

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО

Профессор департамента
программной инженерии, кандидат
технических наук

_____ Е.М. Гринкруг
«__» _____ 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»

_____ В.В. Шилов
«__» _____ 2019 г.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ OPENGLVIEWER БИБЛИОТЕКИ
JAVABEANS-КОМПОНЕНТ ДЛЯ 3D-ГРАФИКИ**

Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.04.01-01 81 01-1-ЛУ

Исполнитель

Студент группы БПИ163

_____ / Д.Е. Крайнов /
«__» _____ 2019 г.

Москва 2019

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

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.04.01-01 81 01-1-ЛУ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПОНЕНТ OPENGLVIEWER БИБЛИОТЕКИ JAVABEANS-
КОМПОНЕНТ ДЛЯ 3D-ГРАФИКИ**

Пояснительная записка

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

Листов 33

| | |
|--------------|--------------|
| Инд. № подл | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Инд. № дубл. |
| Подп. и дата | Подп. и дата |

Москва 2019

| СОДЕРЖАНИЕ | |
|--|-----------|
| 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 4 |
| 1.1. Наименование программы | 4 |
| 1.2. Документ, на основании которого ведется разработка | 4 |
| 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ | 5 |
| 2.1. Функциональное назначение | 5 |
| 2.2. Эксплуатационное назначение | 5 |
| 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 6 |
| 3.1. Постановка задачи на разработку программы | 6 |
| 3.2. Описание алгоритма функционирования программы и применяемых методик | 6 |
| 3.2.1. Описание пользовательской последовательности действий при работе с программой..... | 10 |
| 3.3. Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных..... | 10 |
| 3.3.1. Описание и обоснование выбора метода организации входных данных..... | 10 |
| 3.3.2. Описание и обоснование выбора метода организации выходных данных..... | 11 |
| 3.4. Описание и обоснование выбора технических и программных средств..... | 11 |
| 4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ | 12 |
| 4.1. Предполагаемая потребность | 12 |
| 4.2. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами | 12 |
| 5. ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ | 13 |
| Приложение 1 | 14 |
| Приложение 2 | 17 |
| ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ..... | 33 |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**1.1. Наименование программы**

Наименование программы: «Программный компонент OpenGLViewer библиотеки JavaBeans-компонент для 3D-графики» («The OpenGLViewer Software Component for JavaBeans 3D Graphics Components Library»). Краткое название: “OpenGLViewer”.

1.2. Документ, на основании которого ведется разработка

Приказ декана факультета компьютерных наук Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» № 2.3-02/1012-0 2 от 10.12.2018.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Функциональное назначение

Функциональным назначением компонента является предоставление возможности графического рендеринга моделей, представленных в виде графа сцены [1], с помощью технологии OpenGL [2] и графического процессора пользовательского компьютера.

2.2. Эксплуатационное назначение

Программный компонент предлагается к эксплуатированию программистами в области компьютерной графики и разработчиками 3D-моделей в качестве инструмента для тестирования созданных графических моделей.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Постановка задачи на разработку программы

Компонент должен предоставить интерфейс для взаимодействия с ним другим JavaBeans-компонентам библиотеки, в составе которой он должен работать. В частности, компонент OpenGLViewer должен:

- получать объект 3D-сцены (граф сцены) для отображения;
- поддерживать собственный вид на переданную ему сцену;
- обеспечивать графическое отображение (рендеринг) этого вида на экране, используя возможности библиотеки OpenGL с помощью программного интерфейса Java OpenGL (JOGL) [3];
- предоставлять возможность параллельного наблюдения сцены с помощью нескольких экземпляров компонента;
- предоставлять возможность манипулирования сценой с помощью методов получения и модификации графа сцены и её настроек (геттеры и сеттеры).

3.2. Описание алгоритма функционирования программы и применяемых методик

Отрисовка и представление сцен в компоненте OpenGLViewer происходит посредством хранения и обхода структуры данных под названием «граф сцены».

