

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии

**СОГЛАСОВАНО**  
Доцент департамента  
программной инженерии  
факультета компьютерных наук  
канд. техн. наук

**УТВЕРЖДАЮ**  
Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»

\_\_\_\_\_ А. Р. Закиевна  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

\_\_\_\_\_ В. В. Шилов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

**ПРОГРАММА СКЕЛЕТНАЯ АНИМАЦИЯ**

**Техническое задание**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.509000-01 ТЗ 01-1-ЛУ**

Исполнитель  
студент группы 151 ПИ  
\_\_\_\_\_/А. М. Абрамов /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**2016**

ПРОГРАММА СКЕЛЕТНАЯ АНИМАЦИЯ

Техническое задание

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.500900 ТЗ 01-1-ЛУ

Листов 16

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## Содержание

<b>1 Введение</b>	<b>3</b>
1.1 Наименование . . . . .	3
1.2 Краткая характеристика . . . . .	3
<b>2 Основания для разработки</b>	<b>4</b>
2.1 Документ, на основании которого ведется разработка . . . . .	4
2.2 Наименование темы разработки . . . . .	4
<b>3 Назначение разработки</b>	<b>5</b>
3.1 Функциональное назначение . . . . .	5
3.2 Эксплуатационное назначение . . . . .	5
<b>4 Требования к программному изделию</b>	<b>6</b>
4.1 Требования к функциональным характеристикам . . . . .	6
4.1.1 Состав выполняемых функций . . . . .	6
4.1.2 Организация входных и выходных данных . . . . .	6
4.1.3 Прочие требования . . . . .	6
4.2 Требования к временным характеристикам . . . . .	7
4.3 Требования к интерфейсу . . . . .	7
4.4 Требования к надежности . . . . .	7
4.4.1 Обеспечение устойчивого функционирования программы . . . . .	7
4.4.2 Время восстановления после отказа . . . . .	7
4.4.3 Отказы из-за некорректных действий оператора . . . . .	7
4.5 Требования к условиям эксплуатации . . . . .	7
4.5.1 Вид обслуживания . . . . .	7
4.5.2 Численность и квалификация персонала . . . . .	7
4.6 Требования к составу и параметрам технических средств . . . . .	7
4.7 Требования к информационной и программной совместимости . . . . .	8
<b>5 Требования к программной документации</b>	<b>9</b>
5.1 Предварительный состав программной документации . . . . .	9
<b>6 Техничко-экономические показатели</b>	<b>10</b>
6.1 Ориентировочная экономическая эффективность и годовая потребность . . . . .	10
6.2 Экономические преимущества разработки . . . . .	10
<b>7 Стадии и этапы разработки</b>	<b>11</b>
7.1 Необходимые стадии разработки . . . . .	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

7.1.1	Стадия разработки технического задания: . . . . .	11
7.1.2	Стадия разработки технического проекта: . . . . .	11
7.1.3	Стадия разработки рабочего проекта: . . . . .	11
7.2	Сроки работ и исполнители . . . . .	11
<b>8</b>	<b>Порядок контроля и приемки</b>	<b>12</b>
8.1	Виды испытаний . . . . .	12
8.2	Требования к приемке работы . . . . .	12
<b>9</b>	<b>Приложение. Формат Collada (.dae)</b>	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>Приложение. Терминология</b>	<b>14</b>
10.1	Терминология . . . . .	14
<b>11</b>	<b>Приложение. Схема интерфейса</b>	<b>15</b>
<b>12</b>	<b>Приложение. Список используемой литературы</b>	<b>16</b>
12.1	Список используемой литературы . . . . .	16

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 1. Введение

### 1.1. Наименование

Наименование: «Программа скелетная анимация».

Наименование на английском: «Program of Skeletal Animation».

