**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. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | *Подп. и дата* |  | | *Инв. № дубл.* |  | | *Взам. инв. №* |  | | *Подп. и дата* |  | | *Инв. № подл* | **RU.17701729.03.05** | | **БИБЛИОТЕКА ИНВЕРСНОЙ КИНЕМАТИКИ В WEB-ПРИЛОЖЕНИЯХ**  **Техническое задание**  **ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**  **RU.17701729.03.05-01 ТЗ 01-1-ЛУ** | | |
|  |  | |
| Исполнитель:  студентка группы БПИ162  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Казанцева А.Р. /  «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г. | |
|  | | |
|  | |  |

**2019**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УТВЕРЖДЕН  RU.17701729.03.05-01 ТЗ 01-1-ЛУ |  |  | |
| |  |  | | --- | --- | | *Подп. и дата* |  | | *Инв. № дубл.* |  | | *Взам. инв. №* |  | | *Подп. и дата* |  | | *Инв. № подл* | **RU.17701729.03.05-01** | | **БИБЛИОТЕКА ИНВЕРСНОЙ КИНЕМАТИКИ В WEB-ПРИЛОЖЕНИЯХ**  **Техническое задание**  **RU.17701729.03.05-01 ТЗ 01-1**  **Листов 20** | | | | |
|  |  | | | |
|  | | | |
|  | | | | |
|  | | |  | |

**2019**

СОДЕРЖАНИЕ

[АННОТАЦИЯ 3](#_Toc6860130)

[1. ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc6860131)

[2. ОСНОВАНИЯ ДЛ РАЗРАБОТКИ 6](#_Toc6860132)

[1. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ 7](#_Toc6860133)

[**1.1.** **Функциональное назначение** 7](#_Toc6860134)

[**1.2.** **Эксплуатационное назначение** 7](#_Toc6860135)

[2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ 8](#_Toc6860136)

[**2.1.** **Требования к функциональным характеристикам** 8](#_Toc6860137)

[**2.1.1.** **Состав выполняемых функций** 8](#_Toc6860138)

[**2.1.3.** **Организации выходных данных** 8](#_Toc6860139)

[**2.2.** **Требования к временным характеристикам** 8](#_Toc6860140)

[**2.3.** **Требования к интерфейсу** 8](#_Toc6860141)

[**2.4.** **Требования к надежности** 8](#_Toc6860142)

[**2.5.** **Требования к условиям эксплуатации** 8](#_Toc6860143)

[**2.6.** **Требования к составу и параметрам технических средств** 8](#_Toc6860144)

[**2.7.** **Требования к информационной и программной совместимости** 8](#_Toc6860145)

[**2.7.1.** **Требования к информационным структурам и методам решения** 8](#_Toc6860146)

[**2.7.2.** **Требования к исходным кодам и языкам программирования** 9](#_Toc6860147)

[**2.7.3.** **Требования к программным средствам, используемым программой** 9](#_Toc6860148)

[**2.8.** **Требования к защите информации и программ** 9](#_Toc6860149)

[**2.9.** **Требования к распространению** 9](#_Toc6860150)

[3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 10](#_Toc6860151)

[4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ 11](#_Toc6860152)

[4.1. Предполагаемая потребность 11](#_Toc6860153)

[4.2. Экономические преимущества библиотеки 11](#_Toc6860154)

[5. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ 12](#_Toc6860155)

[6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ 14](#_Toc6860156)

[ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ 15](#_Toc6860157)

[ТЕРМИНОЛОГИЯ 17](#_Toc6860158)

[ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 19](#_Toc6860159)

# АННОТАЦИЯ

Техническое задание – это основной документ, оговаривающий набор требований и порядок создания программного продукта, в соответствии с которым производится разработка программы, ее тестирование и приемка.

Настоящее Техническое задание на разработку курсовой работы на тему «Библиотека инверсной кинематики в веб-приложениях» содержит следующие разделы: «Введение», «Основание для разработки», «Назначение разработки», «Требования к программе», «Требования к программным документам», «Технико-экономические показатели», «Стадии и этапы разработки», «Порядок контроля и приемки» и приложения.