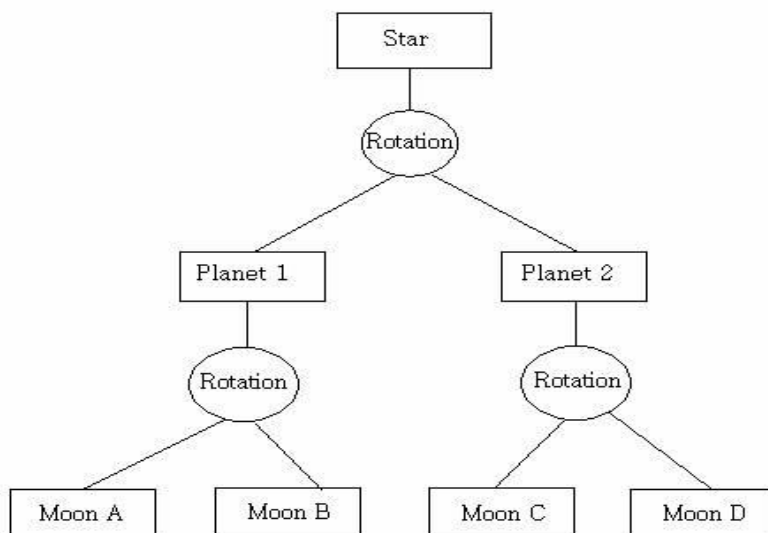


Рисунок 1. Пример графа сцены

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Граф сцены – древовидная структура данных, вершинами которой являются графические объекты или трансформации над ними, и между ними имеются логические связи. К примеру, на рис. 1 изображен граф сцены простейшей планетной системы. Ко всем потомкам объекта звезды (“Star”) применяется трансформация поворота (“Rotation”), а к потомкам объектов планет – дополнительно еще и поворот вокруг этих самых планет.

Стандарта разработки графов сцены нет, компонент OpenGLViewer использует собственную упрощенную реализацию графа. Абстрактный класс **GLObject** является типом узла графа, одно из его полей – ссылка на список потомков данного объекта, тоже являющихся экземплярами класса GLObject. Экземпляры разных дочерних типов данного класса содержат информацию о состоянии объекта – его размере, цвете, текстуре и т.п.

Обход графа производится рекурсивно в глубину, к каждому объекту применяются постепенно накапливающиеся трансформации. Непосредственная отрисовка производится абстрактным методом draw() класса GLObject с помощью команд OpenGL, OpenGL Utility Library и OpenGL Utility Toolkit. Каждый компонент, представляющий графический примитив (простейший отображаемый на экране геометрический объект, из которого складываются модели), должен сделать реализацию данного метода. Для простоты отображения в классе GLObject определен метод drawTree(), производящий процесс отрисовки для самого объекта и для всех его потомков.

Подключение необходимых возможностей технологии OpenGL (свет, текстуры и т.д.), обработка события изменения размеров окна, хранение ссылки на граф сцены, а также постоянный вызов главного метода отрисовки раз в единицу времени (в данном случае это кадр), управление состоянием сцены (включение и остановка отрисовки, рендеринг отладочного текста и осей координат) – ответственность компонента **OpenGLViewer**. Данный компонент также поддерживает собственный вид на сцену: среди прочих его полей присутствует угол поворота камеры и ее позиция в пространстве, которые можно менять через предоставляемый классом программный интерфейс.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

В свою очередь, компонент **GLViewerCanvas** является обёрткой над **OpenGLViewer** и обрабатывает события, связанные с движением мыши, нажатием различных клавиш и т.д.

Примерная последовательность инициализации компонентов:

- Из различных примитивов-подклассов класса **GLObject** формируется граф сцены;
- Создаётся **OpenGLViewer**. Объект графа либо добавляется в **OpenGLViewer** при создании объекта последнего, либо устанавливается как свойство через сеттер впоследствии;
- Создаётся **GLViewerCanvas**. Экземпляр компонента **OpenGLViewer** либо добавляется в **GLViewerCanvas** при создании объекта последнего, либо устанавливается как свойство через сеттер впоследствии;
- **GLViewerCanvas** добавляется в любой компонент, способный отображать другие компоненты (например, `javax.swing.JFrame`).

Архитектура компонентов набора следует спецификации **JavaBeans**, которая в свою очередь является фактической реализацией парадигмы компонентно-ориентированного программирования в среде **Java**.

Компонентно-ориентированное программирование – парадигма программирования, основная идея которой – представление и разработка программ как набора компонентов - независимых модулей, направленных на выполнение одной определенной задачи. Каждый компонент компилируется и подключается к программному проекту отдельно от остальных.

Выделяется несколько основных преимуществ данного подхода [4].

Во-первых, код, написанный с использованием компонентов, проще разрабатывать. В силу ограниченности действий, выполняемых каждым компонентом, становится проще понимать, как добиться той функциональности, которая требуется в финальной программе. По этой же причине легко создавать новые вариации программ с дополнительными функциями путём замены или добавления компонентов.

Во-вторых, изолированность и заточенность компонентов под конкретное действие позволяет проще отслеживать ошибки, возникающие в результате работы.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Наконец, компоненты проще тестировать, так как сразу понятно, что должен и не должен делать компонент.

Спецификация JavaBeans – по сути, реализация данной компонентной модели. Bean – любой класс, написанный по нескольким правилам:

- в классе присутствует публичный конструктор без параметров;
- все поля – приватные, работа с ними осуществляется через публичные методы доступа (геттеры) и модификации (сеттеры);
- класс implements интерфейс Serializable (должна присутствовать возможность преобразования экземпляра класса в поток байтов для сохранения в файловую систему, базу данных и т.п.);
- геттеры не принимают параметров, возвращают объект определенного типа, названы в стиле get*(), где * - название поля;
- сеттеры принимают параметр, ничего не возвращают, названы в стиле set*(), где * - название поля.

Подобная стандартизация классов нашла своё применение, в первую очередь, в приложениях, предназначенных для визуального построения программ. Повторное использование компонентов и возможность их конфигурации на лету, а также возможность использования событийной модели (оповещения при изменении свойств класса) – основные преимущества спецификации JavaBeans. В частности, виджеты библиотеки Swing для создания графических интерфейсов в Java являются «бинами». Набор компонентов OpenGLViewer разрабатывается в соответствии с данной спецификацией, что позволит использовать компоненты набора – двух- и трехмерные объекты и сцены, состоящие из данных объектов, а также экран просмотра и вспомогательные компоненты – в визуальных редакторах интерфейсов, фактически – без необходимости написания какого-либо кода.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

3.2.1. Описание пользовательской последовательности действий при работе с программой

Ниже приводится краткая последовательность действий, выполняемых программой в процессе работы в автономном режиме:

- Пользователь запускает .jar-файл, содержащий программу;
- Программа создаёт окно, содержащее экземпляр компонента OpenGLViewer и вспомогательное меню для работы с компонентом, а также инициализирует пустой граф сцены;
- Пользователь может либо загрузить готовый граф из файла через меню, либо начать добавлять новые объекты в граф;
 - Во время добавления через меню каждого нового объекта пользователю будет предложено указать его начальные координаты, размер, цвет и другие параметры в зависимости от типа объекта;
- Пользователь может также настроить отображение осей координат (включено/выключено), отображение отладочного текста (включено/выключено) и состояние отображения сцены (рендеринг включен/выключен);
- Во время просмотра пользователь может пользоваться возможностью обзора сцены с помощью клавиш-стрелок, Shift и Ctrl для перемещения по всем осям координат и мышки для изменения угла обзора или приближения/отдаления сцены;
- После окончания работы со сценой пользователь может сохранить текущую сцену в файл (происходит сериализация графа сцены в формат json).

3.3. Описание и обоснование выбора метода организации входных и выходных данных

3.3.1. Описание и обоснование выбора метода организации входных данных

В качестве входных данных для компонента OpenGLViewer используется объект графа сцены (класс GLObject или производные от него). В случае работы набора компонентов как отдельного приложения (автономный режим) граф может либо создаваться

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

пользователем в окне OpenGLTestFrame с помощью меню добавления объектов, либо как сериализованный в json объект GObject (опция меню окна).

В случае подключения компонентов в сторонние библиотеки или приложения граф сцены задаётся в компоненте OpenGLViewer через геттеры и сеттеры.

3.3.2. Описание и обоснование выбора метода организации выходных данных

В качестве выходных данных компонент OpenGLViewer выводит отрисованное изображение сцены в окно компонента.

Если пользователь работает с набором компонентов в режиме отдельного приложения, есть возможность сохранить созданную пользователем сцену в файл в формате json (сериализовать граф сцены). Данное действие можно выполнить с помощью меню компонента OpenGLTestFrame.