### 1.2. Краткая характеристика

Цель работы - реализовать программу скелетной анимации. В задачи работы входит загрузка анимации из файлов collada (.dae), расчет промежуточных кадров анимации и воспроизведение анимации на экране средствами OpenGL. Также программа предоставляет пользователю возможность менять положение камеры, перейти к любому моменту времени в анимации и просмотреть иерархию костей и модели. В состав работ также входит создание демонстрационных исходных данных (файлов) для данной программы.

Файл анимации в формате collada, удовлетворяющий требованиям входных данных, может быть подготовлен пользователем в любом пакете для трех мерного моделирования. Например в программе Blender (<https://www.blender.org/>, разработчик: некоммерческая организация Blender Foundation)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 2. Основания для разработки

### 2.1. Документ, на основании которого ведется разработка

Разработка программы ведется на основании приказа №6.18.1-02/1112-19 от 11.12.2015 «Об утверждении тем, руководителей курсовых работ студентов образовательной программы Программная инженерия факультета компьютерных наук» в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению «Программная инженерия», факультета Компьютерных наук, Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

### 2.2. Наименование темы разработки

Наименование темы: «Программа скелетная анимация».

Наименование темы на английском: «Program of Skeletal Animation».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

### 3. Назначение разработки

#### 3.1. Функциональное назначение

Функциональным назначением приложения является предоставление пользователю возможности загрузить 3D анимацию из файла collada (.dae), проиграть ее, отобразить анимацию учитывая связанные с ней материалы и нормали, просмотреть модели и кости входящие в состав анимации, перейти к любому моменту времени в анимационном файле, изменить положение камеры.

#### 3.2. Эксплуатационное назначение

Программа предназначена для запуска на персональном компьютере с операционной системой семейства Windows. Она может использоваться в учебных целях для демонстрации основных компонентов систем скелетной анимации. Она может использоваться программистом в процессе отладки приложений использующих анимацию. Ею может воспользоваться любой человек, желающий просмотреть записанную в файле анимацию, но не знакомый со сложными интерфейсами пакетов для трех мерного моделирования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 4. Требования к программному изделию

### 4.1. Требования к функциональным характеристикам

#### 4.1.1. Состав выполняемых функций

1. Чтение данных из формата collada для хранения трех мерных моделей.
2. Изменение положения и ракурса камеры в OpenGL.
3. Загрузка не более одной сцены одновременно.
4. Поддержка двух видов камер в OpenGL, первый вид это камера движение которой сковано орбитой вокруг модели и другой тип это камера двигающаяся совершенно свободно.
5. Переход к любому моменту времени в анимации.
6. Воспроизведение анимации на экране.
7. Передвижение камеры во время анимации.
8. Включение и выключение отрисовки с учетом нормалей.
9. Включение и выключение отрисовки с учетом характеристик материала.
10. Изменение положения модели.
11. Отображение информации об объектах типа кости и меш, и реляционные связи между ними.
12. Отрисовка всех костей скелета. Отрисовка должна производиться поверх модели.
13. Подсветка отдельных костей выбранных пользователем.
14. Изменение параметров проигрывания анимации, а именно времени, также возможность проиграть в обратную сторону последний интервал между ключевыми фреймами.
15. Перезапуск анимации с начального кадра после отображения последнего ключевого фрейма.

#### 4.1.2. Организация входных и выходных данных

Входными данными для программы являются файл анимации, а также (для обеспечения взаимодействия с пользователем) клавиатура и мышь. Входные данные могут быть созданы в любом пакете для трех мерного моделирования. Примером такого пакета является Blender (<https://www.blender.org/>, разработчик: некоммерческая организация Blender Foundation).

1. Из-за огромного количества форматов для описания анимационных данных, поддерживать их все не представляется возможным. Поэтому программа должна работать только с форматом collada (.dae).
2. Файл должен содержать одну модель, один трэк анимации и один скелет для модели.
3. Пользователь должен иметь возможность модифицировать следующие входные данные в ходе работы программы:
  - (a) Время для которого надо отобразить анимацию.
  - (b) Положение/ориентация модели в OpenGL.
  - (c) Параметры отрисовки модели (нормали, материал).
  - (d) Положение/ракурс камеры в OpenGL.

Выходными данными для программы является отображение на экране.

#### 4.1.3. Прочие требования

1. Хранение списка недавно открытых файлов.
2. Поддержка изменения размеров окна без искажения проекции OpenGL.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



## 4.2. Требования к временным характеристикам

1. Задержка между кадрами отрисованными на экране не должна превышать 0.1 секунд для моделей составленных из не болле чем 2, 000, 000 треугольников, 15 костей и 1, 500, 000 вершин.

## 4.3. Требования к интерфейсу

Интерфейс должен удовлетворять схеме в приложении.

## 4.4. Требования к надежности

### 4.4.1. Обеспечение устойчивого функционирования программы

Программа не должна вне зависимости от входных данных или действий оператора завершаться аварийно. При некорректно введенных параметрах пользователю должно отображаться сообщение об ошибке.

### 4.4.2. Время восстановления после отказа

Требования к восстановлению после отказа не предъявляются.

### 4.4.3. Отказы из-за некорректных действий оператора

В случае открытия файла, не соответствующему требованиям ко входным данным, пользователю должно отображаться сообщение об ошибке.

## 4.5. Требования к условиям эксплуатации

### 4.5.1. Вид обслуживания

Приложение не требует каких-либо видов обслуживания.

### 4.5.2. Численность и квалификация персонала

Минимальное количество персонала, требуемого для работы программы: 1 оператор. Пользователь программы должен иметь образование не ниже среднего, обладать практическими навыками работы с компьютером и базовыми знаниями следующих понятий из сферы трех мерного моделирования: кость, корневая вершина (англ. root node), материал (англ. material), нормаль (англ. normal).

## 4.6. Требования к составу и параметрам технических средств

Для оптимальной работы приложения необходимо учесть следующие системные требования:

1. Компьютер, оснащенный:
  - (а) Обязательно 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 1 гигагерц (ГГц) или выше;
  - (б) 1 ГБ оперативной памяти (ОЗУ);
  - (в) 2 ГБ пространства на жестком диске;
  - (г) графическое устройство OpenGL с драйвером версии 3.1 или выше.
2. Монитор

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

3. Видеокарта
4. Мышь
5. Клавиатура

#### 4.7. Требования к информационной и программной совместимости

Исходный код программы обязательно должен быть написан с использованием языка C#. Приложению необходим компьютер с поддержкой OpenGL версии 3.1. 64-битная операционная система Windows 7 или более поздняя версия Windows. Должен быть установлен .NET Framework версии 4.5.1, а также библиотеки Assimp версии 3.1 и OpenTK версии 1.1.4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 5. Требования к программной документации

### 5.1. Предварительный состав программной документации

В обязательном порядке должны входить:

1. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78)
2. Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79)
3. Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79)
4. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79\*)
5. Текст программы (ГОСТ 19.401-78\*)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 6. Техничко-экономические показатели

### 6.1. Ориентировочная экономическая эффективность и годовая потребность

Ориентировочная экономическая эффективность не рассчитывается, предполагается, что программа будет использоваться пользователем несколько раз в неделю, на протяжении коротких периодов времени, т. е. количество сеансов на одном рабочем месте в год составит примерно 48 сеансов.

### 6.2. Экономические преимущества разработки

Экономические преимущества разработки в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными аналогами рассчитаны на январь 2016 года. Существующими аналогами данного приложения являются пакеты для трех мерного моделирования и анимации. В силу того что данное приложение распространяется бесплатно, единственным экономически выгодным аналогом к нему будет программа Blender. Однако Blender гораздо более сложен в использовании и потребляет намного больше системных ресурсов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 7. Стадии и этапы разработки

### 7.1. Необходимые стадии разработки

#### 7.1.1. Стадия разработки технического задания:

1. Этап обоснования необходимости разработки программы:
  - (а) постановка задачи.
  - (б) сбор исходных материалов.
2. Этап разработки и утверждения технического задания:
  - (а) определение требований к программе.
  - (б) определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на нее.
  - (с) согласование и утверждение технического задания.

#### 7.1.2. Стадия разработки технического проекта:

1. Этап разработки технического проекта:
  - (а) разработка структуры и архитектуры программы.
  - (б) окончательное определение конфигурации технических средств.
2. Этап утверждения технического проекта:
  - (а) разработка плана мероприятий по разработке программы
  - (б) разработка пояснительной записки.

#### 7.1.3. Стадия разработки рабочего проекта:

1. Этап разработки программы:
  - (а) непосредственное программирование и отладка программы.
2. Этап разработки программной документации:
  - (а) разработка следующих программных документов в соответствии с требованиями: техническое задание, пояснительная записка, руководство оператора, программа и методика испытания, текст программы, все в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101-77.
3. Этап испытания программы:
  - (а) разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний.
  - (б) испытания программы.
  - (с) защита презентации, сдача разработанной документации.
  - (д) корректировка программы и программной документации по результатам испытаний.

### 7.2. Сроки работ и исполнители

Приложение должно быть разработано к 20 мая 2016 года, студентом группы БПИ151 Абрамовым Артемом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 8. Порядок контроля и приемки

### 8.1. Виды испытаний

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с разработанным исполнителем и согласованным с заказчиком документом «Программа скелетная анимация» Программа и методика испытаний по (ГОСТ 19.301-79\*).

### 8.2. Требования к приемке работы

Акт приемки-сдачи программы между исполнителем и заказчиком в эксплуатацию происходит при полной работоспособности программы, при выполнении указанных в настоящем документе функций и требований, при наличии документации к программе, выполненной в соответствии с требованиями настоящего технического задания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 9. Приложение. Терминология

### 9.1. Терминология

**Корневая вершина (англ. root node)** Самый верхний узел дерева.

**Полигональная сетка (жарг. меш от англ. polygon mesh)** Совокупность вершин, рёбер и граней, которые определяют форму многогранного объекта в трехмерной компьютерной графике и объёмном моделировании. Гранями являются треугольники.

**Дерево** Связный ациклический граф. Связность означает наличие путей между любой парой вершин, ацикличность — отсутствие циклов и то, что между парами вершин имеется только по одному пути.

**Степень вершины** Количество инцидентных ей (входящих/исходящих из нее) ребер.

**Интерполяция, интерполирование анимации** Способ нахождения промежуточных значений состояния анимации по имеющемуся дискретному набору известных значений.

**Z-буферизация** В компьютерной трёхмерной графике способ учёта удалённости элемента изображения. Представляет собой один из вариантов решения «проблемы видимости»

**Z-конфликт (англ. Z-fighting)** Если два объекта имеют близкую Z-координату, иногда, в зависимости от точки обзора, показывается то один, то другой, то оба полосатым узором.

**OpenGL (Open Graphics Library)** Спецификация, определяющая независимый от языка программирования платформонезависимый программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику. На платформе Windows конкурирует с Direct3D.

**Рендеринг (англ. rendering — «визуализация»)** Термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы.

**Текстура** Растровое изображение, накладываемое на поверхность полигональной модели для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа. Приблизительно использование текстур можно легко представить как рисунок на поверхности скульптурного изображения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

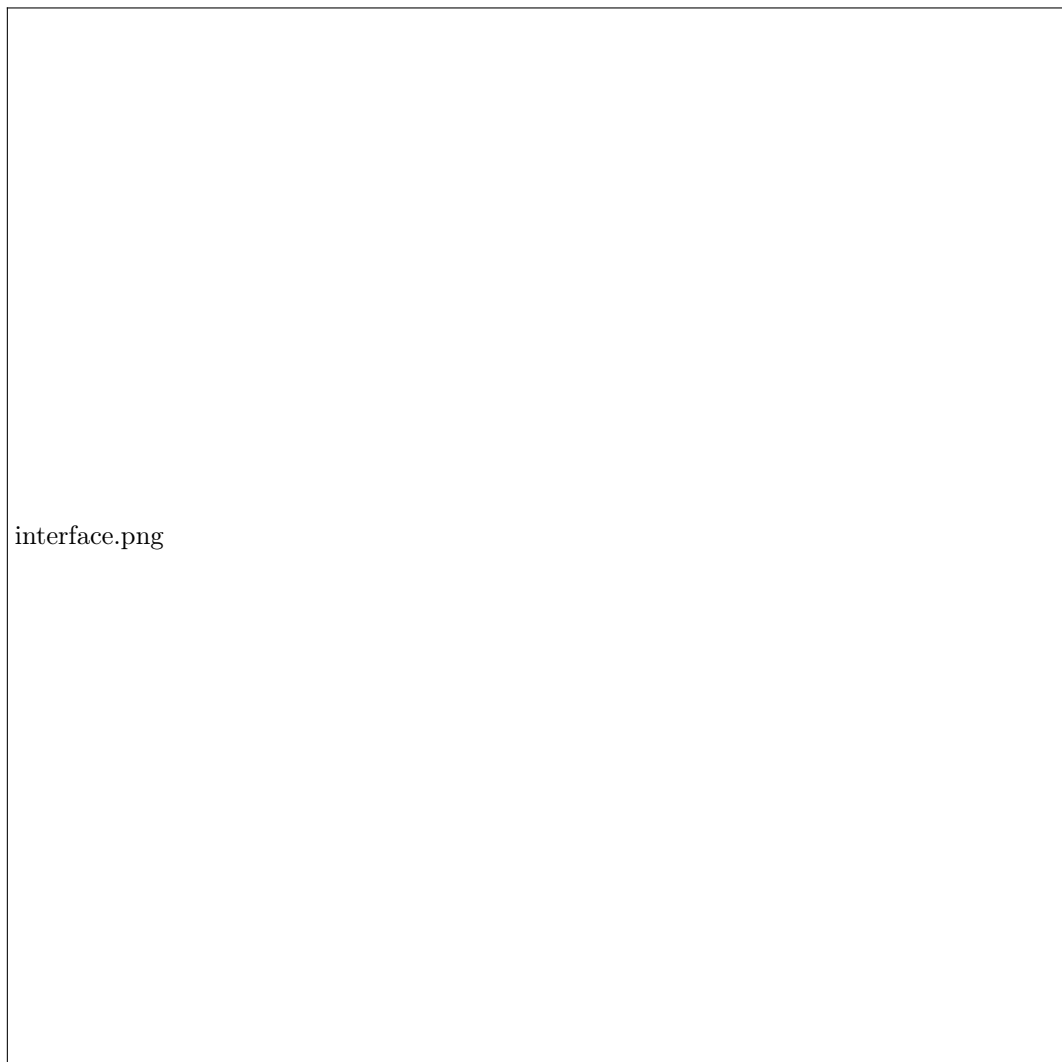
**10. Приложение. Схема интерфейса**

Рис. 1: Схема интерфейса

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



## 11. Приложение. Список используемой литературы

### 11.1. Список используемой литературы

1. OpenGL Superbible: Comprehensive Tutorial and Reference (7th Edition) Graham Sellers (Author), Richard S Wright Jr. (Author), Nicholas Haemel (Author) ISBN-13: 978-0672337475
2. OpenGL 4 Shading Language Cookbook - Second Edition David Wolff (Author) ISBN-13: 978-1782167020
3. Порев В.Н. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.: ил.
4. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению // Единая система программной документации. -М.:ИПК Издательство стандартов, 2001.
6. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2.: 001.
7. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. Документация OpenGL 3.3 [Электронный ресурс] // <https://www.opengl.org/sdk/docs/man/> (Дата обращения: 21.10.2016, режим доступа: свободный)
10. Рождерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989 - 512 с.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1-ЛУ				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата