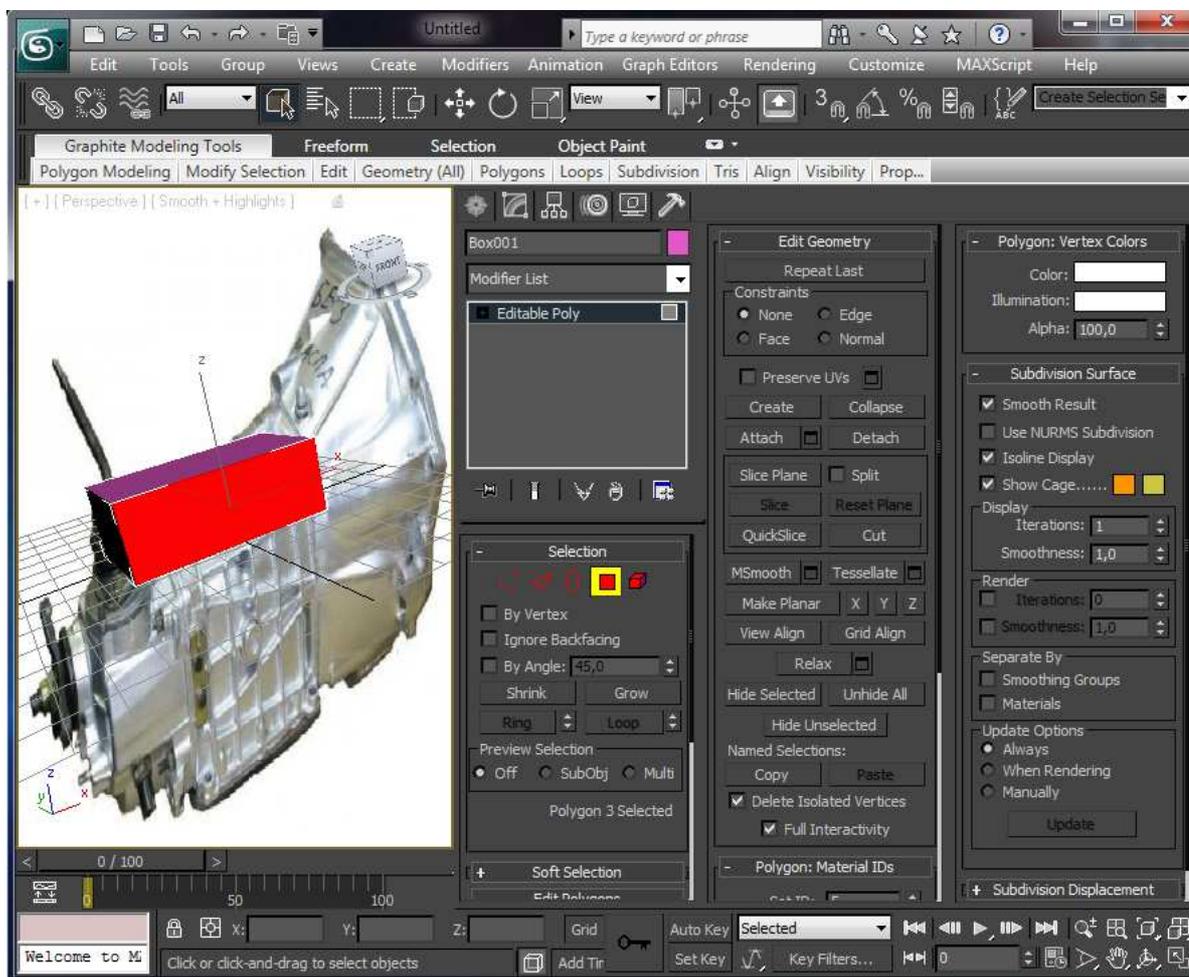


Рисунок 19 – Список допустимых операций с объектом

Соблюдая все размеры и пропорции инструментом «Quick Slice» размечаем объект «Box» во всех необходимых местах, после чего вытягиваем и выравниваем его во всех требующих этого местах, соответственно фоновым изображениям. Далее создаём объект «Tube», указываем внешний и внутренний радиусы, а также ширину, после чего конвертируем его в «Editable Poly», включаем точечное отображение полигонов, удаляем лишние, образуя дугу, а в местах разрывов между полигонами устанавливаем соединение с помощью инструмента «Bridge». После того как дуга готова, необходимо сделать ей дополнительные изгибы, как видно на фоновых изображениях каждого из трёх видов, для этого вытягиваем точки, расположенные по углам полигонов необходимым нам образом, чтобы изображе-

3.2 Наложение текстур на полученные трёхмерные объекты

Второй этап разработки включает в себя наложение текстур на все полученные ранее трёхмерные модели.

Наложение текстур на трёхмерные объекты является завершающим этапом моделирования 3D-моделей, используемых в реализации системы 3D-моделирования технического устройства автомобиля ВАЗ-2107. Благодаря качественному наложению текстур, моделируемые объекты будут представлены более наглядно и станут выглядеть гораздо реалистичней, тем самым доставляя пользователю разрабатываемой автоматизированной информационной системы больше удовольствия от её использования.

Кроме того, из-за сниженного количества полигонов на предыдущем этапе, произошло ухудшение качества и уровня реалистичности трёхмерных объектов, поэтому этап наложения текстур должен это исправить, за счёт качества изображений используемых в роли текстур для трёхмерных объектов.

Основным помощником наложения текстур в 3D Studio MAX является панель под названием «Material Editor», показана на рисунке 21.

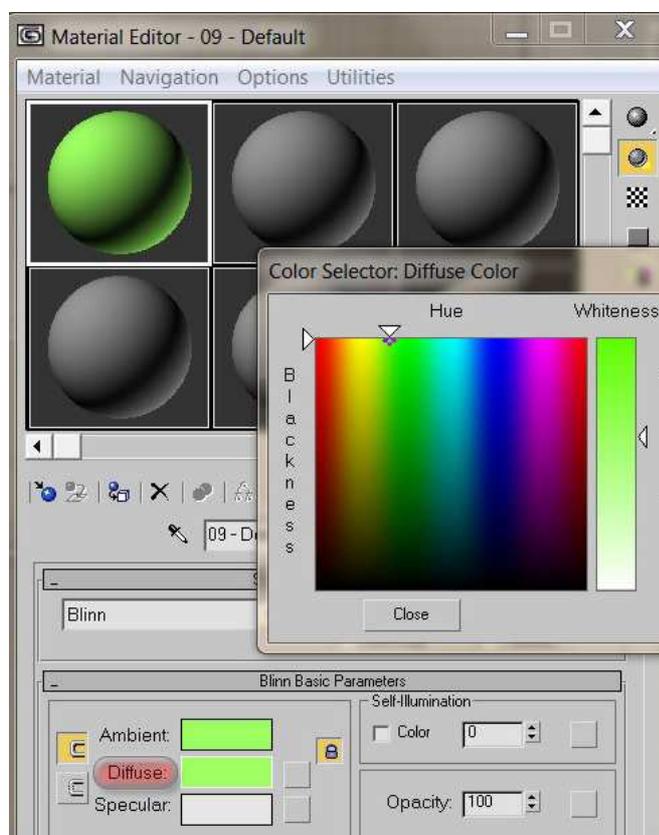


Рисунок 21 – Material Editor

В рамках разрабатываемой системы изначально необходимо наложение текстур на трехмерную модель кузова автомобиля и различных его компонентов. Для того, чтобы наложить текстуру на модель, нужно конвертировать данную модель в «Editable Poly», после чего подключить модификатор «Unwrap UVW», выделив в нём все необходимые полигоны, перейти в пункт «Edit», для которого будет открыто дополнительное окно программы 3D Studio MAX с изображёнными на квадратном полотне всеми имеющимися на объекте полигонами, выделенные ранее полигоны будут подсвечены красным цветом, для их компактного расположения необходимо воспользоваться функцией «Flatten Mapping». Далее следует создать карту текстур, для этого необходимо воспользоваться функцией «Render UVW Template», указав размер карты текстур 1024 на 1024 точек, сохраним её в подкаталог «Materials».

Карта текстурирования в 3D Studio MAX представляет собой панель для перемещения адресов полигонов, как показано на рисунке 22.

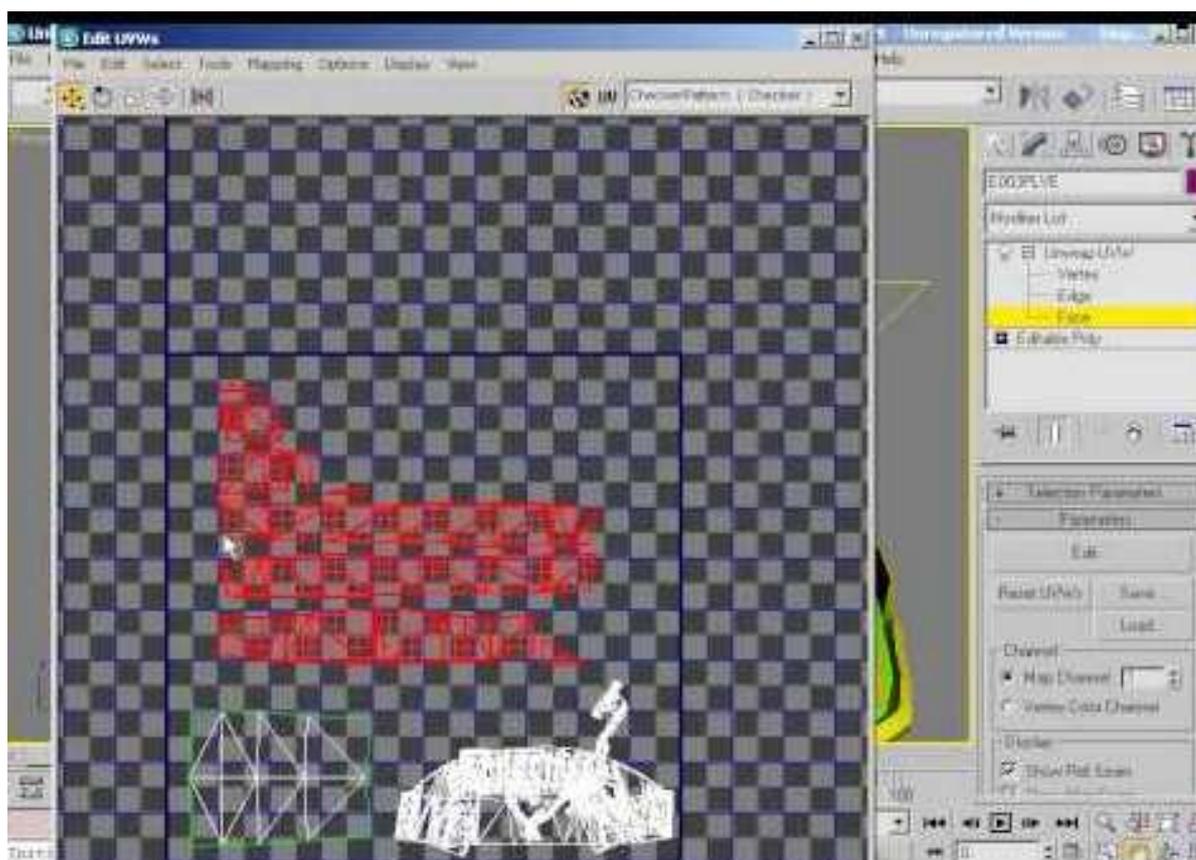


Рисунок 22 – Карта наложения текстур

Для редактирования изображения для карты текстур необходимо воспользоваться подходящим графическим редактором, в нашем случае это студенческая

версия программного продукта Adobe Photoshop. Используя данный программный продукт, накладываем на изображение карты текстур подходящие для этого изображения и добавляем необходимые эффекты для увеличения реалистичности. Подготовленное изображение карты текстур показано на рисунке 23.



Рисунок 23 – Изображение карты текстур

После того как изображение карты текстур будет полностью подготовлено, в программе 3D Studio MAX открываем «Material Editor», копируем в него полученную ранее карту текстур. Далее выбираем необходимый для наложения текстур объект полностью или отдельные его части в виде выделенных полигонов и, воспользовавшись функцией «Assign Material to Selection», текстура автоматически будет наложена на выделенный объект. Тем самым данный объект станет выглядеть наиболее наглядней и реалистичней.

После наложения текстур на один объект, необходимо проделать все те же действия с остальными объектами, нуждающимися в наложении текстур. В результате чего будет получена реалистичная модель автомобиля ВАЗ-2107, изображённая на рисунке 24.

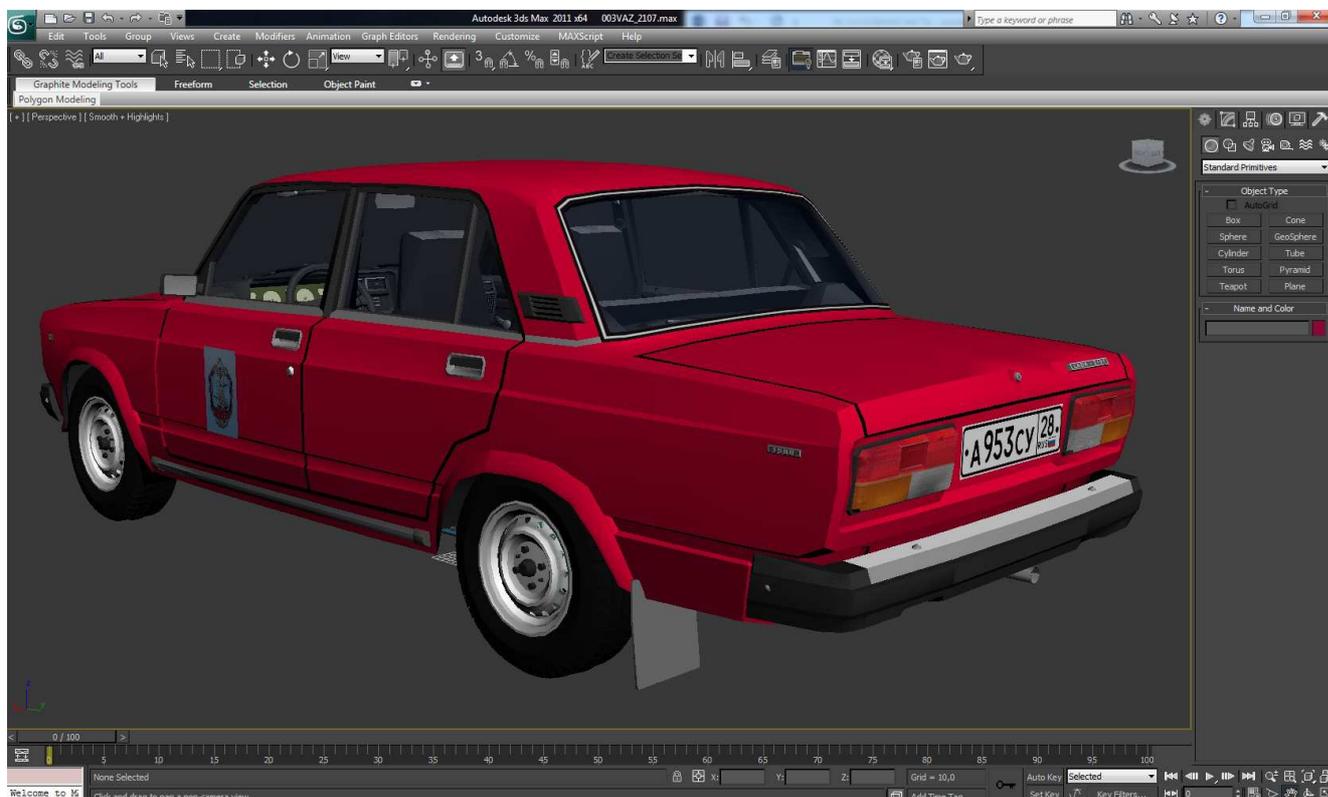


Рисунок 24 – Модель VAZ-2107 с наложенными текстурами

После наложения текстур, трёхмерное изображение получило гораздо лучший вид, даже несмотря на то, что 3D-модель является низкополигональной, благодаря чему занимает гораздо меньший объём памяти и не требует высокой производительности персонального компьютера.

3.3 Реализация модуля визуализации

Завершающим этапом разработки системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля VAZ-2107 является реализация модуля визуализации, в котором будут отображаться трёхмерные модели, как самого кузова автомобиля, так и его основных узлов, и агрегатов. Кроме того, в модуле визуализации будет реализован программный интерфейс и панель управления работы программного продукта. Для реализации модуля визуализации замечательно подходит графический визуализатор Unity3D. Так как он позволяет работать с трёхмерными моделями, разработанными в графической среде моделирования 3D Studio MAX, для хранения информации использовать базу данных, реализовывать программный интерфейс, а самое главное, что в данном графическом визуализаторе вполне возможно реализовать подключение и отключение трёхмерных объектов.

Конечный программный продукт разрабатывался на языке программиро-

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

того, как модели были полностью импортированы, можно приступить к формированию панели управления, которая создаётся из стандартных компонентов. В данном случае, в качестве управляющих кнопок были выбраны компоненты под названием Check Box, но с приданием им частичной функции от компонента Radio Button. В ходе реализации панели управления необходимо распределить кнопки, задать им необходимые размеры и назначить имена и подписи, для удобного восприятия пользователем. Фрагмент формирования панели управления программного продукта показан на рисунке 26.

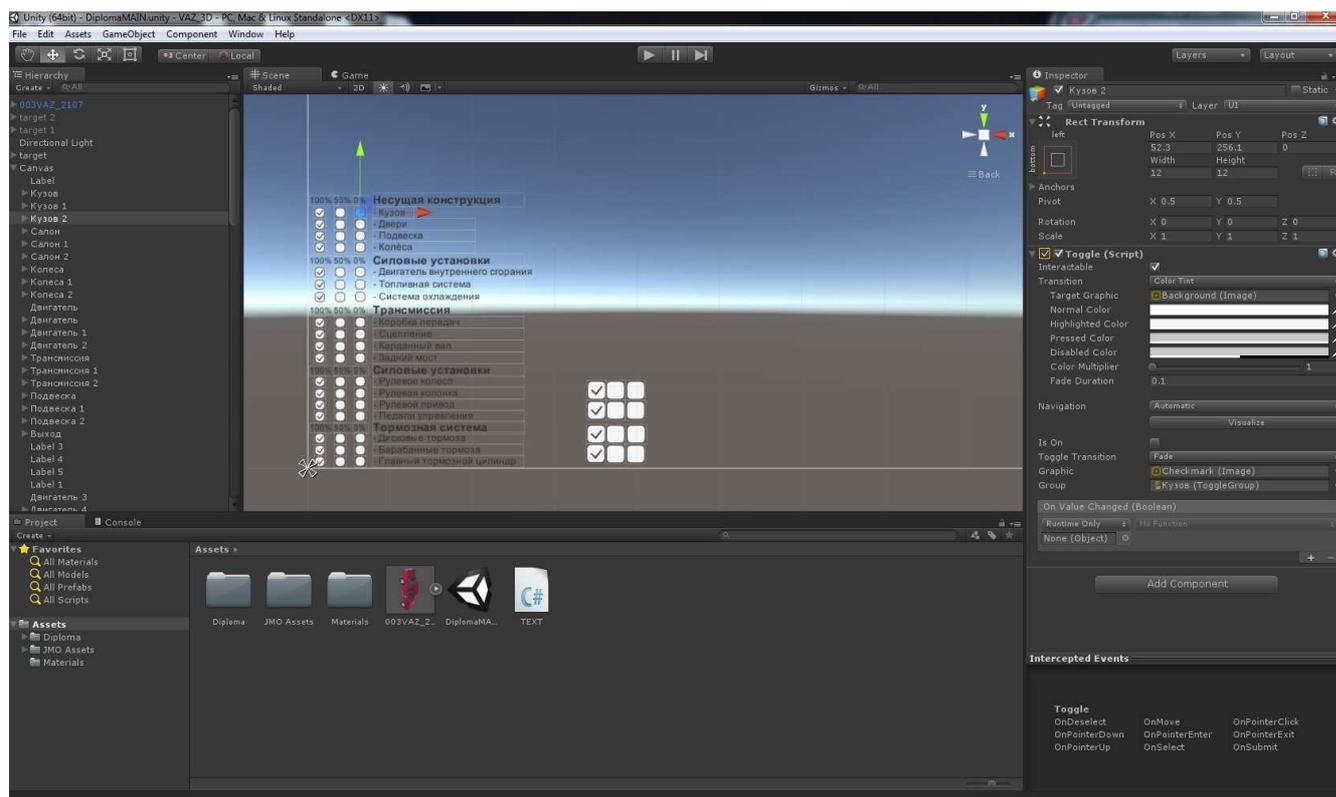


Рисунок 26 – Формирование панели управления

После того как управляющие кнопки были подготовлены, необходимо нанести на панель управления текстовую информацию о назначении этих кнопок. Также воспользуемся стандартными компонентами, предоставляемыми графическим визуализатором Unity3D. Добавив текстовое поле на демонстрационное окно, нужно задать ему размеры и имя, а также расположить в необходимом месте, чтобы оно соответствовало кнопкам управления, с которыми будет связано. В правой части рабочего экрана графического визуализатора располагается панель, в которой можно заполнить и настроить текстовые поля, выбрать необходимый шрифт отображаемого текста, его размер и настроить другие различные характе-

ристики. Панель настройки текстовых полей показана на рисунке 27.

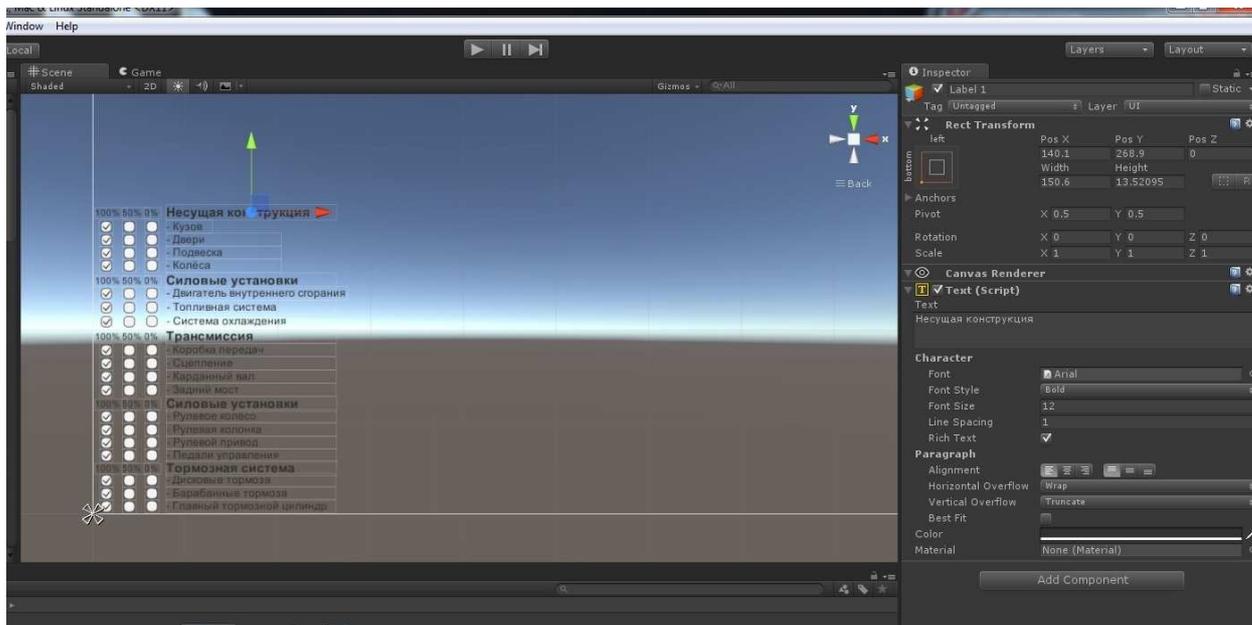


Рисунок 27 – Настройка текстовых полей

После того, как внешний вид программного интерфейса был подготовлен, важно задать сценарий активации каждой из кнопок, привязав к ним функции запуска необходимых моделей, тем самым реализуя управление программой. У каждой кнопки должна быть своя специализированная функция, которая будет выполнять определённые задачи управления. Панель настройки функций кнопок изображена на рисунке 28.

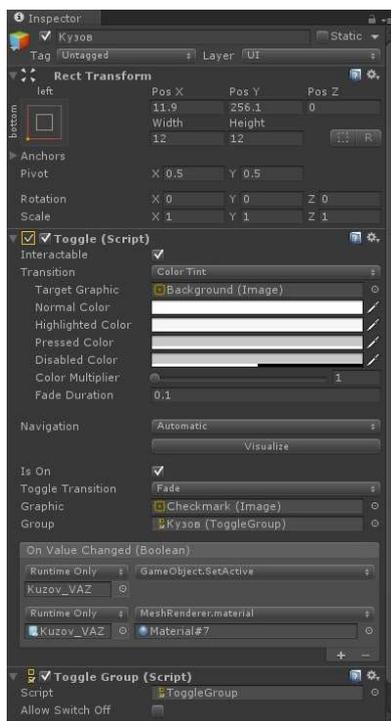
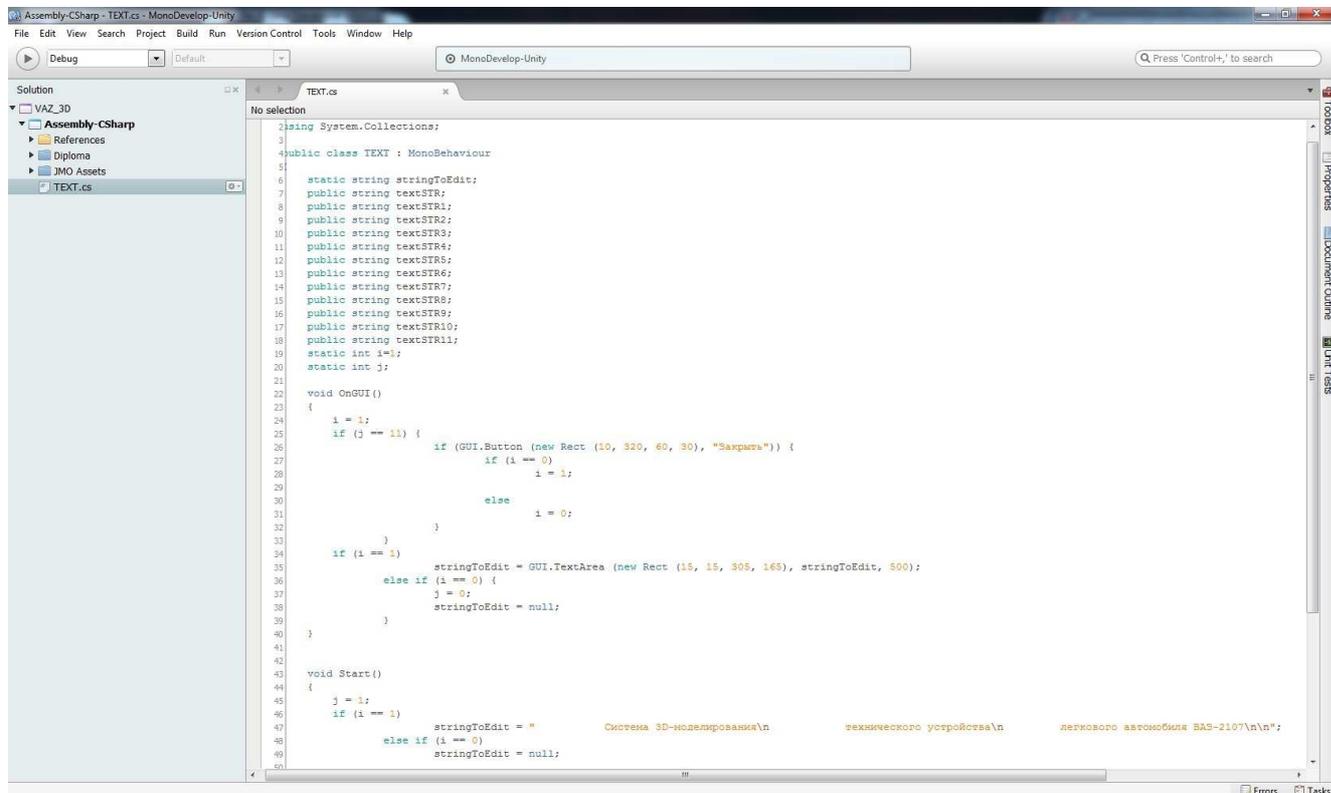


Рисунок 28 – Панель настройки функций кнопок управления

Далее формируется информационная панель, в которой будут отображаться информация из базы данных, соответствующая каждой трёхмерной модели автомобиля ВАЗ-2107. В Unity3D есть встроенная среда программирования, которая позволяет работать с программными кодами на языке программирования C#. Внешний вид данной среды программирования показан на рисунке 29.



света, чтобы максимально точно отображалась и просматривалась трёхмерная модель автомобиля и его комплектующие. Фрагмент настройки освещения показан на рисунке 30.

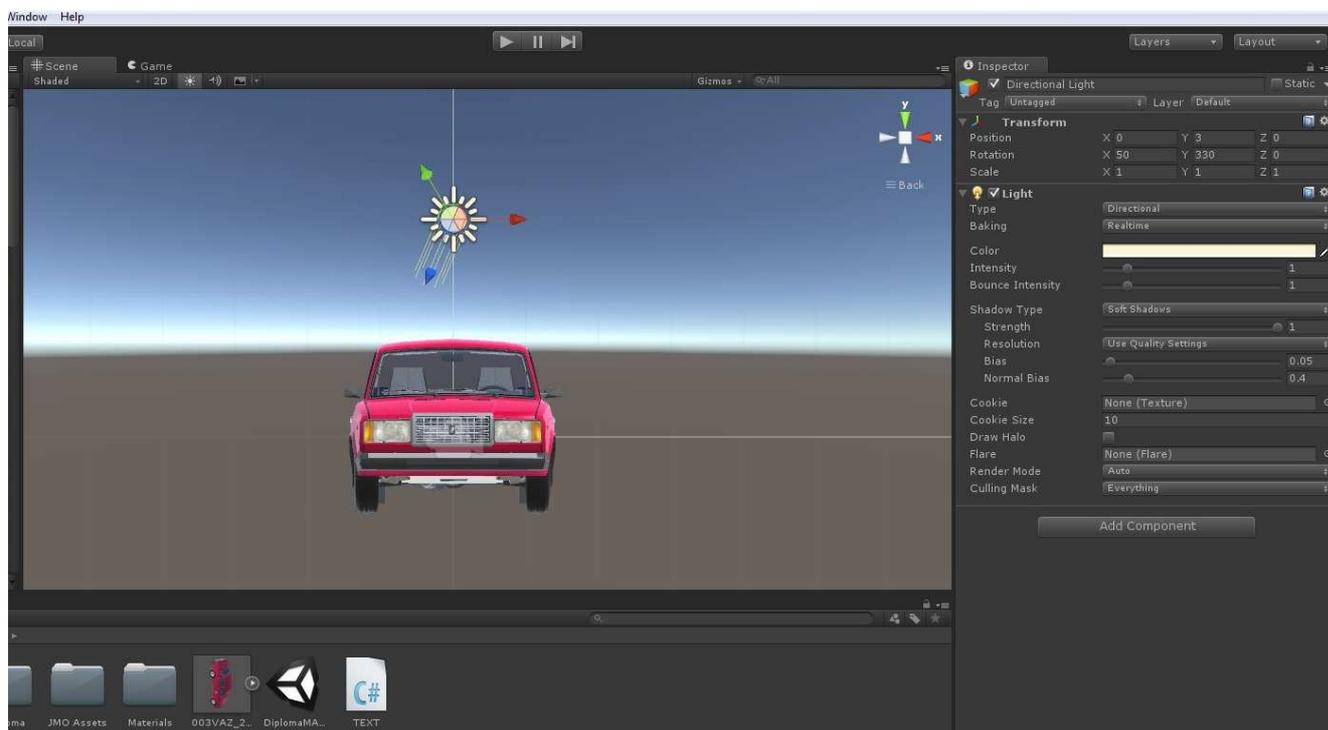


Рисунок 30 – Настройка освещения 3D-модели

Предварительные результаты разработки программного продукта можно просмотреть, нажав в верхней части на просмотр полученной в данный момент версии программы. После чего, в случае отсутствия каких-либо ошибок, будет запущен просмотр тестовой версии программного продукта в виде работы отладчика. При этом вам необходимо проверить работоспособность всех компонентов программы и в случае выявления ошибок, графический визуализатор Unity3D укажет вам на место этой ошибки, после чего можно её исправить, если имеется такая возможность.

Необходимо понимать, что во время работы отладчика, весь ход предварительного просмотра программы будет осуществляться в сжатом формате, для экономии ресурсов компьютера во время разработки и для исключения каких-либо серьёзных подвисаний. Поэтому качество трёхмерных изображений на этом этапе разработки программного обеспечения не будет соответствовать реальному качеству готового программного продукта, который будет предоставлен пользователю, внешний вид предварительной демонстрации показан на рисунке 31.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

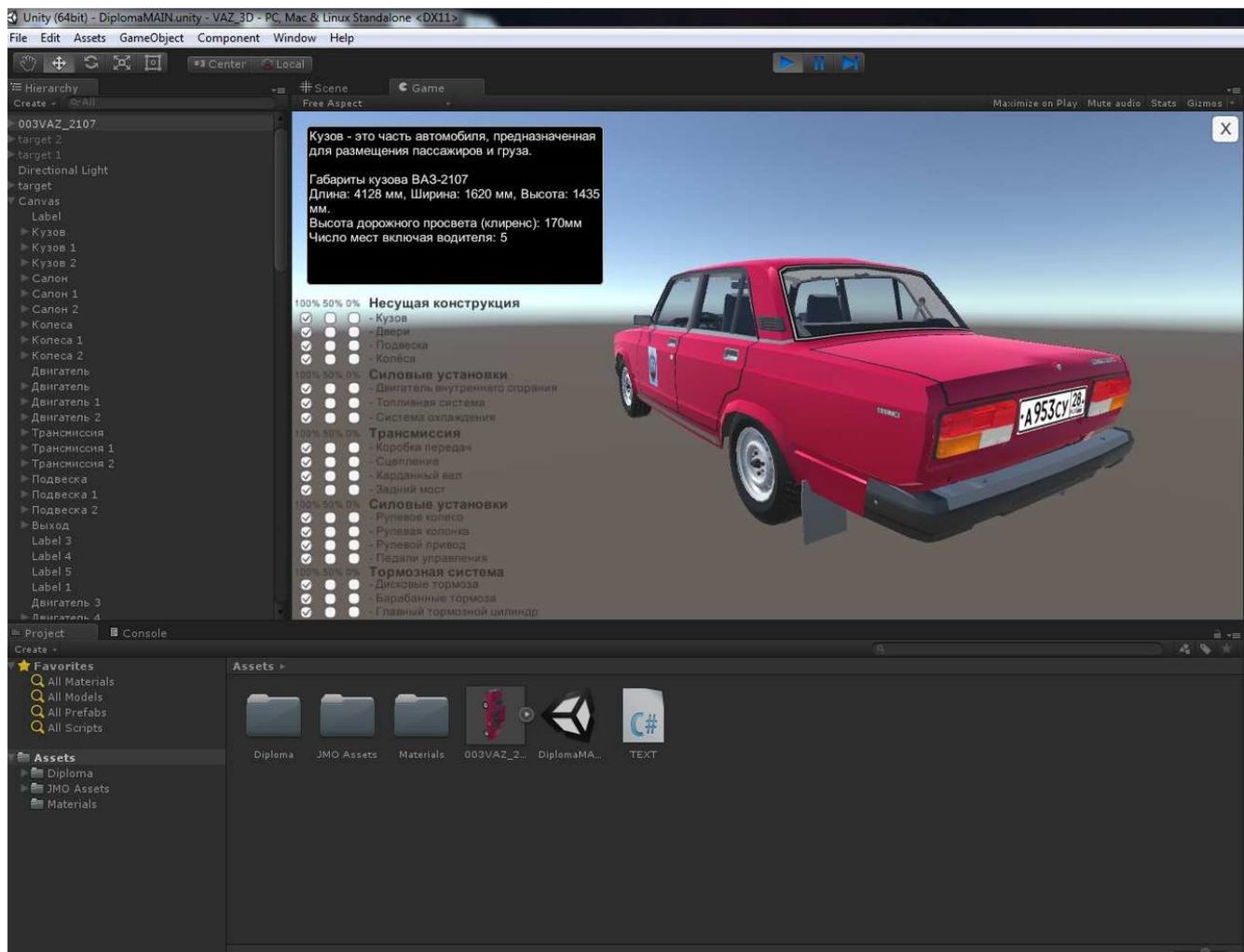


Рисунок 31 – Панель настройки функций кнопок управления

После того как программа была протестирована на этапе отладки и предварительного просмотра, можем приступить к получению готовой версии программного продукта. Для этого необходимо откомпилировать данный проект и в результате чего будет получен исполняемый файл, который может быть использован конечными пользователями.