3.4. Описание и обоснование выбора технических и программных средств

Языком разработки компонентов является Java, для работы с OpenGL используется библиотека Java OpenGL (JOGL), для сериализации компонентов – библиотека gson [6]. Версия OpenGL 2.1 выбрана в целях сохранения максимальной совместимости с как можно более широким кругом технических средств.

Были обозначены следующие минимальные требования к аппаратному обеспечению, необходимые для работы программы:

- Минимальная тактовая частота процессора – 1 ГГц;
- Минимальный объем ОЗУ – 512 Мб;
- Минимальное свободное место на жёстком диске для хранения программы – 10 Мб;
- Монитор с минимальным разрешением 800x600;
- Видеокарта с минимальным размером видеопамяти 512 Мб;
- Клавиатура и мышь.

Минимальные требования к программному обеспечению, необходимые для работы программы:

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

- ОС Windows XP или новее;
- Java SE Runtime Environment 8 или новее;
- Драйвер видеокарты с поддержкой OpenGL 2.1 или новее.

4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

4.1. Предполагаемая потребность

Набор компонентов потенциально упростит просмотр, отладку и нахождение ошибок при построении 3D-моделей и таким образом может использоваться программистами в области компьютерной графики и 3D-моделистами.

4.2. Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

Данное решение является полностью бесплатным.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

5. ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

1. Understanding and Implementing Scene Graphs [Electronic resource]. // GameDev.net [Official website]. URL: <http://archive.gamedev.net/archive/reference/programming/features/scenegraph/index.html> (accessed: 14.04.2019)
2. OpenGL 2.1 Reference Pages [Electronic resource]. // The Khronos Group Inc [Official website]. URL: <https://www.khronos.org/registry/OpenGL-Refpages/gl2.1/> (accessed: 14.04.2019)
3. JOGL – Java Binding for the OpenGL API [Electronic resource]. // JogAmp.org - Java graphics, audio, media and processing libraries exposing OpenGL, OpenCL, OpenAL and OpenMAX [Official website]. URL: <http://jogamp.org/jogl/www/> (accessed: 14.04.2019)
4. Advantages of component-based development [Electronic resource]. // ResearchGate [Official website]. URL: https://www.researchgate.net/figure/Advantages-of-component-based-development_tbl1_220588371 (accessed: 14.04.2019)
5. JavaBeans Spec [Electronic resource]. // Oracle [Official website]. URL: <https://www.oracle.com/technetwork/articles/javaee/spec-136004.html> (accessed: 14.04.2019)
6. A Java serialization/deserialization library to convert Java objects into JSON and back [Electronic resource]. // Github [Official website]. URL: <https://github.com/google/gson> (accessed: 14.04.2019)
7. gson/RuntimeTypeAdapterFactory.java [Electronic resource]. // Github [Official website]. URL: <https://github.com/google/gson/blob/master/extras/src/main/java/com/google/gson/typeadapters/RuntimeTypeAdapterFactory.java> (accessed: 14.04.2019)

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Приложение 1

Описание и функциональное назначение классов

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl

| Имя класса | Назначение |
|------------|---|
| Main | Статический класс, содержащий единственный метод main(), запускающий программу в автономном режиме. |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.math

| Имя класса | Назначение |
|------------|--|
| Vec3 | Класс, представляющий трехмерный числовой вектор. |
| Vec4 | Класс, представляющий четырехмерный числовой вектор. |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.misc.gson

| Имя класса | Назначение |
|-----------------------|--|
| RuntimeAdapterFactory | Класс-дополнение библиотеки gson для сериализации объектов [7] |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.misc.helpers

| Имя класса | Назначение |
|----------------------------|---|
| ObjectCreationFrameFactory | Класс для создания оконных объектов конфигурации новых примитивов |
| SceneFileHelper | Статический класс для сериализации графов сцены |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.objects

| Имя класса | Назначение |
|------------------|---|
| Box | Класс, представляющий примитив «Параллелепипед» |
| Cylinder | Класс, представляющий примитив «Цилиндр» |
| DirectionalLight | Класс, представляющий источник света |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | |
|-------------|---|
| EmptyObject | Класс, представляющий пустой примитив для привязки сцены |
| GObject | Базовый класс примитивов и вершин графа, от которого наследуются все классы-примитивы |
| Line | Класс, представляющий примитив «Линия» |
| OpenGLColor | Класс, представляющий цвет в палитре RGB |
| Sphere | Класс, представляющий примитив «Сфера» |
| Triangle | Класс, представляющий примитив «Треугольник» |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.objects.windows

| Имя класса | Назначение |
|-----------------------|--|
| BoxFrame | Класс, представляющий окно создания примитива «Параллелепипед» |
| CylinderFrame | Класс, представляющий окно создания примитива «Цилиндр» |
| DirectionalLightFrame | Класс, представляющий окно создания источника света |
| EmptyObjectFrame | Класс, представляющий окно создания пустого примитива |
| LineFrame | Класс, представляющий окно создания примитива «Линия» |
| SphereFrame | Класс, представляющий окно создания примитива «Сфера» |
| TriangleFrame | Класс, представляющий окно создания примитива «Треугольник» |
| TypeBaseFrame | Абстрактный класс, от которого наследуются все классы пакета |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.operations

| Имя класса | Назначение |
|-----------------|---|
| OpenGLOperation | Интерфейс, представляющий трансформацию сцены или объекта |
| Rotation | Класс, представляющий трансформацию поворота |
| Translation | Класс, представляющий трансформацию сдвига |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.viewer

| Имя класса | Назначение |
|----------------|--|
| GLViewerCanvas | Класс-обёртка над OpenGLViewer для привязки обработчиков событий |
| OpenGLViewer | Главный компонент рендеринга сцены |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.viewer.listeners

| Имя класса | Назначение |
|---------------------------|--|
| OpenGLViewerPopupMenu | Контекстное меню, отображаемое при нажатии на окно OpenGLViewer правой клавишей мыши |
| OpenGLViewerKeyListener | Обработчик события нажатия на клавишу клавиатуры |
| OpenGLViewerMouseListener | Обработчик событий, связанных с движением или нажатием на различные клавиши мыши |

Пакет ru.dansstuff.simpleopengl.window

| Имя класса | Назначение |
|-----------------|---|
| OpenGLTestFrame | Окно для работы набора компонентов в режиме отдельного приложения |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Приложение 2

Описание и функциональное назначение полей/свойств и методов классов

Примечание: в списках методов не описываются методы доступа (геттеры) и модификации (сеттеры). Поля, снабжённые геттерами, описываются вместе с модификатором @G, поля, снабжённые сеттерами, описываются вместе с модификатором @S.

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.Main | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|------|------------------------------|----------------------|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| width | private static | int | Длина окна OpenGLTestFrame. | |
| height | private static | int | Ширина окна OpenGLTestFrame. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
| main | public static | void | String[] args | Запускает программу. |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.math.Vec3 | | | | |
|---|---------------------|-------|-----------------------|----------|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| @G @S x | private | float | X-компонента вектора. | |
| @G @S y | private | float | Y-компонента вектора. | |
| @G @S z | private | float | Z-компонента вектора. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор | Тип | Параметры | Описание |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|------|-----------|------|---------------------------|---------------------|
| | р доступа | | | |
| Vec3 | public | Vec3 | float x, float y, float z | Конструктор класса. |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.math.Vec4 | | | | |
|---|---------------------|-------|------------------------------------|---------------------|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| @G @S x | private | float | X-компонента вектора. | |
| @G @S y | private | float | Y-компонента вектора. | |
| @G @S z | private | float | Z-компонента вектора. | |
| @G @S w | private | float | W-компонента вектора. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
| Vec4 | public | Vec4 | float x, float y, float z, float w | Конструктор класса. |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.misc.helpers.ObjectCreationFrameFactory | | | | |
|---|---------------------|-------------------|--|----------|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| frameMap | private | Map<Class, Class> | Отображение для получения объектов окон создания примитивов. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|----------|------------------|--------|---|---|
| getFrame | public static | JFrame | Class clazz, OpenGLTestFrame parent | Возвращает экземпляр окна создания примитива в зависимости от переданного класса примитива. |
|----------|------------------|--------|---|---|

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.misc.helpers.SceneFileHelper | | | | |
|--|---------------------|---------------------------------|--|---|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| rFactory | private static | RuntimeAdapterFactory<GLObject> | Экземпляр RuntimeAdapterFactory для сериализации и десериализации полиморфных типов. | |
| gson | private static | Gson | Сериализатор объектов. | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
| readScene | public static | GLObject | File file | Десериализует файл в объект графа сцены. |
| writeScene | public static | void | GLObject root, File file | Сериализует объект графа сцены в указанный файл. |
| getSceneJson | public static | string | GLObject root | Получает строковую репрезентацию сериализованного графа сцены |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.misc.objects.windows.TypeBaseFrame

Примечание: все производные классы данного класса, содержащиеся в пакете ru.dansstuff.simpleopengl.misc.objects.windows, не описываются в данном Приложении, поскольку в них присутствует только конфигурация расположения графических виджетов, связанных с полями тех примитивов, которые должны быть созданы.

Поля

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
|--------------|---------------------|-----------------|---|
| @G @S parent | protected | OpenGLTestFrame | Экземпляр окна OpenGLTestFrame для добавления объектов. |

Методы

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
|--------------|---------------------|------|------------------|---|
| createObject | protected abstract | void | | Добавляет объект с созданной в окне конфигурацией в граф сцены. |
| getNum | protected | int | JTextField field | Получает численный пользовательский ввод из графических виджетов, наследующихся от компонента JTextField. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.GLObject**Поля**

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
|----------------|---------------------|----------------|--------------------------|
| @G @S id | protected | String | Идентификатор объекта. |
| @G @S children | protected | List<GLObject> | Список потомков объекта. |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | |
|-------------------|-----------|--|---|
| @G type | protected | String | Тип объекта. |
| @G @S textureFile | protected | String | Путь к текстуре объекта в файловой системе. |
| @G @S texture | protected | com.jogamp.opengl.util.texture.Texture | Текстура объекта. |
| @G frameClass | protected | Class | Класс окна создания объекта. |

Методы

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
|------------------------|---------------------|--|---------------------------------|--|
| draw | public abstract | void | com.jogamp.opengl.GL2 gl | Отрисовывает объект. |
| update | public abstract | void | | Обновляет состояние объекта. |
| resolveTexturesForTree | public | void | Map<String, Texture> textureMap | Загружает текстуры из файлов и присваивает их всем объектам графа сцены, которые являются потомками данного объекта. |
| getTextureFromFile | private | com.jogamp.opengl.util.texture.Texture | File file | Получает текстуру из файла |
| resolveTexture | public | void | Map<String, Texture> textureMap | Назначает уже существующую текстуру данному объекту, либо получает ее из файла |
| addChild | public | void | GLObject child | Добавляет потомка данного объекта в граф |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|-----------------|---------------|----------------|--------------------------|---|
| | | | | сцены |
| drawTree | public | void | com.jogamp.opengl.GL2 gl | Отрисовывает граф сцены, начиная с данного объекта |
| getObjectsCount | public | int | | Возвращает количество объектов в графе сцены, начиная с данного объекта |
| getTreeAsList | public | List<GLObject> | | Возвращает репрезентацию графа сцены в виде одномерного списка |
| clear | public | void | | Очищает граф сцены |
| getObjectType | public static | Set<Class> | | Возвращает все зарегистрированные типы примитивов |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.Box extends GLObject

| Поля | | | |
|--------------|---------------------|-------------|----------------|
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S center | private | Vec3 | Центр объекта. |
| @G @S length | private | float | Длина объекта. |
| @G @S color | private | OpenGLColor | Цвет объекта. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.Cylinder extends GLObject

| Поля | | | |
|--------------|---------------------|------|----------------|
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S center | private | Vec3 | Центр объекта. |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | |
|--------------|---------|-------------|-----------------|
| @G @S radius | private | float | Радиус объекта. |
| @G @S height | private | float | Высота объекта. |
| @G @S color | private | OpenGLColor | Цвет объекта. |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.DirectionallLight extends GObject | | | |
|---|---------------------|------|---------------------------------|
| Поля | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S color | private | Vec4 | Цвет объекта (с альфа-каналом). |
| @G @S pos | private | Vec4 | Позиция объекта. |
| @G index | private | int | Цвет объекта. |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.EmptyObject extends GObject | | | |
|---|---------------------|------|----------------|
| Поля | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S center | private | Vec3 | Центр объекта. |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.Line extends GObject | | | |
|--|---------------------|-------------|-----------------------|
| Поля | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S p1 | private | Vec3 | Первая точка объекта. |
| @G @S p2 | private | Vec3 | Вторая точка объекта. |
| @G @S color | private | OpenGLColor | Цвет объекта. |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.Sphere extends GLObject

| Поля | | | |
|--------------|------------------------|-------------|-----------------|
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S center | private | Vec3 | Центр объекта. |
| @G @S radius | private | float | Радиус объекта. |
| @G @S color | private | OpenGLColor | Цвет объекта. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.Triangle extends GLObject

| Поля | | | |
|-------------|------------------------|-------------|-----------------------|
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S p1 | private | Vec3 | Первая точка объекта. |
| @G @S p2 | private | Vec3 | Вторая точка объекта. |
| @G @S p3 | private | Vec3 | Третья точка объекта. |
| @G @S color | private | OpenGLColor | Цвет объекта. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.objects.OpenGLColor

| Поля | | | |
|---------|------------------------|----------------|--------------------------|
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
| @G @S r | private | float | r-компонента цвета. |
| @G @S g | private | float | g-компонента цвета. |
| @G @S b | private | float | b-компонента цвета. |
| COLORS | public static | OpenGLColor[] | Массив различных цветов. |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Интерфейс ru.dansstuff.simpleopengl.operations.OpenGLOperation**Методы**

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
|-------------|---------------------|------|-------------------------|---|
| doOperation | - | void | GLAutoDrawable drawable | Производит операцию трансформации над объектом. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.operations.Rotation**Поля**

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
|-------------|---------------------|-------|------------------------|
| @G @S x | private | float | x-компонента поворота. |
| @G @S y | private | float | y-компонента поворота. |
| @G @S z | private | float | z-компонента поворота. |
| @G @S angle | private | float | Угол поворота. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.operations.Translation**Поля**

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
|---------|---------------------|-------|----------------------|
| @G @S x | private | float | x-компонента сдвига. |
| @G @S y | private | float | y-компонента сдвига. |
| @G @S z | private | float | z-компонента сдвига. |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.viewer.listeners.OpenGLViewerKeyListener extends KeyAdapter | | | | |
|--|------------------------|--------------|---|---|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| viewer | private | OpenGLViewer | Экземпляр OpenGLViewer, к которому нужно применять указанные пользователем действия | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
| keyPressed | public | void | KeyEvent e | Обработывает событие нажатия клавиши клавиатуры |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.viewer.listeners.OpenGLViewerMouseListener extends MouseAdapter | | | | |
|--|------------------------|--------------|---|----------------------|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| viewer | private | OpenGLViewer | Экземпляр OpenGLViewer, к которому нужно применять указанные пользователем действия | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
| mousePressed | public | void | MouseEvent e | Обработывает событие |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|-----------------|--------|------|-------------------|---|
| | | | | нажатия клавиши мыши |
| mouseReleased | public | void | MouseEvent e | Обрабатывает событие отпускания клавиши мыши |
| mouseDragged | public | void | MouseEvent e | Обрабатывает событие движения мыши при нажатой левой клавише мыши |
| mouseWheelMoved | public | void | MouseWheelEvent e | Обрабатывает событие движения колесика мыши |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.viewer.listeners.OpenGLViewerPopupMenu

Методы

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| OpenGLViewerPopupMenu | public | OpenGLViewerPopupMenu | OpenGLViewer viewer | Конструктор класса. |

Класс ru.dansstuff.simpleopengl.viewer.GLViewerCanvas extends GLCanvas

Поля

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание |
|--------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|
| @G @S curPos | private | java.awt.Point | Позиция мыши при перетаскивании |
| @G @S viewer | private | OpenGLViewer | Экземпляр компонента OpenGLViewer |

Методы

| Имя | Модификатор | Тип | Параметры | Описание |
|-----|-------------|-----|-----------|----------|
|-----|-------------|-----|-----------|----------|

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|--------------|---------|------|--|--|
| | доступа | | | |
| setListeners | private | void | | Создает экземпляры обработчиков событий для данного класса |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.viewer.OpenGLViewer | | | | |
|---|---------------------|---|---|--|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| @G @S gl | private | com.jogamp.opengl.GL2 | Экземпляр класса GL для использования команд OpenGL | |
| @G @S glu | private | com.jogamp.opengl.glu.GLU | Экземпляр класса GL для использования команд OpenGL Utility Library | |
| textRenderer | private | com.jogamp.opengl.util.awt.TextRenderer | Отрисовщик текста | |
| @G @S curMousePos | private | java.awt.Point | Последнее положение мыши на экране после перетаскивания | |
| @G @S rotn | private | Vec3 | Текущий угол поворота камеры | |
| @G @S center | private | Vec3 | Координаты центра сцены | |
| @G @S drawAxis | private | boolean | Настройка отображения осей координат | |
| @G @S drawDebugText | private | boolean | Настройка отображения отладочного текста | |
| @G @S enabled | private | boolean | Настройка состояния рендерера | |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | |
|--------------------------------|---------|------------------------|--|
| | | | (включен/выключен) |
| @G @S needTextureResolution | private | boolean | Настройка необходимости заново загрузить текстуры объектов |
| axis | private | List<GLObject> | Объекты осей координат для отрисовки |
| pendingOperations | private | Queue<OpenGLOperation> | Очередь операций по трансформации сцены |
| @G @S root | private | GLObject | Ссылка на объект графа сцены |

Методы

| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |
|---------|---------------------|------|--|---|
| init | public | void | com.jogamp.opengl.GLAutoDrawable glAutoDrawable | Инициализирует отрисовщики OpenGL и GLU, устанавливает их возможности |
| dispose | public | void | com.jogamp.opengl.GLAutoDrawable glAutoDrawable | Вызывается при окончании работы с объектом |
| display | public | void | com.jogamp.opengl.GLAutoDrawable glAutoDrawable | Вызывается раз в кадр для отрисовки сцены |
| reshape | public | void | com.jogamp.opengl.GLAutoDrawable | Вызывается во время |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

30
RU.17701729.04.01-01 81 01-1

| | | | | |
|---------------|--------|----------------|--|---|
| | | | engl.GLAutoDrawable glAutoDrawable, int x, int y, int width, int height | изменения размеров окна |
| getAxis | public | List<GLObject> | | Возвращает список объектов осей координат для отрисовки |
| drawDebugText | public | void | com.jogamp.opengl.GLAutoDrawable glAutoDrawable | Отрисовывает отладочный текст |
| rotLeft | public | void | float deg | Поворачивает камеру вокруг сцены на deg градусов влево |
| rotRight | public | void | float deg | Поворачивает камеру вокруг сцены на deg градусов вправо |
| rotUp | public | void | float deg | Поворачивает камеру вокруг сцены на deg градусов вверх |
| rotDown | public | void | float deg | Поворачивает камеру вокруг сцены на deg градусов вниз |
| scale | public | void | int direction | Приближает/отдаляет камеру к сцене |
| moveForward | public | void | float dist | Двигает камеру к сцене на |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|--------------|--------|------|------------|---|
| | | | | dist единиц |
| moveBackward | public | void | float dist | Отдаляет камеру от сцены на dist единиц |
| moveLeft | public | void | float dist | Двигает камеру в левую сторону от сцены на dist единиц |
| moveRight | public | void | float dist | Двигает камеру в правую сторону от сцены на dist единиц |
| moveUp | public | void | float dist | Двигает камеру вверх на dist единиц |
| moveDown | public | void | float dist | Двигает камеру вниз на dist единиц |
| clear | public | void | | Очищает граф сцены |

| Класс ru.dansstuff.simpleopengl.window.OpenGLTestFrame extends JFrame | | | | |
|---|------------------------|----------------|---|----------|
| Поля | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Описание | |
| @G @S width | private | int | Ширина окна | |
| @G @S height | private | int | Высота окна | |
| @G @S canvas | private | GLViewerCanvas | Экземпляр обертки над OpenGLViewer | |
| @G @S currentObject | private | GLObject | Текущий объект, над которым ведутся манипуляции | |
| Методы | | | | |
| Имя | Модификатор доступа | Тип | Параметры | Описание |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

| | | | | |
|-----------------------|---------|------------------------|--|---------------------------------------|
| initWindow | private | void | | Выставляет свойства окна |
| initMenuBar | private | void | | Добавляет меню в окно |
| getLoadSaveMenu | private | javax.swing. .JMenu | | Возвращает меню работы с файлами |
| getSceneHandlingMenu | private | javax.swing. .JMenu | | Возвращает меню работы со сценой |
| getObjectHandlingMenu | private | javax.swing. .JMenu | | Возвращает меню работы с объектами |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

[illegible]

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |