

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Программная инженерия»

**СОГЛАСОВАНО**

Доцент департамента программной  
инженерии

\_\_\_\_\_ А. В. Меликян  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

Академический руководитель  
образовательной программы  
"Программная инженерия",  
старший преподаватель департамента  
программной инженерии

\_\_\_\_\_ Н. А. Павловев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО  
НАУКАМ О ДАННЫХ. ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ.**

**Техническое задание**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1-ЛУ**

Исполнители:

Студент группы БПИ244

\_\_\_\_\_ / А. М. Головина /  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Студент группы БПИ244

\_\_\_\_\_ / Н. Р. Яровицына /  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

**2026**

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

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1-ЛУ

**ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО  
НАУКАМ О ДАННЫХ. ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ.**

**Техническое задание**

**RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1**

**Листов 31**

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

**2026**

## 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 «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение» содержит следующие разделы: «Введение», «Основания для разработки», «Назначение разработки», «Требования к программе», «Требования к программной документации», «Технико-экономические показатели», «Стадии и этапы разработки», «Порядок контроля и приемки», приложения [7].

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 создаваемого программного продукта.

Раздел «Требования к программе» содержит указание на основные требования к функциональным характеристикам программы, к её надежности и 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 указание на предварительный состав программной документации и специальные требования к ней.

Раздел «Технико-экономические показатели» содержит информацию об ориентировочной экономической эффективности разработки, экономические преимущества разработки программы.

Раздел «Стадии и этапы разработки» содержит информацию о стадиях разработки, этапах и содержании работ.

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

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

1. ГОСТ 19.101-77 [1]: Виды программ и программных документов.
2. ГОСТ 19.102-77 [2]: Стадии разработки.
3. ГОСТ 19.103-77 [3]: Обозначения программ и программных документов.
4. ГОСТ 19.104-78 [4]: Основные надписи.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. ГОСТ 19.105-78 [5]: Общие требования к программным документам.
6. ГОСТ 19.106-78 [6]: Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
7. ГОСТ 19.201-78 [7]: Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.

Изменения к данному Техническому заданию оформляются согласно ГОСТ 19.603-78 [12], ГОСТ 19.604-78 [13].

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ .....	6
1.1. Наименование программы .....	6
1.2. Краткая характеристика области применения программы .....	6
2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ .....	7
2.1. Документ(ы), на основании которого(ых) ведется разработка .....	7
2.2. Наименование темы разработки .....	7
3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ .....	8
3.1. Функциональное назначение .....	8
3.2. Эксплуатационное назначение .....	9
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ .....	10
4.1. Требования к функциональным характеристикам .....	10
4.1.1. Требования к составу выполняемых функций .....	10
4.1.2. Требования к организации входных данных .....	12
4.1.3. Требования к организации выходных данных .....	14
4.1.4. Требования к временным характеристикам .....	15
4.1.5. Требования к интерфейсу .....	16
4.2. Требования к надежности .....	18
4.3. Условия эксплуатации .....	18
4.3.1. Климатические условия эксплуатации .....	18
4.3.2. Требования к видам обслуживания .....	18
4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала .....	18
4.4. Требования к информационной и программной совместимости .....	18
4.4.1. Требования к серверному оборудованию .....	18
4.4.2. Требования к клиентскому оборудованию .....	19
4.5. Требования к информационной и программной совместимости .....	19
4.5.1. Требования к исходным кодам и языкам программирования .....	19
4.5.2. Требования к программным средствам, используемым программой .....	19
4.5.3. Требования к защите информации и программ .....	20
4.6. Требования к маркировке и упаковке .....	20
4.7. Требования к транспортированию и хранению .....	20
4.8. Специальные требования .....	20

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	21
5.1. Состав программной документации .....	21
5.2. Специальные требования к программной документации .....	21
6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	22
6.1. Предполагаемая потребность .....	22
6.2. Целевая аудитория .....	22
6.3. Преимущества перед аналогами .....	22
7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ .....	24
7.1. Стадии разработки, этапы и содержание работ .....	24
7.2. Сроки разработки и исполнители .....	26
8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ .....	27
8.1. Виды испытаний .....	27
8.2. Общие требования к приемке работы .....	27
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ. ССЫЛКИ НА АНАЛОГИ .....	30

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1. Наименование программы

Наименование программы – «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение».

Наименование программы на английском языке – «Software for Analysis of Data Science Educational Programs. Web application».

### 1.2. Краткая характеристика области применения программы

В настоящее время наблюдается активное развитие и популяризация наук о данных. Спрос на специалистов в области Data Science стабильно растёт на протяжении последних лет, что подтверждает высокую востребованность данной сферы на рынке труда. Дополнительным фактором привлекательности направления является высокий уровень заработных плат: средняя зарплата специалиста по Data Science в России составляет около 173 тысяч рублей, а в Москве работодатели в среднем предлагают порядка 198 тысяч рублей по данным сервиса «Работа.ру» [20].