Так как графический визуализатор Unity3D является мультиплатформенным, то важным моментом разработки является настройка и выбор платформы, в которой будет использоваться разрабатываемый программный продукт. В данном случае разработка системы 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля VA3-2107 производится для дальнейшего использования на платформе Microsoft Windows.

Панель выбора и детальной настройки платформы, на которой будет в дальнейшем использоваться разрабатываемая система 3D-моделирования техническо-

						ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			50

го устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, показан на рисунке 32.

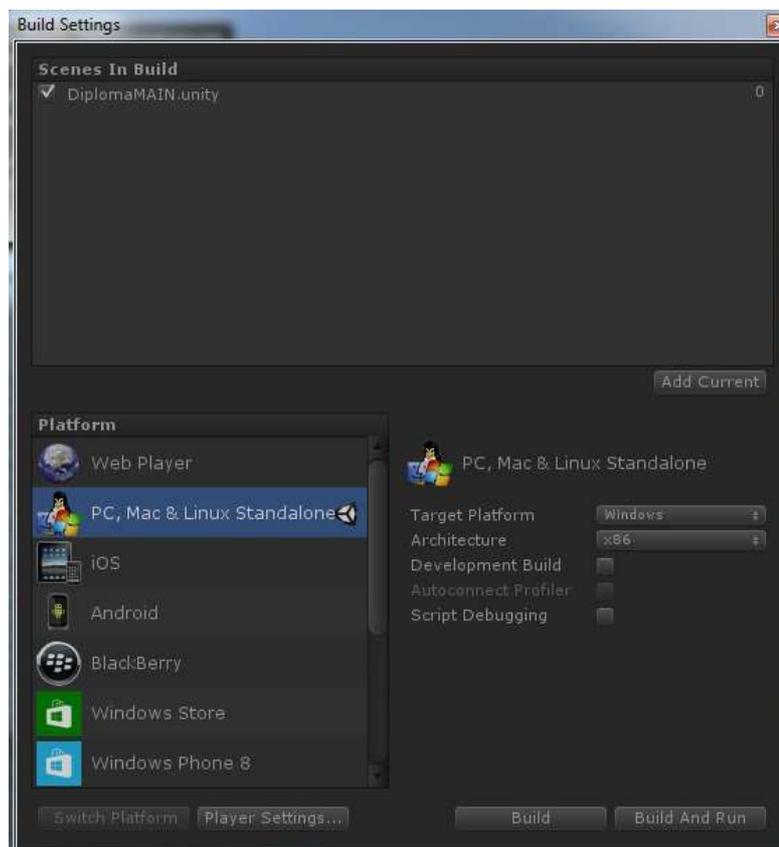


Рисунок 32 – Выбор платформы для использования программы

3.4 Демонстрация полученного программного продукта

В результате проведённой работы был получен программный продукт с удобным интерфейсом, включающий в себя выполнение всех возможных функций, удовлетворяющих потребности пользователя. Система дает возможность пользователю визуально изучить конструкцию автомобиля. Получить сведения о местоположении интересующих механизмов и частей. Выделить отдельно как систему в целом, так и отдельные ее части, приближая или отдаляя объект визуализации. В верхнем левом углу располагается информационная панель, которая выводит информацию о выделенной детали автомобиля. В левой нижней части экрана располагается панель управления, состоящая из кнопочек и их описания, с помощью которых можно настраивать и выбирать демонстрируемые детали автомобиля ВАЗ-2107.

При запуске исполняемого файла, первоначально загружается окно конфигурации программного продукта, в котором можно настраивать разрешение экрана, качество изображения, а также выбирать дисплей, на котором это будет отоб-

ражаться и в каком именно режиме (полноэкранном или в виде окна). Окно конфигурации показано на рисунке 33.

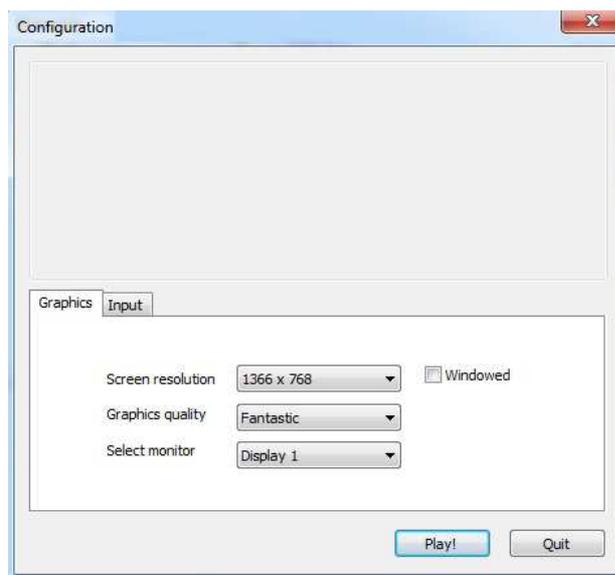


Рисунок 33 – Окно конфигурации программы

На рисунке 34 показан внешний вид законченного работоспособного разработанного программного продукта. В данном случае все галочки установлены на варианте отображения каждой системы автомобиля в стопроцентном виде, соответственно на экране отображены все доступные детали автомобиля. А так как выделен кузов автомобиля, то в информационной панели отображается информация о кузове автомобиля.



Рисунок 34 – Внешний вид законченного программного продукта

Далее изменим комбинацию выбранных галочек, чтобы кузов, двери и колёса автомобиля не отображались, а карданный вал отображался на 50%, при этом на информационной панели отображалась информация о тормозной системе автомобиля ВАЗ-2107. Для этого проставим галочки, которые отвечают за кузов, двери и колёса на отображение в 0%, а карданный вал на 50%, после чего кликнем по тормозной системе и получим необходимую нам информацию, о тормозной системе автомобиля ВАЗ-2107, кузов, двери и колёса не отображаются, а карданный вал отображается с прозрачностью в 50%, как показано на рисунке 35.

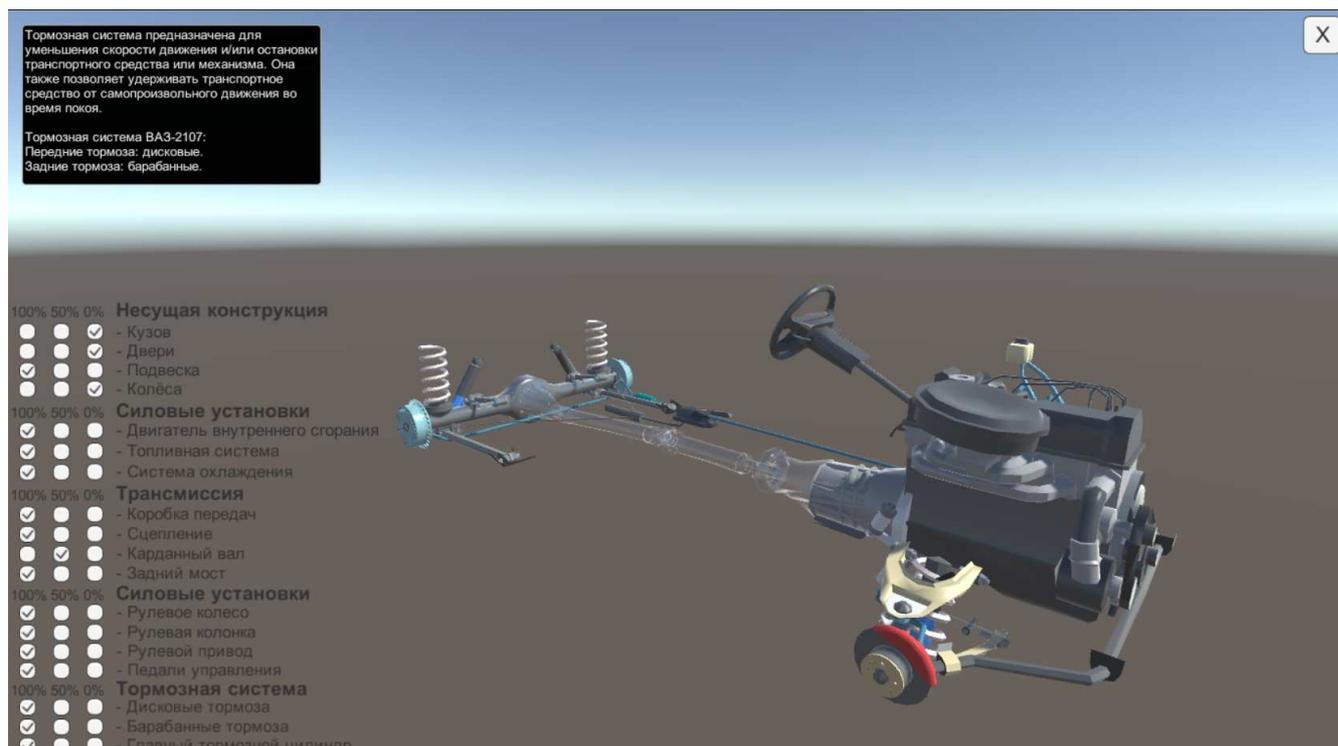


Рисунок 35 – Внешний вид программного продукта

В следующей демонстрации поставим перед собой задачу отобразить подкапотное пространство автомобиля совместно с кузовом автомобиля, но так как детали кузова перекрывают видимость внутренних деталей, воспользуемся способностью программы выводить трёхмерные модели прозрачностью равной 50%.

Поэтому в данном случае выводим полупрозрачный кузов и двери, а все остальные узлы и агрегаты будут отображены в стопроцентной видимости, а в информационной панели отобразится информация о кузове автомобиля ВАЗ-2107. Для этого выставляем галочки кузова и дверей на 50%, а все остальные детали оставляем 100%, после чего активируем левой кнопкой мыши кузов автомо-

бия и получаем требуемую информацию, как показано на рисунке 36.



Рисунок 36 – Внешний вид программного продукта

3.5 Проектирование базы данных

На последнем этапе реализации автоматизированной информационной системы происходит проектирование базы данных. База данных, является неотъемлемой частью для любого программного продукта, в котором предполагается хранение больших объёмов информации и необходимо предоставление её редактирования, добавления и удаления в любой необходимый для этого момент. Перед разработкой базы данных необходимо провести этап её проектирования, который включает в себя инфологическое проектирование, логическое проектирование и физическое проектирование базы данных.

3.5.1 Инфологическое проектирование

После проведение анализа предметной области, был определён набор сущностей, которые необходимы для удовлетворения всех требований работоспособности, разрабатываемой автоматизированной информационной системы. Ниже представлен полный перечень полученных сущностей и их краткое описание:

Сущность «Системы автомобиля» содержит в себе список систем легкового автомобиля ВАЗ-2107.

Сущность «Агрегаты автомобиля» содержит в себе список агрегатов легкового автомобиля ВАЗ-2107

Сущность «3D-модели» включает в себя список всех трёхмерных моделей, задействованных в данной автоматизированной информационной системе.

Сущность «Характеристики» содержит в себе всю основную характеристику агрегатов автомобиля ВАЗ-2107.

В результате анализа предметной области был выделен весь набор атрибутов для каждой сущности, используемой в проектировании базы данных. Полученные атрибуты для каждой из сущностей отображены в таблицах 1 - 4.

Для сущности «Системы автомобиля» ключевым атрибутом будет являться атрибут «ID-системы».

Таблица 1 – атрибуты сущности «Системы автомобиля»

Название атрибута	Описание атрибута	Диапазон значений	Единицы измерения	Пример
<u>ID-системы</u>	Уникальный идентификатор пользователя	1,2...	–	1
Наименование	Наименование системы автомобиля	Текст	–	Трансмиссия
Описание	Описание системы	Текст	–	Описание

Для сущности «Агрегаты автомобиля» ключевым атрибутом будет являться атрибут «ID-агрегата».

Таблица 2 – атрибуты сущности «Агрегаты автомобиля»

Название атрибута	Описание атрибута	Диапазон значений	Единицы измерения	Пример
<u>ID-агрегата</u>	Уникальный идентификатор заявки	1,2...	–	2
Наименование	Наименование агрегата	Текст	–	Карданный вал
Описание	Описание агрегата	Текст	–	Описание

Для сущности «3D-модели» ключевым атрибутом будет являться атрибут «ID-модели».

Таблица 3 – атрибуты сущности «3D-модели»

Название атрибута	Описание атрибута	Диапазон значений	Единицы измерения	Пример
<u>ID-модели</u>	Уникальный идентификатор роли	1,2...	–	3
Наименование	Наименование модели	Текст	–	Капот
Имя файла	Имя файла	Текст	–	034.3ds
Имя текстуры	Имя текстуры	Текст	–	22227777.jpg

Для сущности «Характеристики» ключевым атрибутом будет являться атрибут «ID-характеристики».

Таблица 4 – атрибуты сущности «Характеристики»

Название атрибута	Описание атрибута	Диапазон значений	Единицы измерения	Пример
<u>ID-характеристики</u>	Уникальный идентификатор категории	1,2...	–	4
Наименование	Наименование характеристики	Текст	–	Колёса
Описание	Текстовое описание	Текст	–	Описание

Выявленные связи между выделенными сущностями и обоснование выбора используемых типов связи представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Установление связей между сущностями

Название первой сущности, участвующей в связи	Название второй сущности, участвующей в связи	Название связи	Тип связи	Обоснование выбора типа связи
1	2	3	4	5

1	2	3	4	5
Системы автомобиля	Агрегаты автомобиля	Содержит	Один ко многим	Каждому экземпляру сущности «Системы автомобиля» может соответствовать несколько экземпляров сущности «Агрегаты автомобиля», каждому экземпляру сущности «Агрегаты автомобиля» может соответствовать только один экземпляр сущности «Системы автомобиля». Таким образом, одна система автомобиля может содержать несколько агрегатов автомобиля, а каждый агрегат автомобиля может принадлежать только одной определённой системе автомобиля.
Агрегаты автомобиля	3D-модели	Соответствует	Один ко многим	Каждому экземпляру сущности «Агрегаты автомобиля» может соответствовать несколько экземпляров сущности «3D-модели», каждому экземпляру сущности «3D-модели» может соответствовать только один экземпляр сущности «Агрегаты автомобиля». Таким образом, один агрегат автомобиля может соответствовать нескольким 3D-моделям, а каждая 3D-модель может принадлежать только одному агрегату.

1	2	3	4	5
Характеристики	3D-модели	Описывает	Один ко многим	Каждому экземпляру сущности «Характеристики» может соответствовать несколько экземпляров сущности «3D-модели», каждому экземпляру сущности «3D-модели» может соответствовать только один экземпляр сущности «Характеристики». Таким образом, одна характеристика может описывать несколько разных 3D-моделей, а каждая из 3D-моделей может обладать какой-то определённой характеристикой.

Полученная в процессе выполнения этапа инфологического проектирования концептуально-инфологическая модель базы данных представлена на рисунке Б.1 в приложении Б.

Справочник задач, решаемых пользователем приведён в таблице 6.

Таблица 6 – Справочник задач, решаемых пользователем

Наименование задачи	Цель решения задачи	Сущности, используемые при решении задачи	Частота решения задачи (раз/месяц)
Доступ к просмотру агрегатов автомобиля	Просмотреть агрегаты автомобиля	Системы автомобиля, агрегаты автомобиля, 3D-модели	По мере необходимости (≈ 100)
Получение информации об агрегате автомобиля	Получить информацию об агрегате	Системы автомобиля, агрегаты автомобиля, 3D-модели, характеристики	По мере необходимости (≈ 100)
Добавление информации об агрегате автомобиля	Добавить информацию об агрегате	Системы автомобиля, агрегаты автомобиля, 3D-модели, характеристики	По мере необходимости (≈ 10)

3.5.2 Логическое проектирование

Основной целью работы на данном этапе будет являться построение реляционной логической модели базы данных, которая представляет собой совокупность нормализованных отношений, с реализованными связями между объектами предметной области и всеми выполненными преобразованиями, необходимыми для эффективной реализации базы данных в СУБД.

Установим отображение концептуально-инфологической модели на реляционную модель базы данных:

1) Связь «Системы автомобиля – Агрегаты автомобиля» является связью типа «один–ко–многим». При отображении ключ порожденной сущности добавляется в исходную сущность. Порожденной сущностью является сущность «Агрегаты автомобиля», исходной – «Системы автомобиля». Связь показана на рисунке 37, на рисунке 38 приведены итоговые отношения.

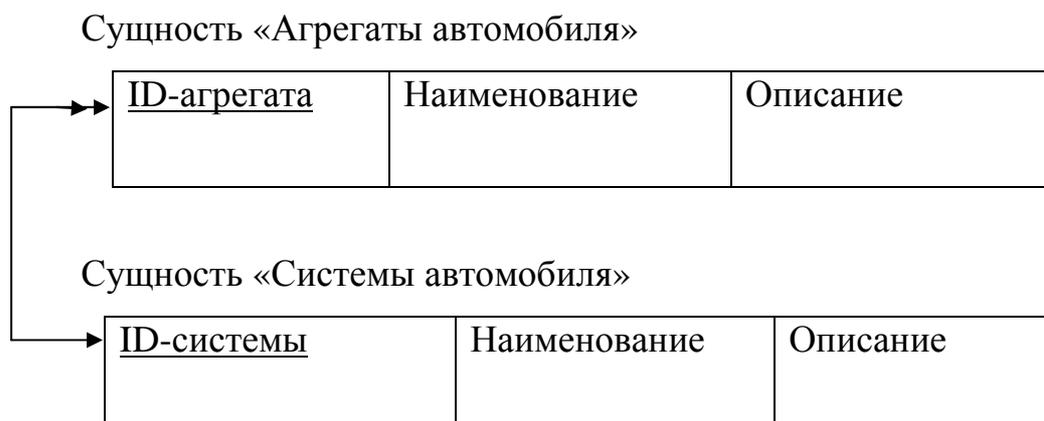


Рисунок 37 – Связь «Системы автомобиля – Агрегаты автомобиля»

Отношение 1 «Агрегаты автомобиля»



Рисунок 38 – Отображение связи «Системы автомобиля – Агрегаты автомобиля»

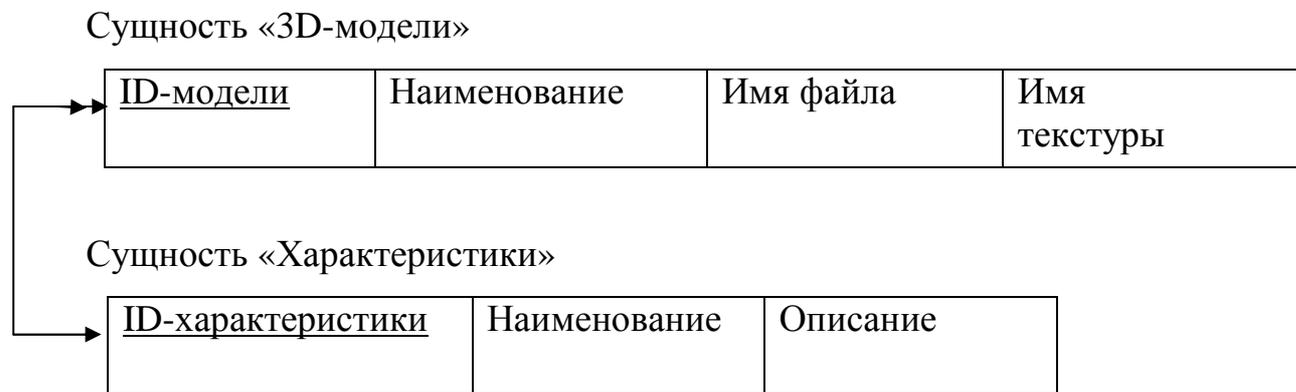


Рисунок 41 – Связь «Характеристики – 3D-модели»



Рисунок 42 – Отображение связи «Характеристики – 3D-модели»

Отношения называют приведенными к первой нормальной форме в том случае, если значения всех их атрибутов атомарные. Данному условию удовлетворяют все отношения данной базы данных.

Отношение находится во второй нормальной форме в том случае, если оно находится в первой нормальной форме, и каждый его не ключевой атрибут функционально полно зависит от ключа.

Функциональные зависимости отношения 1 «Системы автомобиля» представлены на рисунке 43.

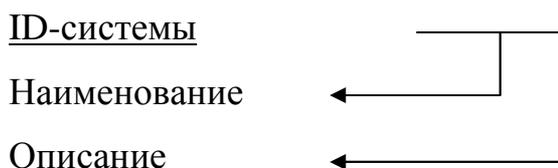


Рисунок 43 – Диаграмма функциональных зависимостей отношения «Системы автомобиля»

Функциональные зависимости отношения 2 «Агрегаты автомобиля» представлены на рисунке 44.

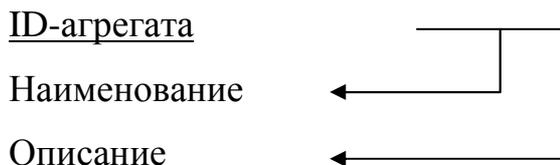


Рисунок 44 – Диаграмма функциональных зависимостей отношения «Агрегаты автомобиля»

Функциональные зависимости отношения 3 «3D-модели» представлены на рисунке 45.

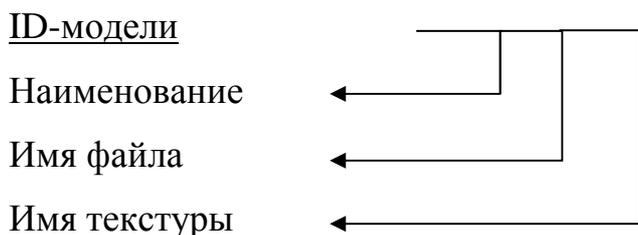


Рисунок 45 – Диаграмма функциональных зависимостей отношения «3D-модели»

Функциональные зависимости отношения 4 «Характеристики» представлены на рисунке 46.

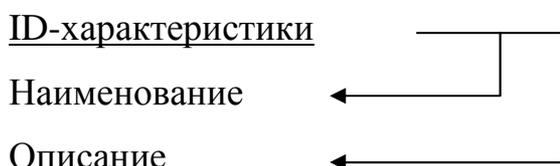


Рисунок 46 – Диаграмма функциональных зависимостей отношения «Характеристики»

Отношение находится в третьей нормальной форме в том случае, если оно находится во второй нормальной форме и все его атрибуты, которые не являются ключевыми, не имеют транзитивной зависимости от ключевых атрибутов. Проанализировав все отношения, можно сделать вывод, что они находятся в третьей нормальной форме.

Далее представим логическую модель базы данных, полученную с помощью CASE-средства ERwin Data Modeler. Модель отображена на рисунке В.1 в приложении В.

3.5.3 Физическое проектирование

На этапе физического проектирования базы данных представляются проекты таблиц, которые будут реализованы в СУБД. Поскольку в качестве СУБД был выбран MySQL, то таблицы спроектированной базы данных будут иметь вид, представленный в таблицах 7 – 10.

Таблица 7 – «Системы автомобиля»

Название поля	Тип данных	Длина	Ограничение	Значение по умолчанию	Допустимость NULL	Индексация
<u>ID-системы</u>	счетчик	длинное целое	>0	–	нет	да (совпадения не допускаются)
Наименование	текстовый	30	-	–	нет	нет
Описание	текстовый	255	–	–	нет	нет

Таблица 8 – «Агрегаты автомобиля»

Название поля	Тип данных	Длина	Ограничение	Значение по умолчанию	Допустимость NULL	Индексация
<u>ID-агрегата</u>	счетчик	длинное целое	>0	–	нет	да (совпадения не допускаются)
ID-системы	числовой	длинное целое	>0	–	нет	нет
Наименование	текстовый	30	–	–	нет	нет
Описание	текстовый	255	–	–	нет	нет

Таблица 9 – «3D-модели»

Название поля	Тип данных	Длина	Ограничение	Значение по умолчанию	Допустимость NULL	Индексация
<u>ID-модели</u>	счетчик	длинное целое	>0	–	нет	да (совпадения не допускаются)
ID-характеристики	числовой	длинное целое	>0	–	нет	нет
ID-агрегата	числовой	длинное целое	>0	–	нет	нет
Наименование	текстовый	30	–	–	нет	нет
Имя файла	текстовый	20	–	–	нет	нет
Имя текстуры	текстовый	20	–	–	нет	нет

Таблица 10 – «Характеристики»

Название поля	Тип данных	Длина	Ограничение	Значение по умолчанию	Допустимость NULL	Индексация
<u>ID-характеристики</u>	счетчик	длинное целое	>0	–	нет	да (совпадения не допускаются)
Наименование	текстовый	30	–	–	нет	нет
Описание	текстовый	–	–	–	нет	нет

Требования ссылочной целостности представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Правила ссылочной целостности

Таблица	Внешний ключ	Требование ссылочной целостности
1	2	3
Агрегаты автомобиля	ID-системы	<p>Обновление: при изменении записей в таблице «Системы автомобиля» в таблице «Агрегаты автомобиля» автоматически во всех записях изменяется значение поля «ID-системы».</p> <p>Удаление: при удалении записей из таблицы «Системы автомобиля» в таблице «Агрегаты автомобиля» автоматически удаляются все записи из таблицы со значением внешнего ключа, соответствующим удаленной записи.</p>
3D-модели	ID-характеристики	<p>Обновление: при изменении записей в таблице «Характеристики» в таблице «3D-модели» автоматически во всех записях изменяется значение поля «ID-характеристики».</p> <p>Удаление: при удалении записей из таблицы «Характеристики» в таблице «3D-модели» автоматически удаляются все записи из таблицы со значением внешнего ключа, соответствующим удаленной записи.</p>
3D-модели	ID-агрегата	<p>Обновление: при изменении записей в таблице «Агрегаты автомобиля» в таблице «3D-модели» автоматически во всех записях изменяется значение поля «ID-агрегата».</p> <p>Удаление: при удалении записей из таблицы «Агрегаты автомобиля» в таблице «3D-модели» автоматически удаляются все записи из таблицы со значением внешнего ключа, соответствующим удаленной записи.</p>

Далее представим физическую модель базы данных, полученную с помощью CASE-средства ERwin Data Modeler. Модель отображена на рисунке В.2 в приложении В.

3.6 Руководство пользователя

В данном разделе приводится подробное описание основных функций и возможностей, предоставленных пользователю автоматизированной информационной системы «3D-моделирования технического устройства ВА3-2107».

При запуске программы будет автоматически открыто окно конфигурации, в котором будет предоставлен выбор разрешения экрана, для отображения трёхмерных изображений автомобиля, качество визуализации, от которого напрямую зависит дальнейшая скорость работы программного обеспечения на Вашем компьютере, поэтому настраивать качество отображения необходимо в соответствии с параметрами используемого персонального компьютера. Помимо этого, можно выбрать дисплей, на котором будет отображаться трёхмерные модели и режим отображения, в виде полноэкранного или оконного вида. Внешний вид формы настройки конфигурации изображено на рисунке 47.

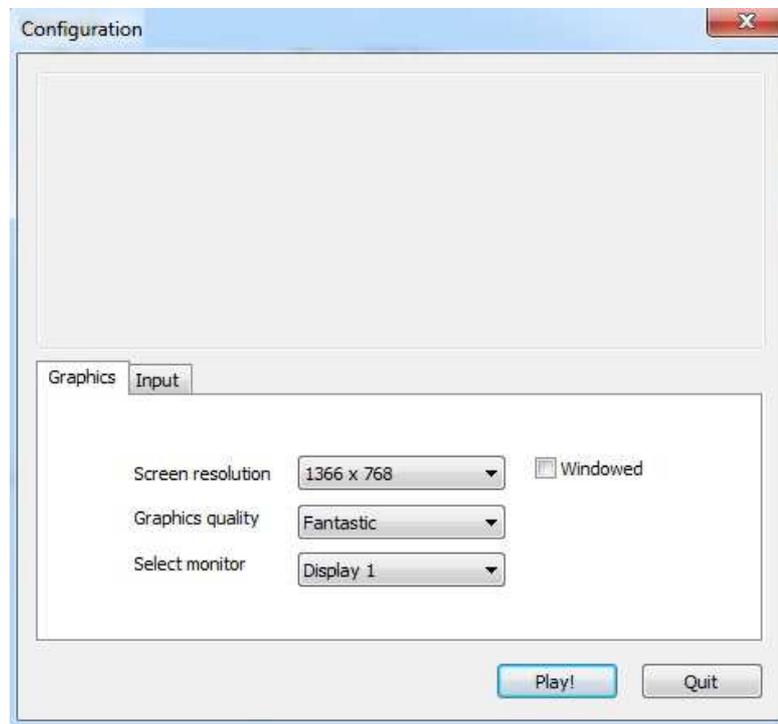


Рисунок 47 – Окно конфигурации программы

При желании пользователь может выбрать удобную для себя конфигурацию клавиш управления, для этого необходимо перейти во вкладку «Input», как пока-

зано на рисунке 48.

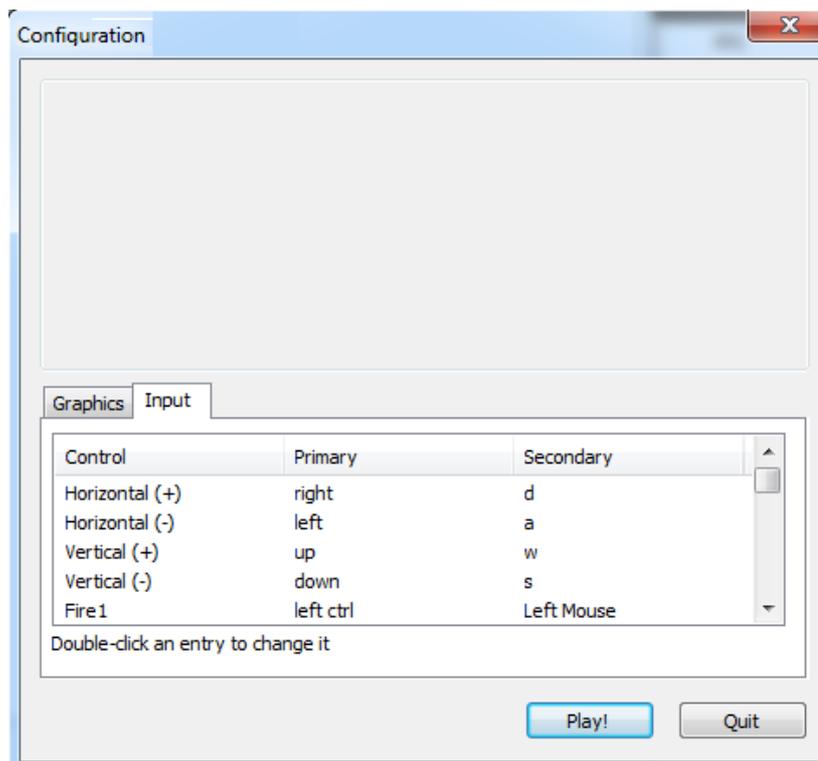


Рисунок 48 – Настройка клавиш управления

После проведения всех необходимых настроек необходимо воспользоваться клавишей «Play!» и через несколько секунд будет запущена программа, как показано на рисунке 49.



Рисунок 49 – Общий вид программы

В центре окна располагается визуализированная трёхмерная модель легкового автомобиля ВАЗ-2107, в левом верхнем углу информационная панель, в которой отображается информация о выделенных системах и агрегатах. В левом нижнем углу располагается панель управления, выбрав необходимую комбинацию галочек, на экране автоматически появится модель, устраивающая пользователя по выбранным параметрам. В правом верхнем углу расположена кнопка выхода из программы. Вращение изображения осуществляется с помощью мыши и клавиатуры, также пользователь может увеличивать и уменьшать изображение автомобиля, при желании выделяя необходимую деталь, после чего в информационной панели будет отображена характеристика выделенной детали, как показано на рисунке 50.

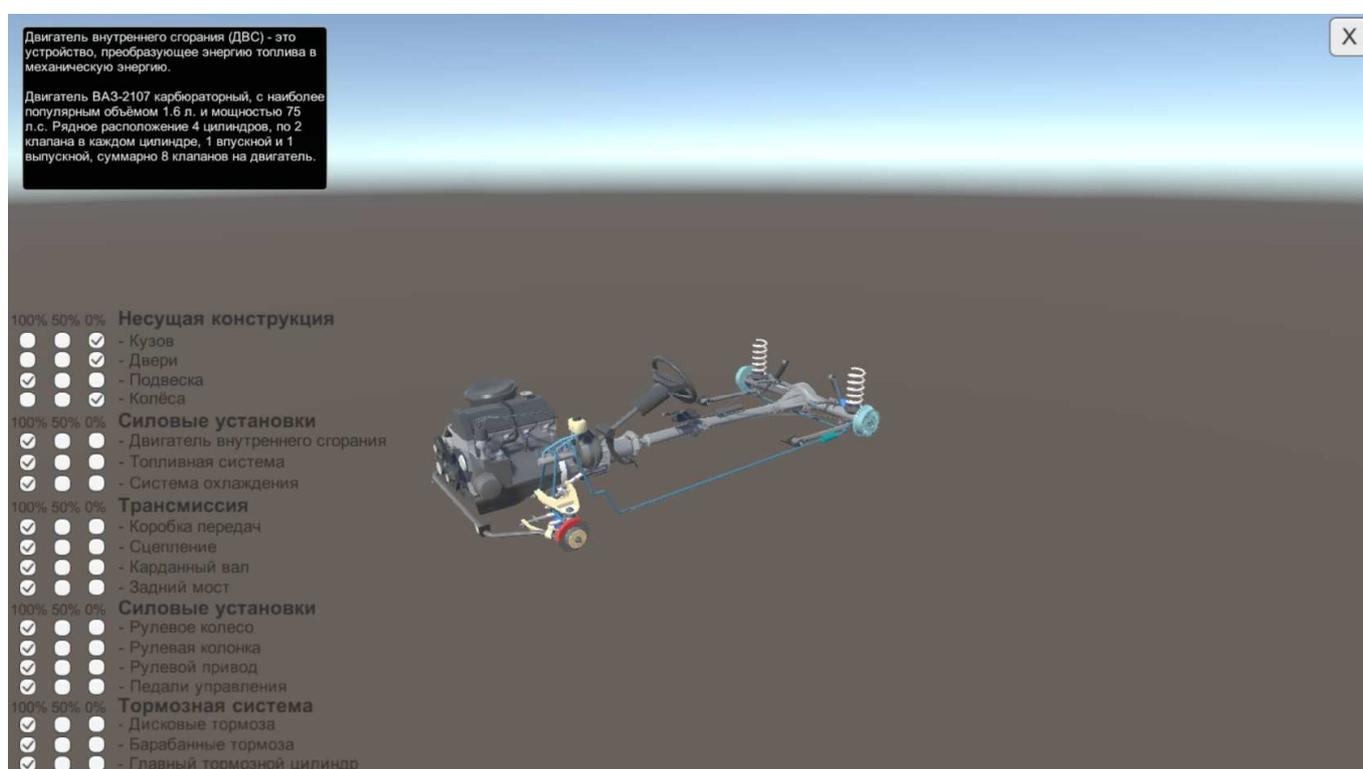


Рисунок 50 – Пример работы программы

Для обеспечения корректной работы с данной автоматизированной информационной системой 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, пользователям необходимо учитывать рекомендуемые системные требования к технической базе персонального компьютера, на котором будет осуществляться непосредственная работа с системой, основными из этих требований будут являться:

- 1) операционная система – Windows XP/Vista/7/8/8.1/10;
- 2) процессор – 2.8 ГГц или выше;
- 3) оперативная память – 2 Гбайт;
- 4) видеокарта – 512 Мбайт;
- 5) разрешение монитора – от 1024x768;
- 6) DirectX 9.0с и выше;
- 7) Microsoft Framework 3.5 и выше;
- 8) клавиатура;
- 9) мышь.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения диссертационной работы было получено индивидуальное задание, разработать систему 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107, таким образом, чтобы конечный продукт обладал низкими требованиями к техническим характеристикам персонального компьютера. А также вывести из хода разработки программного обеспечения методику, по которой можно будет в дальнейшем разрабатывать подобные программы. В ходе выполнения данного задания был получен определённый уровень знаний и навыков в области разработки прикладных решений, использующих графические библиотеки и трёхмерные модели. Для получения необходимых знаний и навыков была изучена определённая литература, предоставленная научным руководителем.

В результате выполнения магистерской диссертации была выработана и успешно использована на практике, методика моделирования трёхмерных объектов и их визуализации путём отдельного моделирования и последующей компоновки в единую систему из отдельно выполненных подсистем. При этом все моделируемые трёхмерные объекты являются низкополигональными. Благодаря всему этому, программный продукт не является чрезмерно требовательным к аппаратной составляющей персонального компьютера, на котором используется. Помимо этого, появилась возможность в дальнейшем использовать данную методику в различных сферах деятельности, где задействованы трёхмерные объекты. А также было разработано специальное программное обеспечение, которое может выступать в качестве наглядного пособия при проведении практических занятий по изучению технических характеристик и внутреннего устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107. Разработанная автоматизированная информационная система 3D-моделирования технического устройства автомобиля ВАЗ-2107 обладает интуитивно понятным интерфейсом, работать с которым сможет любой уверенный пользователь персонального компьютера. Программа целиком и полностью выполняет все заявленные функции.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Абрамов, В.И. Конфигурирование и настройка автоматизированных информационных систем / В.И. Абрамов, А.Л. Литвинов, Н.В. Лычева. – Белгород : БелГУ, 2012. – 81 с.

2 Аверин, С.В. Основы 3ds Max 2011 / С.В. Аверин, Т.Ю. Бондаренко. – М. : Интуит, 2011. – 170 с.

3 Башкин, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Башкин, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 320 с.

4 Бойко, Л.Г. Технология разработки программного обеспечения / Л.Г. Бойко. – М. : Инфра-М, 2012. – 400 с.

5 Болкунов, В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Болкунов, И.Ю. Лаврентьева. – М. : Инфра-М, 2010. – 518 с.

6 Ваерс, Г. Технология разработки программного обеспечения / Г. Ваерс. – СПб. : Питер, 2010. – 362 с.

7 Варда, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2012 / О.М. Варда, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 240 с.

8 Вишневский, М.Н. Эффективная работа в 3ds Max 2011 / М.Н. Вишневский, Р.Г. Новиков. – СПб. : Питер, 2011. – 907 с.

9 Внукин, А.Б. SQL Server: Руководство разработчика / А.Б. Внукин, А.С. Семенова. – СПб. : Питер, 2010. – 408 с.

10 Вридель, Д. SQL Server / Д. Вридель. – СПб. : Питер, 2011. – 240 с.

11 Гарина, С.И. Приёмы создания интерьеров различных стилей / С.И. Гарина, У.С. Томашевская, Я.Г. Филимонов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 308 с.

12 Гуреев, А.В. 3ds Max 2013. Лучший самоучитель / А.В. Гуреев, О.В. Якунина. – М. : Астрель, 2013. – 480 с.

13 Данилов, М.Н. Эффективная работа в 3ds Max 2011 / М.Н. Данилов, Р.Г. Новиков. – СПб. : Питер, 2011. – 350 с.

14 Дашина, А.Б. SQL Server: Руководство разработчика / А.Б. Дашина, А.С. Семенова. – СПб. : Питер, 2010. – 420 с.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

- 15 Дибров, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2012 / О.М. Дибров, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 240 с.
- 16 Дмитриев, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Дмитриев, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 375 с.
- 17 Друковский, А.В. 3ds Max 2014. Лучший самоучитель / А.В. Друковский, О.В. Якунина. – М. : Астрель, 2015. – 352 с.
- 18 Жалов, С.И. Приёмы создания интерьеров различных стилей / С.И. Жалов, У.С. Томашевская, Я.Г. Филимонов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 378 с.
- 19 Живнова, В.И. Конфигурирование и настройка автоматизированных информационных систем / В.И. Живнова, А.Л. Литвинов, Н.В. Лычева. – Белгород : БелГУ, 2010. – 115 с.
- 20 Живчик, С.В. Основы 3ds Max 2009 / С.В. Живчик, Т.Ю. Бондаренко. – М. : Интуит, 2009. – 170 с.
- 21 Ивахненко, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Ивахненко, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 162 с.
- 22 Иванов, Л.Г. Технология разработки программного обеспечения / Л.Г. Иванов. – М. : Инфра-М, 2012. – 324 с.
- 23 Иванова, В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Иванова, И.Ю. Лаврентьева. – М. : Инфра-М, 2009. – 262 с.
- 24 Иванцова, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2012 / О.М. Иванцова, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 255 с.
- 25 Ивахненко, В.И. Конфигурирование и настройка автоматизированных информационных систем / В.И. Ивахненко, А.Л. Литвинов, Н.В. Лычева. – Белгород : БелГУ, 2010. – 174 с.
- 26 Ищенко, С.В. Основы 3ds Max 2009 / С.В. Ищенко, Т.Ю. Бондаренко. – М. : Интуит, 2009. – 163 с.
- 27 Калинина, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Калинина, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 103 с.
- 28 Карпова, Л.Г. Технология разработки программного обеспечения / Л.Г. Карпова. – М. : Инфра-М, 2012. – 210 с.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

- 29 Колесников, В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Колесников, И.Ю. Лаврентьева. – М. : Инфра-М, 2009. – 112 с.
- 30 Колотий, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2012 / О.М. Колотий, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 203 с.
- 31 Килимник, А.В. 3ds Max 2013. Лучший самоучитель / А.В. Килимник, О.В. Якунина. – М. : Астрель, 2013. – 98 с.
- 32 Красников, М.Н. Эффективная работа в 3ds Max 2011 / М.Н. Красников, Р.Г. Новиков. – СПб. : Питер, 2011. – 77 с.
- 33 Краснов, А.Б. SQL Server: Руководство разработчика / А.Б. Краснов, А.С. Семенова. – СПб. : Питер, 2010. – 65 с.
- 34 Мамаев, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2012 / О.М. Мамаев, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 214 с.
- 35 Мамонова, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Мамонова, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 221 с.
- 36 Мирон, М.Н. Эффективная работа в 3ds Max 2011 / М.Н. Мирон, Р.Г. Новиков. – СПб. : Питер, 2011. – 107 с.
- 37 Паутов, А.Б. SQL Server: Руководство разработчика / А.Б. Паутов, А.С. Семенова. – СПб. : Питер, 2010. – 96 с.
- 38 Самойлов, С.И. Приёмы создания трехмерных объектов / С.И. Самойлов, У.С. Томашевская, Я.Г. Филимонов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 308 с.
- 39 Сеницын, А.В. 3ds Max 2013. Самоучитель / А.В. Сеницын, О.В. Якунина. – М. : Астрель, 2013. – 49 с.
- 40 Соболев, М.Н. Эффективная работа в 3ds Max 2011 / М.Н. Соболев, Р.Г. Новиков. – СПб. : Питер, 2011. – 101 с.
- 41 Тимофеев, А.Б. SQL Server: Руководство разработчика / А.Б. Тимофеев, А.С. Семенова. – СПб. : Питер, 2010. – 206 с.
- 42 Федоров, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2012 / О.М. Федоров, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 152 с.
- 43 Федосеев, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Федосеев, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 187 с.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

44 Харьковский, А.В. 3ds Max 2012. Лучший самоучитель / А.В. Харьковский, О.В. Якунина. – М. : Астрель, 2012. – 202 с.

45 Чемоданов, С.И. Приёмы разработки программного обеспечения различными стилями / С.И. Чемоданов, У.С. Томашевская, Я.Г. Филимонов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 251 с.

46 Шаронов, А.В. 3ds Max 2014. Лучший самоучитель / А.В. Шаронов, О.В. Якунина. – М. : Астрель, 2014. – 474 с.

47 Шеров, М.Н. Эффективная работа в 3ds Max 2012 / М.Н. Шеров, Р.Г. Новиков. – СПб. : Питер, 2012. – 141 с.

48 Юлин, О.М. Дизайн архитектуры и интерьеров в 3ds Max Design 2013 / О.М. Юлин, П.С. Милосердцев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 243 с.

49 Якунин, В.И. 3ds Max 9. Секреты мастерства / В.И. Якунин, О.И. Нессонов. – СПб. : Питер, 2009. – 308 с.

50 Медведев, А.К. Система 3D-моделирования технического устройства серийных автомобилей / А.К. Медведев, И.А. Соловьёв. – Молодежь XXI века: шаг в будущее: мат. XIV регион. науч.-пр.конф. – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – Т. 7. – С. 42-43.

51 Медведев, А.К. Система трёхмерного моделирования технического устройства автомобиля / А.К. Медведев, И.А. Соловьёв. – Ученые заметки Тихоокеанского государственного университета. – 2013. – Т. 4. – № 3. – С. 72-76.

52 Медведев, А.К. Система 3D-моделирования технического устройства легкового автомобиля ВАЗ-2107 / А.К. Медведев. – Молодежь XXI века: шаг в будущее: мат. XVI регион. науч.-пр.конф. – Благовещенск: АГМА, 2015. – Т. 2. – С. 43-44.

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Копии диплома, сертификатов и свидетельства о регистрации программы



Рисунок А.1 – Свидетельство о государственной регистрации программы

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Копии диплома, сертификатов и свидетельства о регистрации программы



Рисунок А.2 – Диплом II степени

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Копии диплома, сертификатов и свидетельства о регистрации программы



Рисунок А.3 – Сертификат участника

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Концептуально-инфологическая модель базы данных

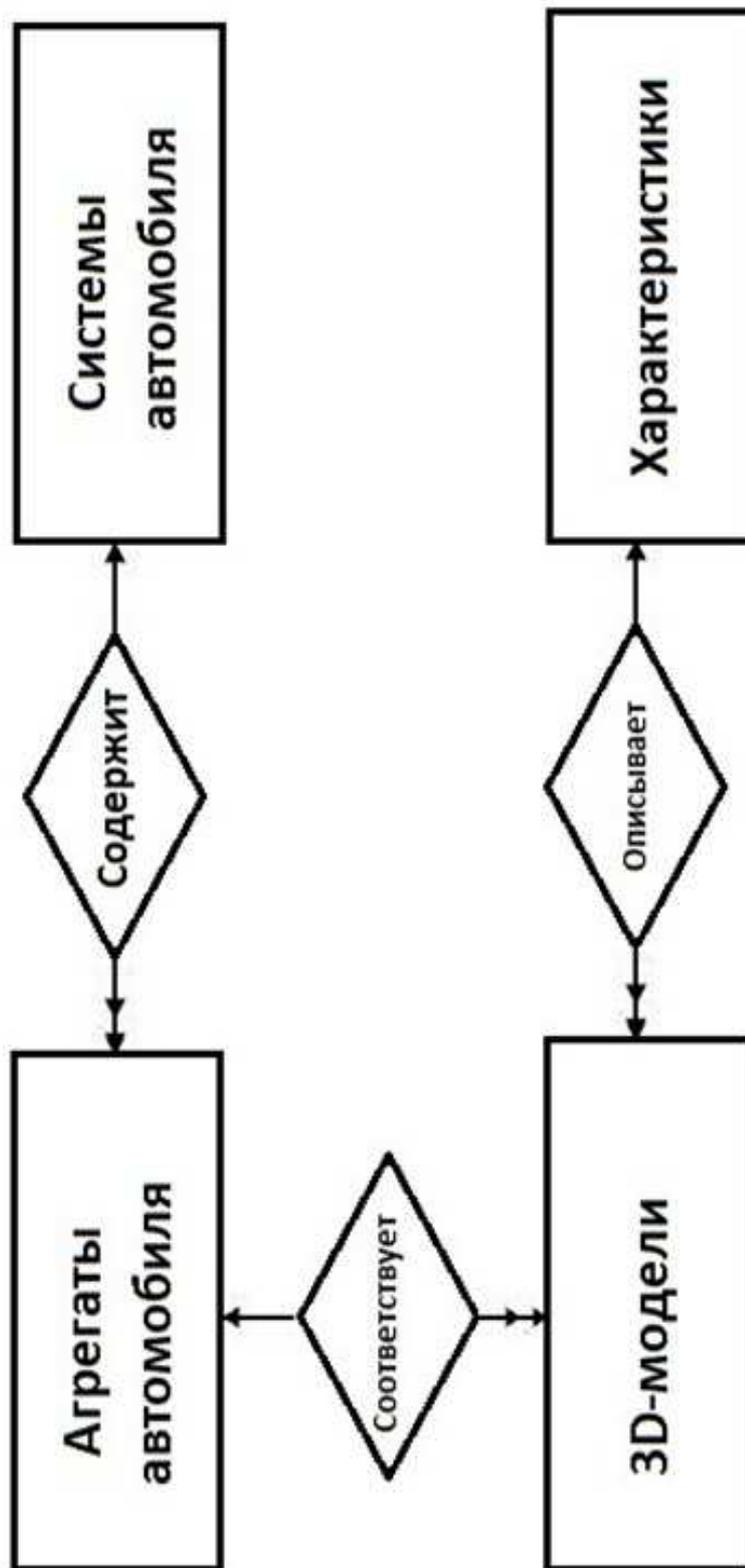


Рисунок Б.1 – Концептуально-инфологическая модель базы данных

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Логическая и физическая модели базы данных

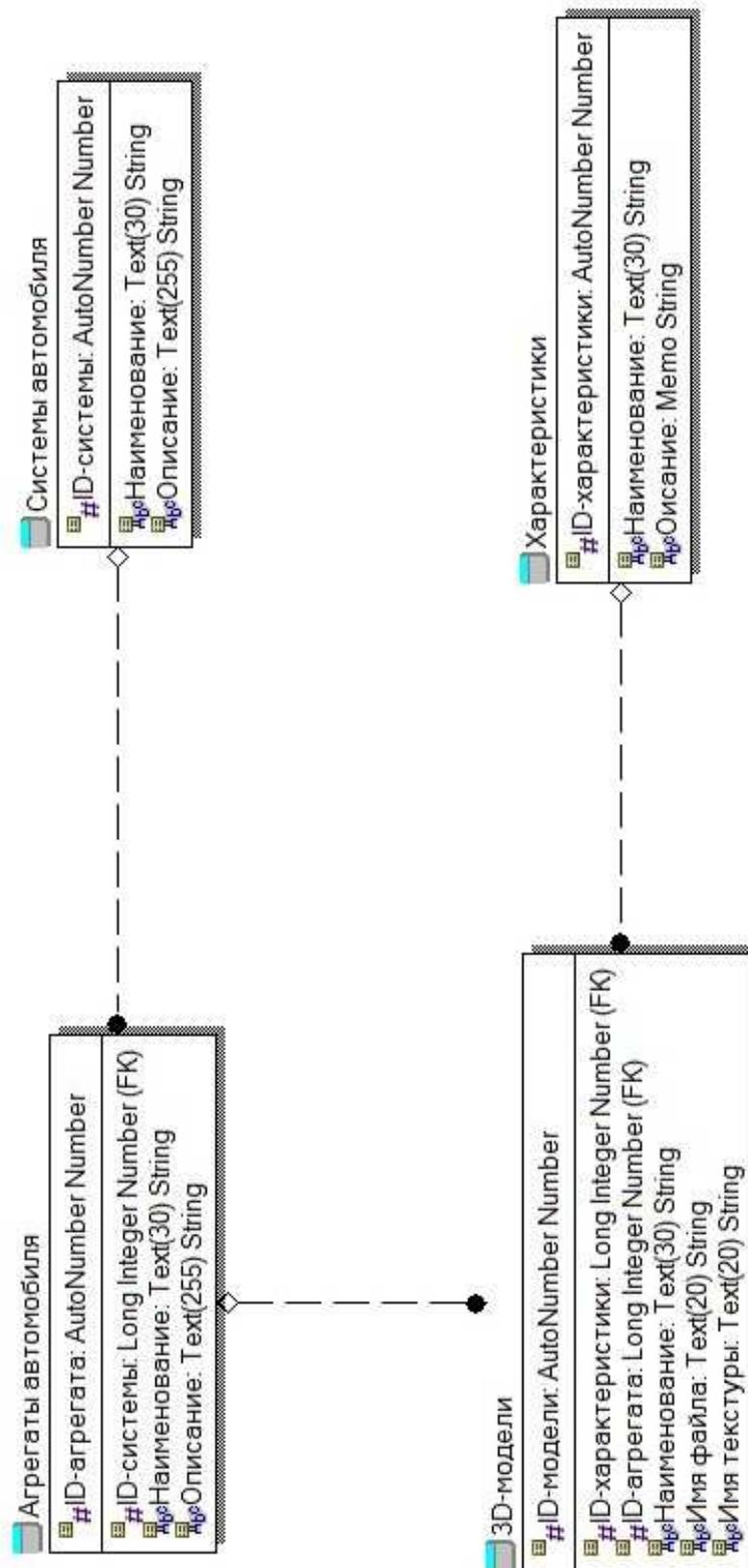


Рисунок В.1 – Графическое представление логической модели

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В

Логическая и физическая модели базы данных

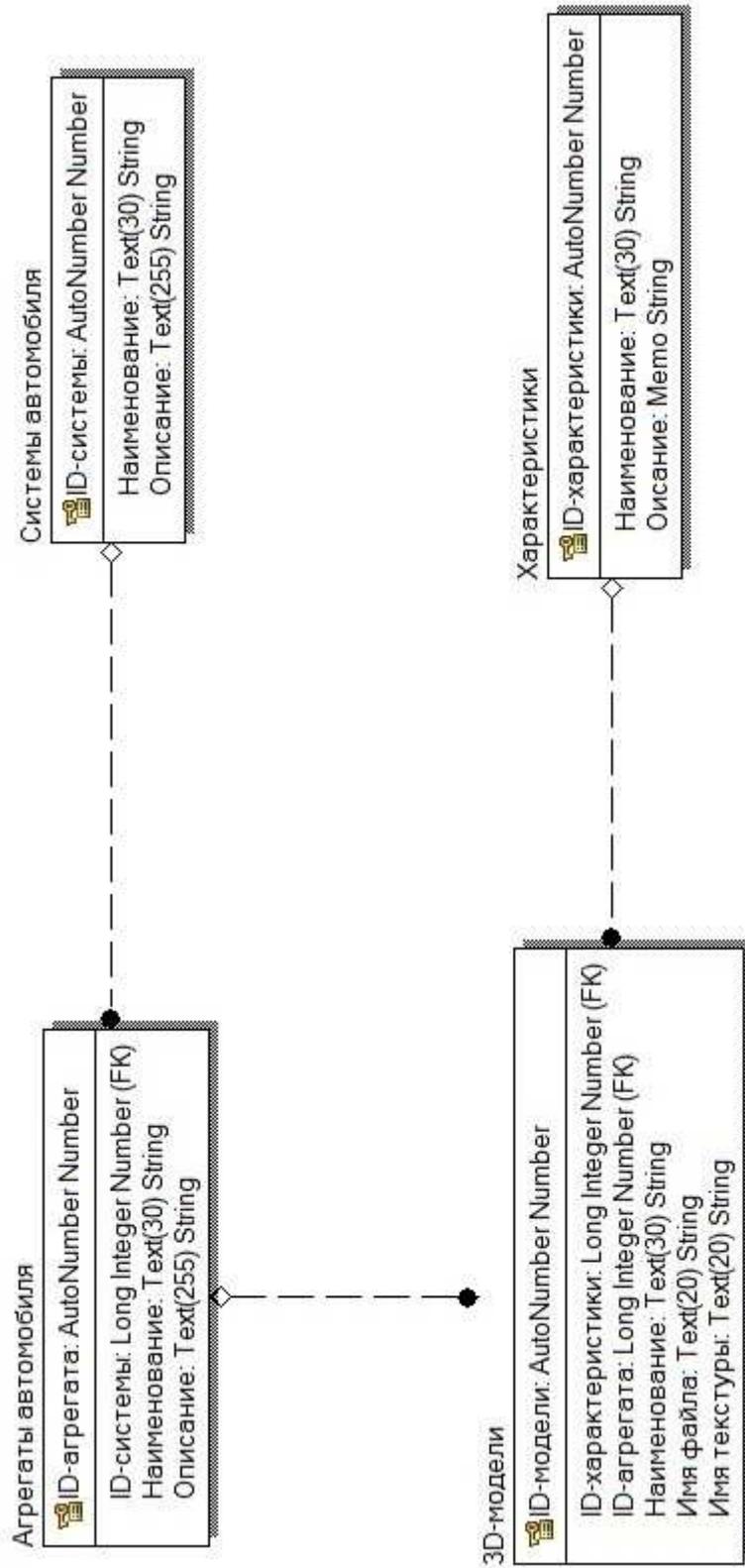


Рисунок В.2 – Физическая модель базы данных

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Листинг программного кода

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
public class TEXT : MonoBehaviour
{
    static string stringToEdit;
    public string textSTR, textSTR1, textSTR2, textSTR3, textSTR4, textSTR5, textSTR6,
    textSTR7, textSTR8, textSTR9, textSTR10, textSTR11;
    static int j, i=1;
    void OnGUI()
    {
        i = 1;
        if (j == 11)
        {
            if (GUI.Button (new Rect (10, 320, 60, 30), "Закреть"))
            {
                if (i == 0)
                i = 1;
                else
                i = 0;
            }
        }
        if (i == 1)
        stringToEdit = GUI.TextArea (new Rect (445, 560, 250, 80), stringToEdit, 200);
        else if (i == 0)
        {
            j = 0;
            stringToEdit = null;
        }
    }
}
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Г

Листинг программного кода

```
}  
void Start()  
{  
    j = 1;  
    if (i == 1)  
        stringToEdit = "Система 3D-моделирования технического устройства легко-  
вого автомобиля ВАЗ-2107";  
    else if (i == 0)  
        stringToEdit = null;  
}  
void OnMouseDown()  
{  
    j = 1;  
    if (i == 1)  
        stringToEdit =  
        textSTR+"\n"+textSTR1+"\n"+textSTR2+"\n"+textSTR3+"\n"+textSTR4+"\n"+t  
extSTR5+"\n"+textSTR6+"\n"+textSTR7+"\n"+textSTR8+"\n"+textSTR9+"\n"+textST  
R10+"\n"+textSTR11;  
    else if (i == 0)  
        stringToEdit = null;  
}  
}
```

					ВКР.145380.090404.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82