В разделе «Введение» указано наименование и краткая характеристика области применения программы.

В разделе «Основания для разработки» указан документ, на основании которого ведется разработка и наименование темы разработки.

В разделе «Назначение разработки» указано функциональное и эксплуатационное назначение программного продукта.

Раздел «Требования к программе» содержит основные требования к функциональным характеристикам, к надежности, к условиям эксплуатации, к составу и параметрам технических средств, к информационной и программной совместимости, к маркировке и упаковке, к транспортировке и хранению, а также специальные требования.

Раздел «Требования к программным документам» содержит предварительный состав программной документации и специальные требования к ней.

Раздел «Технико-экономические показатели» содержит ориентировочную экономическую эффективность, предполагаемую годовую потребность, экономические преимущества разработки программы.

Раздел «Стадии и этапы разработки» содержит стадии разработки, этапы и содержание работ.

В разделе «Порядок контроля и приемки» указаны общие требования к приемке работы.

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

1. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов [1];
2. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи [2];
3. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам [3];
4. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом [4];
5. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению [5].

Изменения к техническому заданию оформляются согласно ГОСТ 19.603-78 [6], ГОСТ 19.604-78 [7].

Перед прочтением данного документа рекомендуется ознакомиться с терминологией, приведенной в Приложении 1 настоящего технического задания.

# ВВЕДЕНИЕ

**Наименование библиотеки:** «MovikJS».

**Условное обозначение темы разработки:** «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях».

**Краткая характеристика и область назначения:** Библиотека «MovikJS», реализующая алгоритм инверсной кинематики FABRIK [9], - это системный программный продукт для работы со скелетной анимацией в веб приложениях.

# ОСНОВАНИЯ ДЛ РАЗРАБОТКИ

**Документы, на основании которых ведется разработка:** Приложение к приказу Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики" № 2.3-02/1012-0 2 от 10.12.18.

**Наименование темы разработки:** «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях».

**Наименование темы разработки** **(EN):** «An Inverse Kinematics Library for Web Applications».

1. **НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ**
   1. **Функциональное назначение**

Библиотека предназначена для работы с двухмерными и трехмерными скелетными анимациями в веб-приложениях.

Библиотека содержит:

* модуль с реализацией алгоритма инверсной кинематики FABRIK, для аналитического решения задачи инверсной кинематики в JavaScript/TypeScript-проектах;
* модуль визуализации, предназначенный для демонстрации работы алгоритма в веб-браузере.
  1. **Эксплуатационное назначение**

Подключенная к проекту библиотека позволяет решать задачи инверсной кинематики разных конфигураций:

* для двухмерных и трехмерных пространств;
* с ограничениями на повороты костей и без;
* для одиночных цепей и для связанных структур.

Также библиотека позволяет визуализировать эти решения встроенными средствами браузера, без использования плагинов. Аналитическое решение не связано с модулем визуализации и не требует его использования.

Конечными пользователями библиотеки будут JavaScript/TypeScript-разработчики, желающие работать со скелетной анимацией в своих проектах.

1. **Т****РЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ**
   1. **Требования к функциональным характеристикам**
      1. **Состав выполняемых функций**

Разрабатываемая библиотека должна:

* реализовывать алгоритм инверсной кинематики FABRIK;
* визуализировать работу алгоритма.
  + 1. **Организация входных данных**

Основными входными данными для библиотеки служат созданные с помощью её API инстансы классов. Данный формат входных данных был выбран по причине отсутствия стандартных средств языка с нужными абстракциями.

* + 1. **Организации выходных данных**

Никаких дополнительных условий не требуется;

* 1. **Требования к временным характеристикам**

Требования к временным характеристикам программы не предъявляются.

* 1. **Требования к интерфейсу**

Публичный интерфейс библиотеки должен быть документирован. Методы, выносимые в публичный интерфейс, должны иметь названия, отражающие их действия.

Интерфейс библиотеки должен опираться на основные понятия скелетной анимации и инверсной кинематики[9].

* 1. **Требования к надежности**

При любых ошибках программиста в использовании – выводить в консоль описание ошибки.

* 1. **Требования к условиям эксплуатации**

Программист, желающий использовать данную библиотеку, должен обладать минимальным опытом веб-программирования и пониманием основ скелетной анимации.

* 1. **Требования к составу и параметрам технических средств**

Для работы библиотеки необходим следующий состав технических средств:

* NVIDIA >= 257.21;
* ATI/AMD >= 10.6;
* Intel driver версии от сентября 2010.
  1. **Требования к информационной и программной совместимости**
     1. **Требования к информационным структурам и методам решения**

Библиотека должна реализовывать алгоритм инверсной кинематики FABRIK. [9]

* + 1. **Требования к исходным кодам и языкам программирования**

Исходные коды программы должны быть реализованы на языке JavaScript/TypeScript и использовать WebGL API.

* + 1. **Требования к программным средствам, используемым программой**

Для работы библиотеки с использованием визуального модуля необходим следующий состав программных средств[[1]](#footnote-1):

* один из следующих браузеров:

Таблица 1. Совместимость библиотеки с браузерами.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Версия |
| Firefox | 51 и выше |
| Chrome | 56 и выше |
| Яндекс.Браузер | 17 и выше |
| Opera | 43 и выше |
| Chrome Android | 73 и выше |
| Firefox for Android | 66 и выше |
| Samsung Internet | 7.2 и выше |

* операционная система
  + Windows XP и более поздние версии;
  + Mac OS X 10.5 и более поздние версии;
  + Unix-подобная операционная система не позднее 2010 года выпуска;
  + OS X 10.10 и более поздние версии;
  + Android 8.0.0 Oreo и более поздние версии.
  1. **Требования к защите информации и программ**

Требования к защите информации и программ не предъявляются.

* 1. **Требования к распространению**

Программа распространяется в свободном режиме.

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Cостав программной документации:**

* «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Программа и методика испытаний [8]
* «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Техническое задание [10]
* «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Пояснительная записка [11]
* «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Руководство программиста [12]
* «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Текст программы [13]

# ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В рамках данной работы расчет экономической эффективности не предусмотрен.

## Предполагаемая потребность

Данная библиотека будет иметь спрос среди веб-разработчиков, желающих использовать скелетную анимацию в своих приложениях, при этом не реализуя алгоритмов инверсной кинематики самостоятельно.

## Экономические преимущества библиотеки

Данная библиотека:

1. распространяется бесплатно;
2. не требует вложения денежных средств во время использования;
3. имеет неограниченный срок службы.

# СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

Таблица 2. Стадии и этапы разработки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Стадии разработки** | **Этапы работ** | **Содержание работ** |
| Техническое задание | Подготовительные работы | Постановка задачи.  Сбор исходных теоретических материалов.  Обоснование возможности решения поставленной задачи.  Определение структуры входных и выходных данных.  Предварительный выбор методов решения задач. |
| Разработка и утверждение технического задания | Определение требований к программе.  Определение требований к техническим средствам.  Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на неё.  Выбор языков программирования.  Согласование и утверждение технического задания. |
| Эскизный проект | Разработка эскизного проекта | Предварительная разработка структуры входных и выходных данных.  Уточнение методов решения задачи.  Разработка общего описания алгоритма решения задачи  Предварительная разработка архитектурного построения программы |
| Утверждение эскизного проекта | Разработка пояснительной записки.  Согласование и утверждение эскизного проекта. |
| Технический проект | Разработка технического проекта | Уточнение структуры входных и выходных данных.  Разработка алгоритма решения задачи.  Определение семантики и синтаксиса языка.  Разработка структуры программы.  Окончательное определение конфигурации технических средств. |
| Утверждение технического проекта | Разработка плана разработки программы.  Разработка пояснительной записки.  Согласование и утверждение технического проекта. |
| Рабочий проект | Разработка программы | Программирование и отладка программы. |
| Разработка программной документации | Разработка программных документов в соответствии с требованиями [1]. |
| Испытания программы | Разработка, согласование и утверждение порядка и методики испытаний.  Корректировка программы и программной документации по результатам испытаний. |
| Внедрение | Подготовка и передача программы. | Подготовка и передача программы и программной документации для сопровождения. |

Разработка данного программного продукта должна быть завершена к 23 апреля 2019. Исполнитель – Казанцева Анастасия Романовна.

1. **ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ**

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с документом «Программа и методика испытаний» [8].

# ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

1. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. //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 19.603-78 Общие правила внесения изменений. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях, Программа и методика испытаний, 2019.
9. FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem [Электронный ресурс]: <https://www.researchgate.net>: сохраненная в 05:22 UTC 22 сентября 2011 / [Andreas Aristidou](https://www.researchgate.net/profile/Andreas_Aristidou) // Электрон. дан. — Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/220632147_FABRIK_A_fast_iterative_solver_for_the_Inverse_Kinematics_problem>
10. «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Техническое задание, 2019
11. «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Пояснительная записка, 2019
12. «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Руководство программиста, 2019
13. «Библиотека инверсной кинематики в web-приложениях». Текст программы, 2019
14. WebGL Specification [Электронный ресурс] // Khronos Group. [2017-2018]. URL: <https://www.khronos.org/registry/webgl/specs/latest/1.0/> (дата обращения: 18.12.2018).
15. Плагин [Электронный ресурс] // Википедия. [2018—2018]. Дата обновления: 27.03.2018. URL: https://ru.wikipedia.org/?oldid=91740638 (дата обращения: 27.02.2019).
16. API [Электронный ресурс] // Википедия. [2018—2018]. Дата обновления: 13.03.2018. URL: https://ru.wikipedia.org/?oldid=91492448 (дата обращения: 13.03.2019).
17. Скелетная анимация [Электронный ресурс] : Материал из Википедии — свободной энциклопедии : Версия 82364749, сохранённая в 10:17 UTC 8 декабря 2016 / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. — Электрон. дан. — Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2016. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=82364749>
18. Инверсная кинематика [Электронный ресурс]: Материал из Википедии — свободной энциклопедии: Версия 88308399, сохранённая в 09:53 UTC 14 октября 2017 / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. — Электрон. дан. — Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2017. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=88308399>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

Таблица 3. Терминология

|  |  |
| --- | --- |
| Термин | Определение |
| Трехмерная сцена | Часть 3D-мира, подлежащая расчёту и выводу на экран в соответствии с текущей точкой наблюдения. |
| WebGL API | WebGL API - программный интерфейс для отображения трёхмерной графики интернет-браузерами[14] |
| Плагин | Независимо компилируемый программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения и/или использования её возможностей. Плагины обычно выполняются в виде библиотек общего пользования. [15] |
| API | Набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) или операционной системой для использования во внешних программных продуктах. Используется программистами при написании всевозможных приложений. [16] |
| Скелетная анимация | Способ анимирования моделей, в основе которых лежат скелеты, представляющие собой как древообразную структуру костей, в которой каждая последующая кость «привязана» к предыдущей, то есть повторяет за ней движения и повороты с учётом иерархии в скелете.[17] |
| Инверсная кинематика | Процесс определения параметров связанных объектов для достижения необходимой позиции, ориентации и расположения этих объектов.[18] При этом объект состоит из набора твёрдых сегментов (костей), соединённых сочленениями (суставами). |
| FABRIK | Алгоритм, решающий задачу инверсной кинематики. |
| Кость | Твердый сегмент в скелетной анимации. |
| Сустав | Подвижная часть в скелетной анимации. |
| Цепь | Набор костей и суставов, связанных между собой последовательно. |
| Эффектор | Конечная точка последней кости в цепи. |
| Аналитическое решение | Это решение, полученное тоже путём математических выкладок. |

# ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера листов (страниц) | | | | | Всего листов (страниц в докум.) | № документа | Входящий № сопроводительного докум. и дата | Подп. | Дата |
| Изм. | Измененных | Замененных | Новых | Аннулированных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Выбор параметров программных средств производится на основании данных о поддержке используемых библиотекой технологий с использованием сайта <https://caniuse.com/> [↑](#footnote-ref-1)