Рынок образовательных программ в области Data Science демонстрирует стремительный рост, а также значительное разнообразие форматов обучения (онлайн-курсы, бакалаврские и магистерские программы, интенсивы и др.). Согласно данным аналитики онлайн-кампуса НИУ ВШЭ на 2023 год, спрос на магистерскую онлайн-программу Master Of Data Science вырос в 4 раза [21]. Наука о данных занимает первую строчку рейтинга по востребованности среди всех образовательных программ магистратуры, преподаваемых онлайн. Однако такое обилие предложений создаёт сложности для абитуриентов при поиске подходящей программы, которая должна соответствовать индивидуальным требованиям.

В связи с этим существует потребность в инструменте, который упростит процесс выбора образовательной программы: позволит собирать и актуализировать информацию об образовательных предложениях, обеспечит их сравнение с использованием необходимых фильтров, визуализирует данные в виде графиков, а также реализует возможность построения аналитических прогнозов.

Исходя из вышесказанного, областью применения прикладной компьютерной программы «Приложение для анализа образовательных программ по наукам о данных» является сфера образования, в частности — поддержка принятия решений при выборе профессиональных образовательных программ в области анализа данных и машинного обучения.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

### 2.1. Документ(ы), на основании которого(ых) ведется разработка

Разработка ведется на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и утвержденной академическим руководителем программы темы курсового проекта.

### 2.2. Наименование темы разработки

Наименование темы разработки - “Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение.”

Наименование темы разработки на английском языке - “Software for Analysis of Data Science Educational Programs. Web application.”

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

#### 3.1. Функциональное назначение

Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных должно предоставлять пользователям возможность исследовать каталог образовательных программ, производить их многоуровневый отбор и группировку, выполнять прямое сравнение, изучать данные через интерактивные дашборды, получать персонализированные рекомендации и применять методы машинного обучения для кластеризации и анализа данных.

Функционал приложения предполагает разделение на следующие блоки функционального назначения: «Просмотр каталога и сравнение программ», «Фильтрация, поиск и группировка», «Визуальная аналитика и дашборды», «Аналитика и рекомендации с использованием машинного обучения», «Экспорт данных».

«Просмотр каталога и сравнение программ» должен позволять пользователям просматривать полный список образовательных программ, отобранных по ключевым критериям (соответствие программ требованиям и профессиональным стандартам в области анализа данных), с детализацией характеристик, таких как уровень образования, вуз, город, стоимость, количество бюджетных мест, проходной балл, и выводить результаты в табличном или карточном формате с сортировкой. Дополнительно блок должен предоставлять инструмент для параллельного сравнения выбранных программ в единой таблице.

«Фильтрация, поиск и группировка» должен позволять пользователям применять многоуровневые фильтры по атрибутам программ (уровень образования, стоимость, город, вуз и др.), комбинировать их с логическими операторами, выполнять текстовый поиск по названию программы или вуза, а также группировать результаты по выбранным параметрам (например, по городу или диапазону стоимости) с отображением агрегированных показателей (количество, средние значения). Результаты должны быть доступны для экспорта в CSV, XLSX или PDF.

«Визуальная аналитика и дашборды» должен позволять пользователям строить интерактивные дашборды с настраиваемым набором графиков, таких как распределение программ по городам и уровням образования, диаграммы «стоимость-количество мест», а также генерировать сводные таблицы с агрегатами (средние, медианные значения) и формулировать аналитические выводы на основе визуализаций.

«Аналитика и рекомендации с использованием машинного обучения» должен предоставлять возможность выполнять кластеризацию программ по выбранным признакам (стоимость, балл, город

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

и др.) с настройкой параметров, визуализацией результатов на графике и описанием характеристик каждого кластера. Также блок должен включать систему формирования персонализированных рекомендаций программ на основе пользовательских критериев (бюджет, город, уровень образования и др.).

«Экспорт данных» должен предоставлять авторизованным пользователям (например, администраторам или аналитикам) возможность выгрузить полный актуальный каталог образовательных программ в виде структурированного набора данных (датасета) в формате CSV или XLSX.

### **3.2. Эксплуатационное назначение**

Приложение предназначено для анализа и сравнения образовательных программ в области наук о данных, анализа данных и машинного обучения с целью поддержки принятия решений при выборе образовательной траектории, а также для проведения аналитической оценки рынка образовательных услуг.

Для корректного использования программы пользователю необходим персональный компьютер или мобильное устройство с современным браузером и доступом к сети Интернет, поскольку приложение функционирует как веб-сервис и предоставляется по ссылке.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

### 4.1. Требования к функциональным характеристикам

#### 4.1.1. Требования к составу выполняемых функций

Приложение должно обеспечивать выполнение следующих общих требований:

##### 1. Просмотр каталога и сравнение программ

1.1. Отображение полного списка образовательных программ по Наукам о данных в табличном и карточном виде.

1.2. Для каждой программы отображение детальной информации:

- а) название программы;
- б) факультет;
- в) уровень образования (бакалавриат, специалитет, магистратура);
- г) вуз;
- д) город;
- е) стоимость обучения;
- ж) количество бюджетных мест;
- з) количество платных мест;
- и) проходной балл;
- к) форма обучения;
- л) длительность обучения;
- м) язык;

1.3. Возможность сортировки списка по любому из атрибутов (по возрастанию/убыванию).

1.4. Инструмент для параллельного сравнения характеристик выбранных программ в единой таблице с визуальным выделением различий и преимуществ.

##### 2. Фильтрация, поиск и группировка

2.1. Текстовый поиск по названию программы, вуза или описанию с функцией автодополнения.

2.2. Применение многоуровневых фильтров по параметрам:

- а) уровень образования;
- б) вуз;
- в) факультет;
- г) город;
- д) диапазон стоимости обучения;

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- е) наличие бюджетных/платных мест;
- ж) диапазон проходного балла;
- з) форма обучения (очная/заочная);
- и) диапазон длительности обучения;
- к) язык.

2.3. Комбинирование фильтров с использованием логических операторов (и/или).

2.4. Группировка отфильтрованного списка по выбранным параметрам (например, по городу, уровню образования или диапазону стоимости) с отображением сводных показателей (количество программ, средняя стоимость) для каждой группы.

2.5. Экспорт текущего набора данных в форматы CSV/XLSX/PDF.

### 3. Визуальная аналитика и дашборды

3.1. Создание настраиваемых панелей (дашбордов), объединяющих несколько взаимосвязанных графиков на одном экране.

3.2. Построение интерактивных графиков и диаграмм на основе текущего набора данных.

3.3. Реализацию следующих типов графиков:

- а) линейный график;
- б) столбчатая диаграмма;
- в) круговая диаграмма;
- г) точечная диаграмма;
- д) картограмма;
- е) гистограмма.

3.4. Расчет и отображение агрегатов (средние, медианные значения, количества).

3.5. Автоматическую генерацию аналитических текстовых выводов на основе данных и визуализаций.

3.6. Возможность экспорта графиков (в PNG/SVG) и сводных таблиц с агрегированными данными в форматы PDF и XLSX.

### 4. Аналитика и рекомендации с использованием машинного обучения

#### 4.1. Кластеризация программ:

- а) выбор пользователем признаков для анализа (стоимость, город, балл и др.);
- б) настройка алгоритма и количества кластеров;
- в) выполнение кластеризации и визуализация результатов на графике;

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

г) автоматическое описание характеристик каждого кластера (средние значения ключевых параметров).

4.2. Формирование персонализированного списка программ, ранжированного по степени соответствия критериям, заданным пользователем (бюджет, предпочтительный город, уровень образования и др.).

## 5. Экспорт данных

5.1. Предоставление пользователю возможность выгрузить полный актуальный каталог программ в формате CSV/XLSX, для внешнего анализа.

### **4.1.2. Требования к организации входных данных**

Входные данные для веб-приложения представляют собой действия пользователя в интерфейсе (клики, ввод текста, выбор параметров).

#### 1. Основные требования к обработке

1.1. Каждое действие пользователя должно обрабатываться приложением в соответствии с типом действия и текущим контекстом (страница каталога, страница аналитики, выбранные фильтры, состояние сессии).

1.2. Серверная часть должна выполнять строгую валидацию входных параметров (тип, формат, диапазон значений), чтобы предотвратить некорректное выполнение запросов и аварийное завершение работы сервиса.

1.3. Входные данные не должны требовать от пользователя специальных знаний или использования сложных, неочевидных форматов ввода.

1.4. Все ошибки валидации, синтаксические и логические ошибки должны сопровождаться понятными и нетехническими сообщениями на русском языке с указанием причины.

#### 2. Нажатия на кнопки и элементы управления

2.1. Приложение должно реагировать на нажатия пользователя на интерактивные элементы интерфейса.

2.2. Для каждого элемента управления должна быть определена и явно визуально обозначена функциональность в соответствии с требованиями к составу выполняемых функций.

2.3. Должна быть предусмотрена защита от двойного (или многократного) клика для всех операций, которые приводят к изменению данных на сервере или инициируют долгие вычисления.

#### 3. Фильтры и параметры отбора

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3.1. Входные данные фильтров, задаваемые пользователем, должны передаваться на сервер как query-параметры HTTP-запросов (GET-запросы).

3.2. Поддержка многоуровневых фильтров. Приложение должно корректно обрабатывать:

- а) Комбинированные фильтры с логическими операторами и/или;
- б) Диапазонные фильтры (например, от-до для стоимости или балла);
- в) Множественный выбор значений в рамках одного атрибута;
- г) Текстовый поиск с поддержкой частичного совпадения (по подстроке).

#### 4. Входные данные для аналитики и графиков

4.1. Пользователь должен иметь возможность настроить параметры для построения визуализаций:

- а) Тип графика (столбчатая, круговая, линейная, точечная диаграмма, гистограмма, карточка);
- б) Оси X и Y (выбор показателей из доступных атрибутов данных);
- в) Группировка данных (например, по городу или уровню образования);
- г) Агрегационные функции (среднее, сумма, количество, медиана, минимум, максимум).

4.2. Серверная часть должна проверять структуру входных данных для аналитики и возвращать данные для построения графика в едином, согласованном формате (JSON), который легко интерпретируется клиентской частью.

#### 5. Входные данные для машинного обучения (ML)

5.1. Для ML-анализа пользователь должен иметь возможность указать:

- а) Целевой признак (например, стоимость обучения для прогнозирования);
- б) Независимые признаки.

5.2. Все признаки должны проходить проверку на корректность значений (например, числовые диапазоны) и отсутствие очевидных аномалий до передачи в ML-модель.

5.3. Должна быть предусмотрена система ограничения сложности ML-запросов (по количеству признаков, объему данных), чтобы предотвратить чрезмерную нагрузку на сервер.

#### 6. Сортировка

6.1. Параметры сортировки должны передаваться на сервер как query-параметры:

- а) sort\_by: поле для сортировки (строго валидируется по списку допустимых полей);
- б) sort\_order: направление сортировки (по возрастанию/по убыванию).

#### 7. Входные данные серверной части

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

7.1. API. Основными входными данными серверной части являются HTTP-запросы (GET, POST) от клиентской части к определенным эндпоинтам FastAPI (REST API).

#### **4.1.3. Требования к организации выходных данных**

Выходные данные веб-приложения включают отображаемую информацию в интерфейсе, ответы на HTTP-запросы от серверной части, экспортируемые файлы, графики, аналитические выводы и результаты машинного обучения.

##### 1. Общие требования к выходным данным

1.1. Все выходные данные должны быть представлены на русском языке, с использованием понятной терминологии, без избыточных технических деталей.

1.2. Формат выходных данных должен соответствовать типу запроса (JSON для API, HTML/компоненты для интерфейса, файлы для экспорта).

1.3. Выходные данные должны быть актуальными, основанными на текущем состоянии базы данных и применённых фильтрах.

1.4. В случае ошибок обработки запроса сервер должен возвращать стандартизованные сообщения об ошибках и подробным описанием на русском языке.

##### 2. Выходные данные для каталога и списка программ

2.1. Список программ должен отображаться в табличном или карточном виде с постраничной навигацией и отображением общего количества результатов.

2.2. Детальная информация о программе должна включать все атрибуты из требований к функциям, с выделением ключевых показателей.

2.3. Таблица сравнения программ должна визуально выделять различия (цветовая подсветка ячеек с разными значениями) и преимущества (например, более низкая стоимость — зелёным).

##### 3. Выходные данные для фильтрации, поиска и сортировки

3.1. После применения фильтров или поиска интерфейс должен отображать обновлённый список с показом активных фильтров.

3.2. Результаты группировки должны включать сводные таблицы с агрегатами (количество программ, средняя стоимость, медианный проходной балл) для каждой группы.

3.3. Сервер должен возвращать данные в формате JSON.

##### 4. Выходные данные для визуальной аналитики и графиков

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.1. Графики должны быть наглядными и интерактивными: с подписями осей, легендой, подсказкой при наведении.

4.2. Данные для графиков должны возвращаться в согласованном JSON-формате (серии данных, метки, цвета).

4.3. Автоматически генерируемые текстовые аналитические выводы должны быть краткими, информативными и размещаться рядом с графиком.

4.4. Дашиборды должны позволять переупорядочивание и изменение размеров виджетов с сохранением конфигурации.

## 5. Выходные данные для машинного обучения и рекомендаций

5.1. Результаты кластеризации должны включать:

а) визуализацию кластеров; медианные значения ключевых признаков);

б) таблицу с описанием каждого кластера (средние/медианные значения ключевых признаков);

в) список программ, относящихся к каждому кластеру.

5.2. Персонализированные рекомендации должны представляться в виде ранжированного списка программ с указанием степени соответствия (процент или балл) и пояснением.

5.3. Все ML-результаты должны сопровождаться предупреждением о том, что рекомендации носят вспомогательный характер.

## 6. Экспорт данных

6.1. Экспортируемые файлы (CSV, XLSX, PDF) должны содержать текущий отфильтрованный набор данных с заголовками колонок на русском языке.

6.2. Экспорт графиков должен сохранять высокое качество изображения (PNG/SVG) с включёнными легендами и подписями.

6.3. PDF-отчёты должны включать сводные таблицы, графики и текстовые выводы в аккуратном оформлении с титульным листом и датой генерации.

## 7. Требования к производительности и безопасности выходных данных

7.1. Выходные данные не должны содержать служебной информации, не предназначено для клиентов (например, внутренних ID или SQL-запросов).

### 4.1.4. Требования к временным характеристикам

Требования к временным характеристикам программы не предъявляются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### **4.1.5. Требования к интерфейсу**

Интерфейс веб-приложения должен быть интуитивно понятным, удобным, адаптивным и обеспечивать эффективное взаимодействие пользователя с каталогом образовательных программ, инструментами аналитики и машинного обучения.

##### **1. Общие требования к интерфейсу**

1.1. Интерфейс должен быть полностью на русском языке, с использованием понятной и профессиональной терминологии.

1.2. Дизайн должен быть современным, минималистичным, с высокой контрастностью текста и элементов для обеспечения доступности.

1.3. Приложение должно быть полностью адаптивным: корректное отображение и удобная работа на десктопах, планшетах и мобильных устройствах.

1.4. Все интерактивные элементы (кнопки, ссылки, поля ввода) должны иметь визуальную обратную связь.

##### **2. Навигация и структура приложения**

2.1. Постоянное левое боковое меню (collapsible на мобильных устройствах) со следующими основными разделами:

- а) Каталог программ (стартовый экран по умолчанию);
- б) Сравнить программы;
- в) Графики и статистика;
- г) Умный анализ;
- д) Скачать данные;

2.2. На страницах каталога и сравнения — вверху фиксированная панель с полем поиска и кнопкой «Фильтры», открывающая выдвижную боковую.

##### **3. Просмотр программ**

3.1. Переключение между табличным и карточным представлением списка программ.

3.2. В табличном виде — фиксированная шапка таблицы при прокрутке, сортировка по клику на заголовок столбца с индикацией направления.

3.3. В карточном виде — блоки карточек с ключевой информацией и кнопкой «Подробнее».

3.4. Модальное окно для детальной информации о программе с структурированным представлением всех атрибутов.

##### **4. Фильтры, поиск и сортировка**

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.1. Панель фильтров с возможностью сворачивания/разворачивания.

4.2. Текстовое поле поиска с автодополнением и кнопкой очистки.

4.3. Отображение активных фильтров над списком результатов.

4.4. Кнопки «Применить», «Сбросить все» и предпросмотр количества найденных программ при изменении фильтров.

## 5. Сравнение программ

5.1. Отдельная страница с таблицей сравнения выбранных программ.

5.2. Столбцы — атрибуты, строки — образовательные программы; визуальное выделение различий (цветовая заливка ячеек).

5.3. Возможность добавлять/удалять программы из сравнения напрямую в таблице.

## 6. Визуальная аналитика и дашборды

6.1. Конструктор дашбордов с возможностью добавлять, удалять и переупорядочивать виджеты.

6.2. Панель настройки каждого графика: выбор типа, осей, агрегаций, цветов.

6.3. Блок с автоматически генерируемыми текстовыми выводами под каждым графиком или на дашборде.

6.4. «Кнопки экспорта отдельного графика или всего дашборда.

## 7. Интерфейс машинного обучения и рекомендаций

7.1. Пошаговый интерфейс для настройки ML-анализа (кластеризация, рекомендации) с выбором параметров.

7.2. Отображение результатов кластеризации: интерактивный график с цветовой раскраской кластеров и боковой панелью с описанием каждого кластера.

7.3. Страница рекомендаций с формой ввода пользовательских предпочтений и ранжированным списком программ с объяснением соответствия.

7.4. Индикатор прогресса для длительных ML-вычислений.

## 8. Экспорт данных

8.1. Отдельная страница с выбором:

а) Текущий отфильтрованный список программ;

б) Выбранные программы для сравнения;

в) Данные дашборда / статистики;

8.2. Форматы на выбор: PDF, XLSX, CSV.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

8.3. Предпросмотр первых строк данных + индикатор объёма файла.

#### **4.2. Требования к надежности**

Веб-приложение не должно аварийно завершаться, должна быть предусмотрена обработка сетевых и серверных ошибок.

#### **4.3. Условия эксплуатации**

##### **4.3.1. Климатические условия эксплуатации**

Специальные климатические условия не предъявляются.

##### **4.3.2. Требования к видам обслуживания**

Пользовательское обслуживание не требуется, так как работа осуществляется через браузер.

##### **4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала**

Пользователь должен обладать навыками работы с веб-сайтами.

#### **4.4. Требования к информационной и программной совместимости**

Приложение является веб-приложением клиент-серверной архитектуры и не требует специализированного оборудования. Развёртывание возможно на стандартных серверных платформах или облачных сервисах. Клиентская часть работает в веб-браузере пользователя.

##### **4.4.1. Требования к серверному оборудованию**

Серверная часть приложения (FastAPI + PostgreSQL) должна размещаться на оборудовании или виртуальной машине со следующими минимальными характеристиками:

4.4.1.1. Процессор: 2 ядра (рекомендуется 4 ядра) с частотой не менее 2.0 ГГц.

4.4.1.2. Оперативная память: не менее 4 ГБ (рекомендуется 8 ГБ для комфортной работы с ML-запросами и большими выборками).

4.4.1.3. Дисковое пространство: не менее 20 ГБ SSD (10 ГБ на систему и приложение, остальное — на базу данных и логи).

4.4.1.4. Операционная система: допускается использование любых операционных систем. При использовании Windows и macOS обязательным является применение контейнеризации (Docker). Для Linux предпочтительными являются дистрибутивы Ubuntu 22.04 LTS или Debian 12.

4.4.1.5. Сетевой интерфейс: доступ в Интернет с пропускной способностью не менее 100 Мбит/с для обслуживания запросов пользователей.

4.4.1.6. Рекомендуется развёртывание в контейнерах Docker с использованием docker-compose для управления сервером приложения и базой данных.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### **4.4.2. Требования к клиентскому оборудованию**

Клиентская часть представляет собой веб-интерфейс и работает в современном браузере. Специальных требований к оборудованию не предъявляется.

#### **4.5. Требования к информационной и программной совместимости**

Приложение должно использовать современный стек технологий, обеспечивающий высокую производительность, удобство разработки и лёгкость развёртывания.

##### **4.5.1. Требования к исходным кодам и языкам программирования**

1. Основной язык программирования — Python версии 3.10 или выше (для серверной части, обработки данных, аналитики и машинного обучения).
2. Клиентская часть может быть реализована на JavaScript/TypeScript или с применением серверного рендеринга на Python (Jinja2).
3. Исходный код должен соответствовать стандартам качества:

- а) соблюдение PEP 8;
- б) обязательная аннотация типов;
- в) модульная структура проекта;
- г) наличие комментариев к сложным участкам.

4. Обязательное использование системы контроля версий Git с удалённым репозиторием на GitHub.

##### **4.5.2. Требования к программным средствам, используемым программой**

Приложение должно использовать следующие программные средства и библиотеки:

- 4.5.2.1. Python — основной язык для серверной логики, обработки данных и ML.
- 4.5.2.2. FastAPI — фреймворк для создания высокопроизводительного API с автоматической документацией и валидацией данных.
- 4.5.2.3. PostgreSQL — система управления реляционной базой данных для хранения структурированных данных о программах.
- 4.5.2.4. Pandas — библиотека для очистки, преобразования и агрегирования данных.
- 4.5.2.5. Plotly — библиотека для создания интерактивных веб-графиков.
- 4.5.2.6. Scikit-learn — библиотека для реализации задач кластеризации, регрессии и рекомендаций.
- 4.5.2.7. Docker и docker-compose — для контейнеризации и воспроизводимого развёртывания приложения и базы данных.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.5.2.8. Git + GitHub — для контроля версий и хранения исходного кода.

4.5.2.9. Дополнительно допускается использование SQLAlchemy (ORM), Uvicorn/Gunicorn (ASGI-сервер), а также библиотек для экспорта данных (openpyxl, reportlab).

#### **4.5.3. Требования к защите информации и программ**

Требования к защите информации и программ не предъявляются.

#### **4.6. Требования к маркировке и упаковке**

Электронный архив, включающий программную документацию, готовую реализацию приложения (исполнимые файлы и иные файлы, необходимые для функционирования, включая исходный код), а также презентацию проекта, при загрузке в систему Smart LMS должен содержать маркировку со следующими сведениями о разработчике:

- а) Фамилия, имя, отчество;
- б) Факультет;
- в) Учебная группа;
- г) Уровень обучения;
- д) Образовательная программа.

#### **4.7. Требования к транспортированию и хранению**

Транспортирование - посредством скачивания/клонирования репозитория;

Хранение продукта - в удаленном репозитории (GitHub) и локальной копии.

#### **4.8. Специальные требования**

Специальные требования к программе не предъявляются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

### **5.1. Состав программной документации**

1. «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение». Техническое задание (ГОСТ 19.201-78 [7]).
2. «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение». Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79 [10]).
3. «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79 [8]).
4. «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение». Текст программы (ГОСТ 19.401-78 [9]).
5. «Приложение для анализа образовательных программ по Наукам о данных. Веб-приложение». Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79 [11]).

### **5.2. Специальные требования к программной документации**

- 5.2.1. Документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106–78 [6] и ГОСТами к каждому виду документа (см. п. 5.1.).
- 5.2.2. Документация в формате .pdf и программа должны быть сданы в электронном виде в архиве формата .zip или .rar.
- 5.2.3. Документация должна быть загружена в дисциплину «Курсовой проект, ПИ 2 курс 25-26 уч. г.» в личном кабинете в информационно-образовательную среду Smart LMS «НИУ ВШЭ».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

### 6.1. Предполагаемая потребность

Потребность в разработке обусловлена ростом интереса к программам по Data Science и необходимостью быстро сравнивать предложения вузов по формальным параметрам. Актуальность также связана с ростом спроса на специалистов по анализу данных и машинному обучению на рынке труда.

### 6.2. Целевая аудитория

1. Абитуриенты и их родители, выбирающие программу обучения по Data Science.
2. Студенты, подбирающие магистратуру/другую программу и сравнивающие варианты.
3. Методисты и руководители образовательных программ, которым нужна аналитика и сравнение программ по рынку.
4. Аналитики образования и исследователи рынка высшего образования, проводящие мониторинг и анализ программ по Data Science.

### 6.3. Преимущества перед аналогами

Для сравнения были выбраны профессиональные аналитические инструменты и профильные рейтинги. Основными аналогами являются: «Навигатор абитуриента поступления в вузы России» от ВШЭ, «Рейтинг вузов по качеству подготовки специалистов в области ИИ» от Альянса в сфере ИИ, и сервис GetMatch.

Преимущество разрабатываемого приложения заключается в узкой специализации на программах по Data Science, детализации до уровня дисциплин, использовании ML-алгоритмов для кластеризации и рекомендаций по содержанию программ, а также в сочетании образовательной аналитики с элементами рынка труда.

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Функция / Критерий	Навигатор ВШЭ	Рейтинг Альянса ИИ	GetMatch	Наш проект
Узкая специализация на программах Data Science / AI	-	+	-	+
Детальное сравнение набора дисциплин и содержания	-	-	-	+
Интерактивная визуальная аналитика и дашборды	-	-	-	+
Кластеризация программ с использованием ML	-	-	-	+
Персонализированные рекомендации программ	-	-	+/-	+
Выгрузка данных (CSV/XLSX / PDF)	+/-	-	-	+
Учёт требований индустрии и рынка труда	-	+	+	+
Автоматические текстовые аналитические выводы	-	-	-	+
Группировка и сводные агрегаты по регионам/вузами	+/-	+/-	+	+
Бесплатный полный доступ без регистрации	+	+	+	+
<b>Итого</b>	<b>2</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>10</b>

Таблица 1. Сравнение функциональных характеристик

Иzm.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

### 7.1. Стадии разработки, этапы и содержание работ

Стадии и этапы разработки были выявлены с учетом ГОСТ 19.102-77 [2].

Таблица 2 – Стадии и этапы разработки

Стадия разработки	Этап работ	Содержание работ	Исполнители работ	Сроки выполнения
Техническое задание	Научно-исследовательский этап разработки	Постановка задачи	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	26.11.2024
		Сбор исходных теоретических материалов	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	26.11.2024 – 10.12.2025
		Определение структуры входных и выходных данных	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	27.11.2024 – 15.12.2024
		Предварительный выбор методов решения задач	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	27.11.2024 – 15.12.2024
		Определение требований к техническим и программным средствам	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	27.11.2024 – 15.12.2024
	Разработка и утверждение технического задания	Обоснование возможности решения поставленной задачи	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	27.11.2024 – 15.12.2024
		Определение требований к программному продукту	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	27.11.2024 – 15.12.2024
		Выбор языков программирования	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	27.11.2024 – 15.12.2024
		Согласование технического задания и загрузка в SmartLMS	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	16.12.2024

Продолжение таблицы 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

<b>Стадия разработки</b>	<b>Этап работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Исполнители работ</b>	<b>Сроки выполнения</b>
<b>Рабочий проект</b>	Сбор и подготовка данных	Поиск и парсинг источников данных о программах	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	03.02.2026 – 17.02.2026
		Очистка, нормализация и загрузка данных в БД	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	17.02.2026 – 03.03.2026
		Создание и наполнение базы данных PostgreSQL	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	03.03.2026 – 12.03.2026
		Проверка актуальности и полноты данных	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	12.02.2026 – 17.03.2026
		Документирование источников и структуры данных	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	19.03.2026
	Разработка backend	Проектирование API (FastAPI)	А. М. Головина	27.11.2024 – 15.12.24
		Реализация эндпоинтов для каталога, фильтров, сортировки и экспорта	А. М. Головина	20.03.2026 – 05.04.2026
		Интеграция с базой данных и тестирование API	А. М. Головина	05.02.2026 – 14.04.2026
	Разработка frontend	Разработка интерфейса (каталог, фильтры, сравнение)	А. М. Головина	25.02.2026 – 17.03.2026
		Реализация визуальной аналитики и дашбордов (Plotly)	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	17.03.2026 – 31.02.2026
	Реализация ML-компонентов	Разработка модулей кластеризации и рекомендаций (scikit-learn)	Н. Р. Яровицына	20.02.2026 – 07.03.2026
		Интеграция ML в backend и тестирование	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	06.03.2026 – 16.03.2026
		Оптимизация производительности ML-запросов	Н. Р. Яровицына	16.03.2026 – 21.03.2026

Продолжение таблицы 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

<b>Стадия разработки</b>	<b>Этап работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Исполнители работ</b>	<b>Сроки выполнения</b>
Рабочий проект (продолжение)	Финальная интеграция и отладка	Полная интеграция frontend, backend и ML	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	21.03.2026 – 31.03.2026
		Комплексная отладка и оптимизация производительности	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	31.03.2026 – 03.04.2026
		Разработка программной документации (ГОСТ 19 ЕСПД)	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	20.02.2026 – 03.04.2026
	Испытания программы	Разработка, согласование и утверждение методи	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	04.04.2026 – 08.04.2026
		Проведение испытаний и корректировка по результатам	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	08.04.2026 – 18.04.2026
	Внедрение	Подготовка к защите	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	18.04.2026 – 23.04.2026
		Защита	А. М. Головина, Н. Р. Яровицына	май 2026

## 7.2. Сроки разработки и исполнители

Разработка программного продукта должна быть завершена не позже утверждённого срока сдачи работы.

Исполнители - Головина Арина Максимовна, Яровицына Наталья Романовна.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с документом «Программа и методика испытаний» (ГОСТ 19.301–79 [8]).

### 8.1. Виды испытаний

1. Полное и частичное функциональное тестирование.
2. Тестирование производительности.
3. Тестирование удобства пользования.
4. Тестирование безопасности.

### 8.2. Общие требования к приемке работы

Приемка работы может быть осуществлена только при корректной работе программы в соответствии с пунктом 4.1.1 при различных входных данных, соответствующих условиям в пункте 4.1.2 данного документа и при предоставлении полной документации к продукту, указанной в пункте 5.1, выполненной в соответствии с требованиями, указанными в пункте 5.2 данного технического задания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ 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 19.301-79: Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. ГОСТ 19.401-78: Текст программы. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
10. ГОСТ 19.404-79: Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
11. ГОСТ 19.505-79: Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
12. ГОСТ 19.603-78: Общие правила внесения изменений. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
13. ГОСТ 19.604-78: Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
14. Официальная документация FastAPI [Электронный ресурс] / FastAPI. – Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).
15. Официальная документация PostgreSQL [Электронный ресурс] / PostgreSQL. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

16. Официальная документация Plotly для Python (Graphing Library) [Электронный ресурс] / Plotly. – Режим доступа: <https://plotly.com/python/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).
17. Официальная документация Pandas [Электронный ресурс] / Pandas. – Режим доступа: <https://pandas.pydata.org/docs/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).
18. Официальная документация scikit-learn [Электронный ресурс] / scikit-learn. – Режим доступа: <https://scikit-learn.org/stable/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).
19. Официальная документация Docker [Электронный ресурс] / Docker. – Режим доступа: <https://docs.docker.com/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).
20. Статистика средней заработной платы профессии data science [Электронный ресурс] / Rabota.ru. – Режим доступа: <https://podolsk.rabota.ru/career/catalogue/it/data-engineer/>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).
21. Исследование НИУ ВШЭ о популярности магистерского образования в области науки на 2023 год [Электронный ресурс] / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/858683624.html>, свободный. (дата обращения: 14.12.2025).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 Т3 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**ПРИЛОЖЕНИЕ. ССЫЛКИ НА АНАЛОГИ**

Приложение	Ссылка
Рейтинг Альянса ИИ	<a href="https://aialliance.ru/">https://aialliance.ru/</a>
HSE Navigator	<a href="https://navigator.hse.ru/">https://navigator.hse.ru/</a>
GetMatch Analytics	<a href="https://getmatch.ru/">https://getmatch.ru/</a>

Дата обращения: 14.12.25.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.05.11-05 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**