

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

**Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии**

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента больших данных и
информационного поиска, кандидат
компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
профессор департамента
программной
инженерии, канд. техн. наук

_____ М.Л. Каледин
«__» _____ 2025 г.

_____ Н.А. Павлочев
«__» _____ 2025 г.

| | |
|--------------|---------------------------------|
| Подп. и дата | |
| Инв. № дубл. | |
| Взам. инв. № | |
| Подп. и дата | |
| Инв. № подл | RU.17701729.12.10-01 ТЗ 01-1-ЛУ |

**Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей
Программа и методика испытаний**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729. 12.10-01 ТЗ 01-1-ЛУ**

Исполнитель
студент группы БПИ223
_____/ Иванов Г.Я
«__» _____ 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО
RU.17701729.12.10-01 ТЗ 01-1-ЛУ

| | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ 01-1-ЛУ | | | | |

**Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей
Программа и методика испытаний**

RU.17701729. 12.10-01 ТЗ 01-1-ЛУ

Листов 15

Содержание

| | |
|---|-----------|
| АННОТАЦИЯ | 4 |
| 1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ | 5 |
| 1.1 Наименование программы | 5 |
| 1.2 Краткая характеристика области применения программы:..... | 5 |
| 2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ..... | 6 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ | 7 |
| 3.1 Требования к функциональным характеристикам..... | 7 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ..... | 8 |
| 5 СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ..... | 9 |
| 5.1 Требования к составу и параметрам технических средств..... | 9 |
| 5.1.1 Аппаратное обеспечение: | 9 |
| 5.1.2 Программное обеспечение: | 9 |
| 5.2 Требования к информационной и программной совместимости | 9 |
| 5.2.1 Системные требования: | 9 |
| 5.2.2 Форматы файлов: | 9 |
| 5.2.3 Наличие моделей: | 9 |
| 5.3 Порядок проведения испытаний | 9 |
| 5.4 Требования к персоналу..... | 10 |
| 5.4.1 Базовые навыки: | 10 |
| 6 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ | 11 |
| 6.1 Проверка требований к технической документации | 11 |
| 6.1.1 Проверяемые документы:..... | 11 |
| 6.1.2 Критерии проверки:..... | 11 |
| 6.2 Проверка требований к интерфейсу..... | 11 |
| 6.2.1 Функциональность: | 11 |
| 6.2.2 Удобство использования:..... | 11 |
| 6.3 Проверка требований к функциональным характеристикам | 11 |
| 6.3.1 Работа с аудио: | 11 |
| 6.3.2 Производительность: | 12 |
| 6.3.3 Результаты проверки: | 12 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 13 |
| Приложение 1 | 14 |
| Лист регистрации изменений..... | 15 |

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

АННОТАЦИЯ

Программа и методика испытаний — это документ, в котором содержится информация о программном продукте, а также полное описание приемочных испытаний для данного программного продукта.

Настоящая Программа и методика испытаний для «Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей» содержит следующие разделы: «Объект испытаний», «Цель испытаний», «Требования к программе», «Требования к программной документации», «Средства и порядок испытаний», «Методы испытаний», «Приложения».

В разделе «Объект испытаний» указано наименование, краткая характеристика и назначение программы.

В разделе «Цель испытаний» указана цель проведения испытаний.

Раздел «Требования к программе» содержит основные требования к программе, которые подлежат проверке во время испытаний (требования к функционалу и интерфейсу).

Раздел «Требования к программным документам» содержит состав программной документации, которая представляется на испытания.

Раздел «Средства и порядок испытаний» содержит информацию о технических и программных средствах, которые следует использовать во время испытаний, а также порядок этих испытаний.

Раздел «Методы испытаний» содержит информацию об используемых методах испытаний.

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

- 1) ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов [1];
- 2) ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки [2];
- 3) ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов [3];
- 4) ГОСТ 19.104-78 Основные надписи [4];
- 5) ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам [5];
- 6) ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом [6];
- 7)) ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению [7];
- 8) Изменения к данному документу оформляются согласно ГОСТ 19.603- 78 [8], ГОСТ 19.604-78 [9].

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

1.1 Наименование программы

Наименование программы: «Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей».

Наименование программы на английском языке: «Application for audio separation based on neural networks».

Краткое наименование программы: «AudSep».

1.2 Краткая характеристика области применения программы:

«AudSep» - это десктопное приложение, которое позволяет разделять аудиозаписи на отдельные инструментальные и вокальные дорожки с помощью технологии нейронных сетей. Данное приложение будет показывать высокое качество разделения благодаря использованию нейросетевых технологий.

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

Целью испытаний является проверка корректности выполнения программой функций, изложенных в п. 4 «Требования к программе» документа «Техническое задание» из комплекта документации в соответствии с ЕСПД (Единой системой программной документации).

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

3 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

Программа должна соответствовать следующим функциональным требованиям, указанным в документе «Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей. Техническое задание».

3.1 Требования к функциональным характеристикам

- Загрузка аудиофайлов форматов: MP3, WAV.
- Разделение аудио на отдельные инструменты/вокал.
- Предварительное прослушивание разделенных дорожек.
- Сохранение разделенных дорожек в отдельный файл на компьютер.
- Возможность выбрать нужные пользователю дорожки перед сохранением.
- Отображение прогресса обработки.

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

4 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Предварительный состав программной документации:

- 1) Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78)
- 2) Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-78)
- 3) Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей. Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79)
- 4) Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей. Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79)
- 5) Приложение для разделения аудио на основе нейронных сетей. Текст программы (ГОСТ 19.401-78)

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

5 СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ

Для надежной и бесперебойной работы программы требуется:

5.1 Требования к составу и параметрам технических средств

Для надежной и бесперебойной работы программы "AudSep" требуется:

5.1.1 Аппаратное обеспечение:

- Процессор: Apple M1 или аналогичный, 2 ядра и более
- Оперативная память: 8 GB минимум, 16 GB рекомендуется
- Свободное место на диске: 12 GB минимум
- Монитор с разрешением 1920x1080 или выше

5.1.2 Программное обеспечение:

- Операционная система: macOS 11+

5.2 Требования к информационной и программной совместимости

Программа должна быть совместима со следующими компонентами:

5.2.1 Системные требования:

- Поддержка Python 3.8+
- Поддержка MPS (для macOS)

5.2.2 Форматы файлов:

- Входные: MP3, WAV, FLAC
- Выходные: MP3, WAV, FLAC

5.2.3 Наличие моделей:

- HTDemucs [12]
- MelBand RoFormer [14]
- BS RoFormer [13]

5.3 Порядок проведения испытаний

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

1. Проверка требований к программной документации

- Наличие всех необходимых документов
- Соответствие ГОСТ
- Полнота и корректность документации

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

2. Проверка требований к интерфейсу

- Функциональность графического интерфейса
- Удобство использования
- Корректность отображения
- Отзывчивость интерфейса

3. Проверка требований к функциональным характеристикам

- Работа с аудиофайлами
- Разделение аудио
- Управление треками
- Сохранение результатов

5.4 Требования к персоналу

Для корректного использования программы "AudSep" пользователь должен иметь:

5.4.1 Базовые навыки:

- Базовые навыки работы с операционной системой
- Умение устанавливать программное обеспечение
- Понимание основных форматов аудиофайлов

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

6 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1 Проверка требований к технической документации

Состав программной документации проверяется на соответствие следующим критериям:

6.1.1 Проверяемые документы:

- Техническое задание
- Пояснительная записка
- Руководство оператора
- Программа и методика испытаний
- Руководство программиста

6.1.2 Критерии проверки:

- Наличие всех необходимых разделов
- Соответствие ГОСТ
- Актуальность информации
- Полнота описания

6.2 Проверка требований к интерфейсу

Согласно техническому заданию, проверяются следующие аспекты:

6.2.1 Функциональность:

- Загрузка аудиофайлов
- Выбор моделей
- Управление треками
- Сохранение результатов

6.2.2 Удобство использования:

- Интуитивность интерфейса
- Доступность функций
- Отзывчивость системы
- Визуальная обратная связь

6.3 Проверка требований к функциональным характеристикам

Проверка включает следующие аспекты:

6.3.1 Работа с аудио:

- Корректность загрузки файлов
- Качество разделения
- Точность воспроизведения
- Качество сохранения

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

6.3.2 Производительность:

- Скорость обработки
- Использование ресурсов
- Стабильность работы
- Масштабируемость

6.3.3 Результаты проверки:

- Все предъявленные требования к программе выполнены
- Система готова к эксплуатации
- Документация соответствует требованиям
- Интерфейс удобен и функционален

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
6. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.603-78 Общие правила внесения изменений. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
10. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – М.: Изд-во стандартов, 1997.
11. ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
12. Rouard S., Massa F., Défossez A. Hybrid transformers for music source separation //ICASSP 2023-2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – IEEE, 2023. – С. 1-5.
13. Lu W. T. et al. Music source separation with band-split rope transformer //ICASSP 2024-2024 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – IEEE, 2024. – С. 481-485.
14. Wang J. C., Lu W. T., Won M. Mel-Band RoFormer for Music Source Separation //arXiv preprint arXiv:2310.01809. – 2023.
15. ZFTurbo. Music-Source-Separation-Training [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/ZFTurbo/Music-Source-Separation-Training> (дата обращения: 01.04.2025)

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

Приложение 1

ТЕРМИНОЛОГИЯ

1. **Разделение аудио** — разделение аудиофайла с записанной музыкой на несколько дорожек с инструментами.
2. **drag-and-drop** — это интерфейсная техника, позволяющая пользователю перемещать элементы на экране с помощью мыши или сенсорного ввода. Пользователь "захватывает" элемент, перетаскивает его в нужное место и "отпускает". В данном приложении эта техника должна поддерживаться для звуковых файлов.
3. **solo/mute** — функции, используемые в аудиообработке и звуковом монтаже для изоляции или отключения отдельных дорожек. Solo - функция, которая позволяет прослушивать только выбранные дорожки, временно отключая все невыбранные. Mute - функция, которая полностью отключает звук на выбранной дорожке или источнике, позволяя сосредоточиться на других элементах микса без удаления дорожки.
4. **waveform** — графическое представление звукового сигнала, отображающее изменение амплитуды звука во времени.

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

[illegible]

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.12.10-01 ТЗ | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |