

Информационные технологии в управлении и экономике

2026, № 03

Электронная версия журнала размещена на сайте

<http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>



ISSN 2225-2819

Information technology in management and economics

Информационные технологии

в управлении и экономике

2026, № 03 (44), 30.09.2026

Электронная версия журнала размещена на сайте

<http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- **Рочев К. В.**, канд. эконом. наук, СТО GlintGate LLC, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ, ведущий специалист Дирекции развития региональной сети РАНХиГС, главный редактор
- **Барышникова Л. П.**, доктор экон. наук, доцент, профессор кафедры экономики, управления и рекламы УГТУ
- **Беляев Д. А.**, канд. экон. наук, директор Государственного учреждения Республики Коми «Детский дом №1 для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей» г. Сыктывкара
- **Гресюк А. Н.**, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой ВТИСиТ УГТУ
- **Григорьевых А. В.**, канд. техн. наук, начальника сектора диспетчерского контроля и управления отдела АСУТП АО «Транснефть-Север»
- **Затонский А. В.**, доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов Березниковского филиала ПНИПУ
- **Каюков В. В.**, доктор экон. наук, профессор кафедры экономики, управления и рекламы УГТУ
- **Китайгородский М. Д.**, доктор пед. наук, профессор, проректор по учебной работе, СГУ им. Питирима Сорокина
- **Кожевникова П. В.**, канд. техн. наук, доцент, инженер-программист ООО «Консалт-Информ»
- **Крестовских Т. С.**, канд. экон. наук, декан факультета экономики, управления и информационных технологий УГТУ
- **Куделин А. Г.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ВТИСиТ УГТУ
- **Кунцев В. Е.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ВТИСиТ УГТУ
- **Минцаев М. Ш.**, доктор техн. наук, ректор ГГНТУ имени акад. М. Д. Миллионщикова
- **Михайлюк О. Н.**, доктор экон. наук, зав. кафедрой финансов и кредита УГТУ
- **Мурашкин И. Н.**, эксперт по тестированию ООО «ВК»
- **Павловская А. В.**, канд. эконом.наук, профессор кафедры экономики, управления и рекламы УГТУ
- **Папуша Д. А.**, партнер-консультант STDK FZCO
- **Полякова Л. П.**, доктор эконом. наук, зав. кафедрой недропользования, строительства и менеджмента Воркутинского филиала УГТУ
- **Садыкова Р. Ш.**, доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления предприятием АГНИ
- **Семериков А. В.**, канд. техн. наук, преподаватель математики КОГПОБУ Кировский технологический колледж
- **Смирнов Ю. Г.**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры ВТИСиТ УГТУ
- **Сотникова О. А.**, доктор пед. наук, ректор СГУ им. Питирима Сорокина
- **Шилова С. В.**, канд. техн. наук, доцент кафедры ВТИСиТ УГТУ
- **Штеренберг С. И.**, канд. техн. наук, доцент кафедры защищенных систем связи СПбГУТ им. профессора М. А. Бонч-Бруевича
- **Эмексузян А. Р.**, канд. экон. наук, директор Дирекции развития региональной сети РАНХиГС

Журнал выходит 4 раза в год.

Учредитель ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет».

Сетевое издание «Информационные технологии в управлении и экономике» зарегистрировано Роскомнадзором. Регистрационный номер: ФС77-65216 от 01.04.2016.

Электронная почта: info@itue.ru,

Телефон редакции: +7 (8216) 700-247, телефон главного редактора: +7 (904) 109-83-18

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Правила для авторов доступны на сайте журнала <http://itue.ru/pravila/>

ОГЛАВЛЕНИЕ

КРАСОВСКИЙ Р. В. Проверка однородности режима сбора и датировка рядов востребованности ИТ-навыков	4
БАКУНИНА Н. С. Концептуальная модель многоагентной системы обработки обращений пользователей в службе технической поддержки	18
РОЧЕВ К. В., ЖИФАРСКИЙ В. Д. Автоматизация тестирования графических приложений на основе записи макросов и визуального сравнения интерфейсов..	27
ГАРУСОВ Т. Д., ШИПЕЛЬКЕВИЧ У. Н., ШПАКОВСКИЙ Д. В. Проектирование сервис-деска для интеграции разнородных каналов клиентских обращений в корпоративной ИС.....	38
РОЖКОВ Е. В. Разработка комплексных мероприятий с целью повышения качества цифровизации муниципальных услуг по управлению имуществом	45
АРТЕЕВ М. С. Применение проектных паттернов при построении расширяемого Roguelite-комплекса	59
УЛЯШЕВ Н. П., КУДРЯШОВА О. М. Мобильное приложение для обучения нотной грамоте с интервальным повторением.....	70
МАРКОВИЧ А. С., СОЧКО С. С., СЕМЯШКИНА А. В. Система сопровождения записи и оформления на практическую подготовку на выпускающей кафедре	82
БОРИСОВА А. О., ГРИГОРЬЕВЫХ А. В. Формирование и анализ распределенных трассировок микросервисной системы для выявления аномального поведения ...	94
Сведения об авторах.....	106

КРАСОВСКИЙ Р. В.
ПРОВЕРКА ОДНОРОДНОСТИ РЕЖИМА СБОРА И ДАТИРОВКА РЯДОВ
ВОСТРЕБОВАННОСТИ ИТ-НАВЫКОВ

УДК 004.62:311, ГРНТИ 28.29.51

Статья поступила в редакцию 10.09.2026

Проверка однородности режима сбора
и датировка рядов востребованности
ИТ-навыков

Checking the consistency of data
collection methods and dating time series
of IT skill demand

Р. В. Красовский

R. V. Krasovsky

Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет; г. Пермь

Perm National Research Polytechnic
University; Perm

Предложены три процедуры проверки месячных рядов востребованности ИТ-навыков до прогнозирования: контроль целостности привязки навыков, панельный критерий структурного разрыва и поправка на предметный состав корпуса стандартизацией. На корпусе из 893 710 записей показано, что порядок процедур определяет результат: без контроля целостности критерий ложно объявляет разрывы, порождённые дефектом привязки, а не сменой режима сбора. Дрейф состава подтверждён измерением. Стандартизация по классам названий вакансий снимает один разрыв, удлиняет однородный отрезок и снижает шум оценивания. Смена датировки сама по себе отрезок не удлиняет. Сделан вывод: оценка перспективности технологий должна начинаться с проверки ряда, а не с выбора модели.

Three procedures are proposed for testing monthly series of IT skill demand before forecasting: a control of the integrity of skill attachment, a panel structural break criterion, and a correction for the subject composition of the corpus by standardisation. On a corpus of 893,710 vacancy records it is shown that the order of the procedures determines the result: without the integrity control the criterion falsely declares breaks produced by a defect of skill attachment rather than by a change of the collection regime. The drift of composition is confirmed by measurement. Standardisation by vacancy title classes removes one break, lengthens the homogeneous segment and reduces estimation noise. Re-dating alone does not lengthen the segment. It is concluded that assessing technology prospects should begin with testing the series rather than with choosing a model.

Ключевые слова: рынок труда, востребованность навыков, временные ряды, структурный разрыв, панельный критерий, датировка данных, шум оценивания, дрейф состава корпуса, качество данных, образовательные программы

Keywords: labor market, skill demand, time series, structural break, panel criterion, data dating, estimation noise, corpus composition drift, data quality, educational programs

Введение

Помесячные ряды востребованности навыков, строящиеся автоматизированными системами мониторинга рынка труда, служат исходными данными для оценки перспективности технологического стека образовательных программ [1, 2]. В цитируемых работах ряд принимается как данность: вопрос о том, отражает ли наблюдаемое изменение доли рыночное событие или изменение процедуры сбора, не ставится. Между тем ряд формируется по базе собранных вакансий, и любое изменение сбора – расширение перечня отслеживаемых профессий, смена расписания обхода, подключение новых источников – сдвигает наблюдаемые частоты, не являясь рыночным событием. Такой сдвиг неотличим от рыночной динамики средствами последующих прогнозных моделей: модель, обученная на неоднородном ряду, воспроизведёт артефакт сбора как сигнал спроса.

Методы извлечения навыков из текстов вакансий и их отображения на стандартизованные таксономии разработаны существенно полнее, чем контроль качества получаемого ряда. В [3] систематизированы архитектуры извлечения требований, в [4] и [5] извлечённые навыки отображаются на внешние классификации; предметом этих работ служит точность извлечения на отдельной вакансии, тогда как свойства агрегированного по месяцам ряда не рассматриваются. В [6] тренды навыков анализируются ретроспективно, в [7] ежемесячные ряды экстраполируются рекуррентными нейронными сетями, а в предшествующей работе автора [8] по наклонам рядов формируется перечень растущих технологий; ни в одной из них ряд предварительно не проверяется на однородность режима сбора, вследствие чего артефакт сбора неотличим от рыночной динамики.

Аппарат обнаружения структурных изменений развит и распространён на панельные данные [9], однако предложенные там критерии рассчитаны на длинные ряды с известным числом разрывов и не учитывают, что доля навыка есть выборочная оценка с биномиальным шумом, величина которого различна для редких и частотных навыков. Применительно к рядам востребованности навыков проверка однородности режима сбора, насколько известно автору, не проводилась. Близкий по постановке материал даёт практика прогнозирования по открытым статистическим рядам: в [10] модель регионального социального ресурса строится

по публикуемым показателям, в [11] отдельно разбирается аппроксимация факторов такой модели при разреженных наблюдениях, а в [12] помесечный ряд выпуска моделируется авторегрессией с явным выделением сезонной составляющей. Общим для этих работ является допущение о неизменности инструмента измерения: перечень показателей и методика их получения считаются фиксированными, вследствие чего всякое изменение ряда относится к объекту наблюдения. Ряд долей навыков этому допущению не удовлетворяет, поскольку предметный состав корпуса вакансий меняется вслед за настройками сборщика, и потому проверка однородности режима сбора здесь предшествует моделированию, а не следует за ним.

Целью работы является построение процедур, позволяющих до применения прогнозных моделей установить, пригоден ли помесечный ряд долей навыков как прокси рыночного спроса. Предлагаются три такие процедуры: панельный критерий структурного разрыва, разложение вариации ряда и контроль дрейфа предметного состава корпуса. Приводится их проверка на реальном корпусе вакансий.

Методология исследования

Ряд востребованности навыка строится следующим образом. Пусть D – корпус вакансий, $N(t)$ – число вакансий месяца t , а $n(s, t)$ – число вакансий этого месяца, в требованиях которых указан навык s . Востребованность измеряется долей

$$p(s, t) = \frac{n(s, t)}{N(t)}, \quad (1)$$

а не абсолютной частотой: объём собираемых вакансий меняется от месяца к месяцу в разы, и абсолютные частоты отражают прежде всего интенсивность сбора. Вакансии дедулицируются по адресу объявления с сохранением первого появления.

Изменение процедуры сбора сдвигает долю (1) одновременно у значительной части навыков, тогда как рыночная динамика перераспределяет доли постепенно и разнонаправленно. Это различие положено в основу критерия. Для каждой пары смежных месяцев и каждого навыка панели проверяется значимость изменения доли по двухвыборочному z -критерию

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)}}, \quad \bar{p} = \frac{n_1 + n_2}{N_1 + N_2}, \quad (2)$$

где индексы 1 и 2 относятся к смежным месяцам. О разрыве судят по доле навыков, изменение у которых значимо при $\alpha = 0,01$. Порог, отделяющий разрывы от обычных переходов, не назначается вручную: наблюдаемые доли упорядочиваются, и порогом берётся среднее геометрическое соседней пары

значений с наибольшим относительным зазором. Разбиение поэтому воспроизводимо.

Дальнейший анализ идёт только внутри однородных сегментов: ряд, проложенный через разрыв, измерял бы смену процедуры сбора, а не рынок.

Наблюдаемые колебания доли складываются из динамики и случайности месячной выборки. Доля оценивается по $n(s, t)$ успехам в $N(t)$ испытаниях, поэтому дисперсия оценки равна $p(1 - p)/N(t)$. Доля вариации ряда, объяснимая шумом оценивания, определяется как

$$\rho(s) = \frac{\overline{p(s, t) (1 - p(s, t)) / N(t)}}{\text{Var}_t p(s, t)}. \quad (3)$$

Величина $\rho(s)$ используется как критерий пригодности навыка к прогнозированию: при $\rho \rightarrow 1$ наблюдаемые колебания ряда неотличимы от случайности выборки, и прогнозировать в нём нечего.

Третья процедура отвечает на то, к чему панельный критерий слеп по построению. Он сравнивает соседние месяцы и обнаруживает скачкообразную смену режима, но постепенный дрейф предметного состава корпуса, растянутый на несколько месяцев, для него невидим. Дрейф при этом не диагностируется, а устраняется: доля навыка считается при фиксированном составе прямой помесечной стандартизацией

$$p_{\text{ст}}(s, t) = \sum_g w_g \frac{n(s, g, t)}{N(g, t)}, \quad (4)$$

где g – страта, $N(g, t)$ – число вакансий страты в месяце, w_g – средняя доля страты за окно, а страты, пустые в месяце, выпадают из суммы с перенормировкой весов. Существенно, по чему берутся страты. Пометка сборщика о поисковом запросе для этого непригодна: доля модального названия вакансии внутри такой пометки опускается до 6 %, а у двух групп из восьми модальным названием оказывается «руководитель отдела продаж». Страты берутся по классу нормализованного названия самой вакансии, то есть по признаку, не зависящему от того, как сборщик её нашёл. Сегментация выполняется после поправки: разрыв, который поправка снимает, был сменой состава; разрыв, который не снимает, есть граница однородного отрезка.

Экспериментальные результаты

Данные взяты из корпуса, который накапливает система мониторинга (её эксплуатационный контроль описан в [13]): 893 710 записей, из них 719 089 уникальны по адресу объявления. Дата первого появления вакансии у источника восстановлена для 809 183 записей, то есть для 90,5 % корпуса: у 8,2 % вакансия к моменту обращения уже была недоступна, у 1,2 % не удалось разобрать

идентификатор. В панель входят навыки, встречающиеся во все месяцы отрезка и набравшие в нём не менее 500 упоминаний.

Сначала сборщик сохранял только дату записи вакансии, а не дату публикации работодателем. Насколько велико расхождение, показала случайная выборка из 950 вакансий: интерфейс источника отдал 89,4 % записей, причём для старых вакансий не реже, чем для свежих. Поэтому дату удалось восстановить для всего корпуса.

Задержка между появлением вакансии и её записью сильно скошена вправо: медиана нулевая, 75-й процентиль 1 день, 95-й 28 дней, а среднее 6,4 дня. Месяц записи совпадает с месяцем появления у 88,1 % вакансий, сдвинут на месяц у 8,9 % и больше чем на месяц у 3,0 %.

По времени совпадение разложено крайне неравномерно (Таблица 1): в первые месяцы наблюдения 52–64 %, начиная с июня 2025 г. уже 90–98 %, за единственным исключением ноября 2025 г. (75 %), на который приходится всплеск объёма сбора. Значит, поначалу сборщик выбирал накопленный архив источника, а не текущий поток вакансий, и только потом перешёл на сбор в темпе поступления. На этот же период приходятся все обнаруженные структурные разрывы: они порождены сменой не режима извлечения, а самого охвата по времени.

Таблица 1. Доля вакансий, у которых месяц записи совпадает с месяцем появления

Месяц записи	2025-02	2025-03	2025-04	2025-05	2025-06	2025-07	2025-08	2025-09	2025-10
Доля совпадения	0,52	0,64	0,53	0,56	0,96	0,91	0,97	0,96	0,97
Месяц записи	2025-11	2025-12	2026-01	2026-02	2026-03	2026-04	2026-05	2026-06	2026-07
Доля совпадения	0,75	0,93	0,98	0,98	0,98	0,96	0,96	0,92	0,91

Ограничение снято: ряд перестроен по восстановленной дате первого появления. Сравнение парное: один и тот же набор из 627 007 вакансий, одно окно, две датировки (Таблица 2). Само по себе исправление датировки задачу не решает, и это главный отрицательный результат работы: разрывов становится не меньше, а больше (три вместо двух), а наибольший однородный отрезок укорачивается с девяти месяцев до восьми. Передатировка снимает конкретный артефакт расписания обхода (в ноябре 2025 г. объём *сбора* подскочил с 29 538 до 49 882 вакансий, тогда как объём *публикаций* за те же месяцы сдвинулся лишь с 37 345 до 39 064), но одновременно обнажает разрывы, которые прежде были размазаны

задержкой записи. Пригодным ряд делает лишь третья процедура, поправка на предметный состав.

Таблица 2. Что даёт каждая из трёх процедур: один корпус, три способа построить ряд

Показатель	по дате записи	по дате появления	с поправкой на состав
Структурных разрывов	2	3	1
Наибольший однородный отрезок	9 мес.	8 мес.	17 мес.
Вакансий в отрезке	245 614	334 752	558 950
Навыков в панели отрезка	395	542	757
Медианная доля шума оценивания ρ	0,391	0,397	0,212
Навыков с сигналом выше шума	59,5 %	61,3 %	83,1 %

Критерий (2) на ряде по дате появления нашёл три структурных разрыва (Таблица 3); порог выбрался сам: 0,144 при наибольшем зазоре в упорядоченном наборе долей в 1,46 раза. Все три приходятся на начальный период, когда сборщик выгребал накопленный архив.

Обнаруженные разрывы имеют содержательное объяснение (Рисунок 1): на раннем этапе сборщик отслеживал единственную профессию и не сохранял тексты описаний вакансий. Отметим, что число профессий, отнесённое к месяцу публикации, почти постоянно (26–28) и потому индикатором не является: вакансии, опубликованные в начале периода, собирались позже, когда отслеживались уже все профессии.

Таблица 3. Панельный критерий до и после контроля целостности привязки навыков

Переход между месяцами	без контроля	с контролем	Вердикт
2025-02 → 2025-03	0,978	0,059	не разрыв
2025-03 → 2025-04	0,577	0,071	не разрыв
2025-04 → 2025-05	0,990	0,061	не разрыв
2025-09 → 2025-10	0,044	0,173	разрыв
2025-10 → 2025-11	0,090	0,283	разрыв
2026-06 → 2026-07	–	0,224	разрыв
остальные переходы	0,017...0,121	0,016...0,121	однородно

Отдельно установлен дефект привязки данных: в феврале–апреле 2025 г. навыки нескольких вакансий записывались на одну, вследствие чего медианное число различных навыков на вакансию достигало 132 при 6 в мае и максимуме 773,

тогда как поле источника, из которого они извлекаются, такого количества не вмещает. Доля вакансий более чем с сорока навыками составляла в эти месяцы 2–16 % против 0,1 % в мае и нуля в дальнейшем; порог отсечения применён единообразно ко всему ряду.

Третий столбец Таблицы 2 совмещает обе процедуры: ряд там построен по дате появления *и* со стандартизацией по составу, поэтому измерен вклад поправки поверх передатировки, а не поправки вместо неё. Именно такой порядок и предлагается, поскольку по отдельности передатировка отрезка не удлиняет. Тем самым непрерывный ряд за весь период наблюдения корректным прокси рыночного спроса не является. Наибольший однородный отрезок составил **17 месяцев** (февраль 2025 г. – июнь 2026 г., 757 навыков в панели, 558 950 вакансий). Прочих отрезков длиной не менее трёх месяцев не образуется: все разрывы сосредоточены в начале периода наблюдения, и после них ряд однороден до конца.

Отдельно проверено, устойчив ли сам критерий к объёму выборки, и обнаружено, что он чувствителен к нему с обеих сторон. Сверху: критерий опирается на значимость скачка доли, а значимость растёт с числом наблюдений, поэтому на синтетическом корпусе *без* разрывов их находится от нуля при 500 вакансиях в месяц до тринадцати при 40 000. Снизу: на синтетических панелях с заданным разрывом при месячной выборке не более 200 вакансий разрыв кратности 1,6 неотличим от шума ни при каком пороге, поскольку доли значимых расхождений на панелях с разрывом и без него перекрываются. Критерий поэтому применим в диапазоне примерно от 500 вакансий в месяц, а ниже этой границы отсутствие обнаруженных разрывов следует приводить как неразрешимый результат, а не как отрицательный.

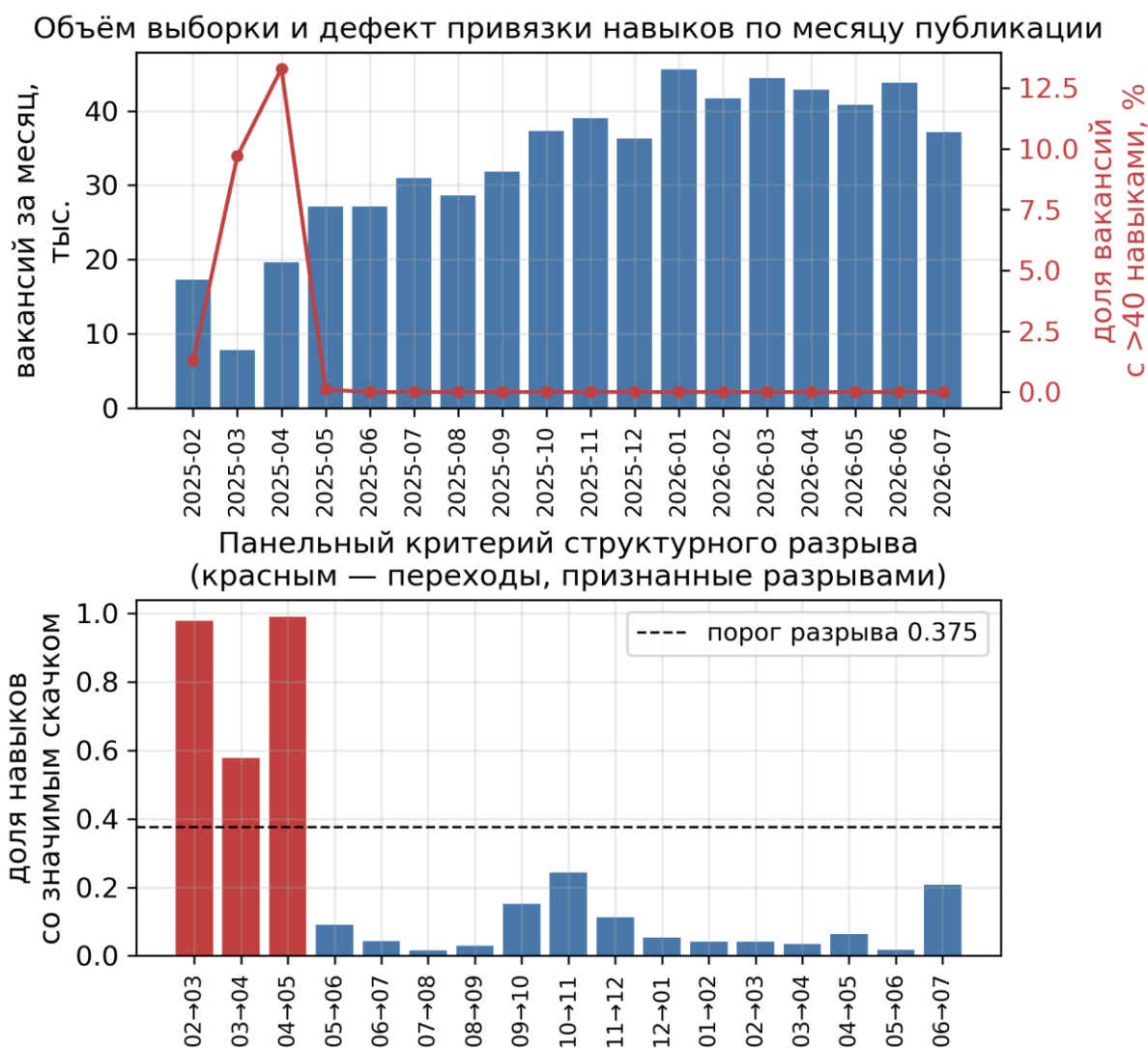


Рисунок 1. Объём выборки по месяцу публикации, доля вакансий с неправдоподобным числом навыков и результаты панельного критерия структурного разрыва

Исправленный вариант, сравнивающий скачок с полной нулевой изменчивостью $1/N_1 + 1/N_2 + (\sigma\sqrt{p/(1-p)})^2$, где рыночная составляющая с ростом выборки не убывает, выделяет в ряду два разрыва вместо трёх. Надёжно установлено лишь то, что разрывов меньше четырёх и все они приходятся на начало наблюдения: точное число зависит от выбора критерия и не выходит за пределы его разрешающей способности.

Разложение вариации (3) показывает, где именно теряется пригодность ряда (Рисунок 2). На сырых рядах медианная доля шума оценивания составляет 0,397 при датировке по дате появления и 0,391 при датировке по дате записи: сама по себе передатировка эту долю не меняет. После поправки на состав она падает до 0,212, а доля навыков, у которых содержательная динамика превышает шум оценивания,

растёт с 61,3 до 83,1 %. Причина в том, что колебания доли, порождённые сменой состава собираемых вакансий, входят в вариацию ряда наравне с рыночными и учитываются как динамика, хотя динамикой рынка не являются.

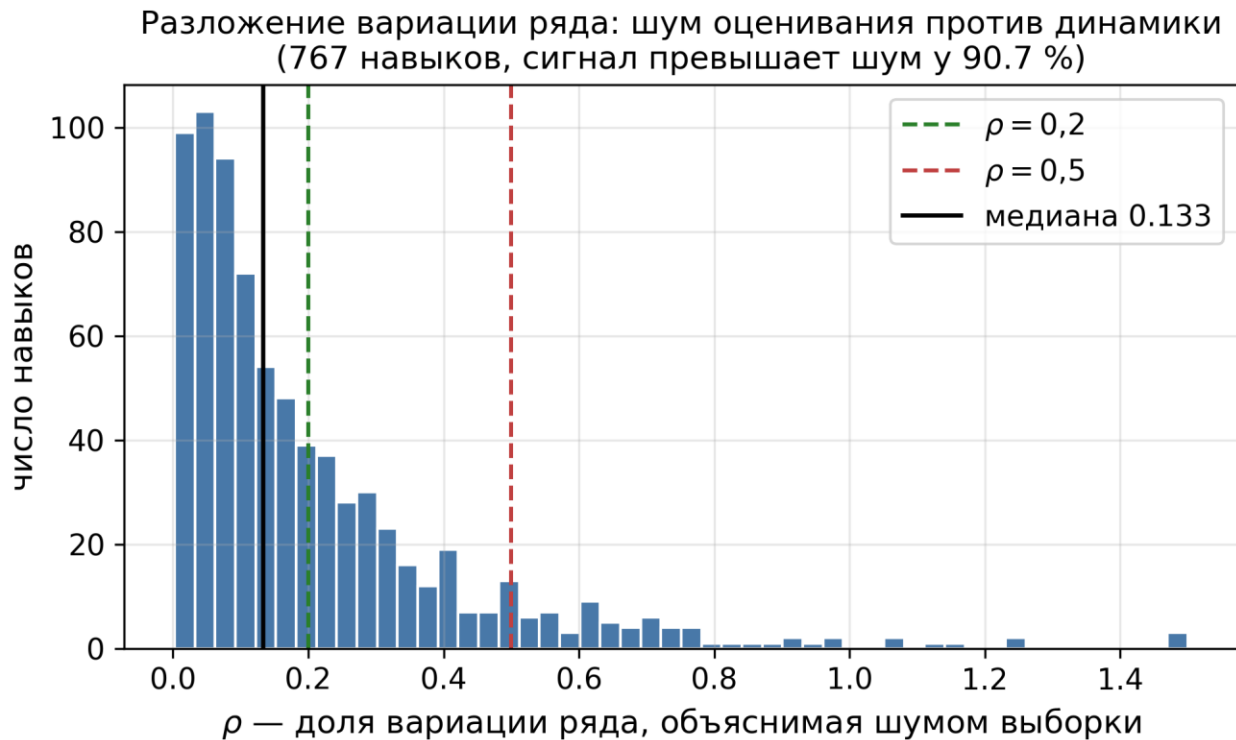


Рисунок 2. Распределение доли вариации ряда, объяснимой шумом оценивания

Внутри формально однородного отрезка обнаружен эффект, которого панельный критерий не улавливает по построению. Ранги долей наиболее частотных навыков осенью 2025 г. переставляются согласованно: управленческие навыки поднимаются, технологические опускаются. Измерение показывает, что это смена состава собираемых вакансий, а не рынка: доли двух предметных корзин расходятся в противоположных направлениях вслед за составом поисковых запросов сборщика (Рисунок 3, Таблица 4).

Сдвиг затрагивает предметные группы целиком, а не отдельные навыки. По сопоставлению первых пяти месяцев отрезка с последними пятью наибольший прирост доли получили «управление командой» (+4,87 процентного пункта), «организаторские навыки» (+4,31) и «руководство коллективом» (+4,02), а наибольшее снижение получили javascript (−1,91), sql (−1,87) и git (−1,70).

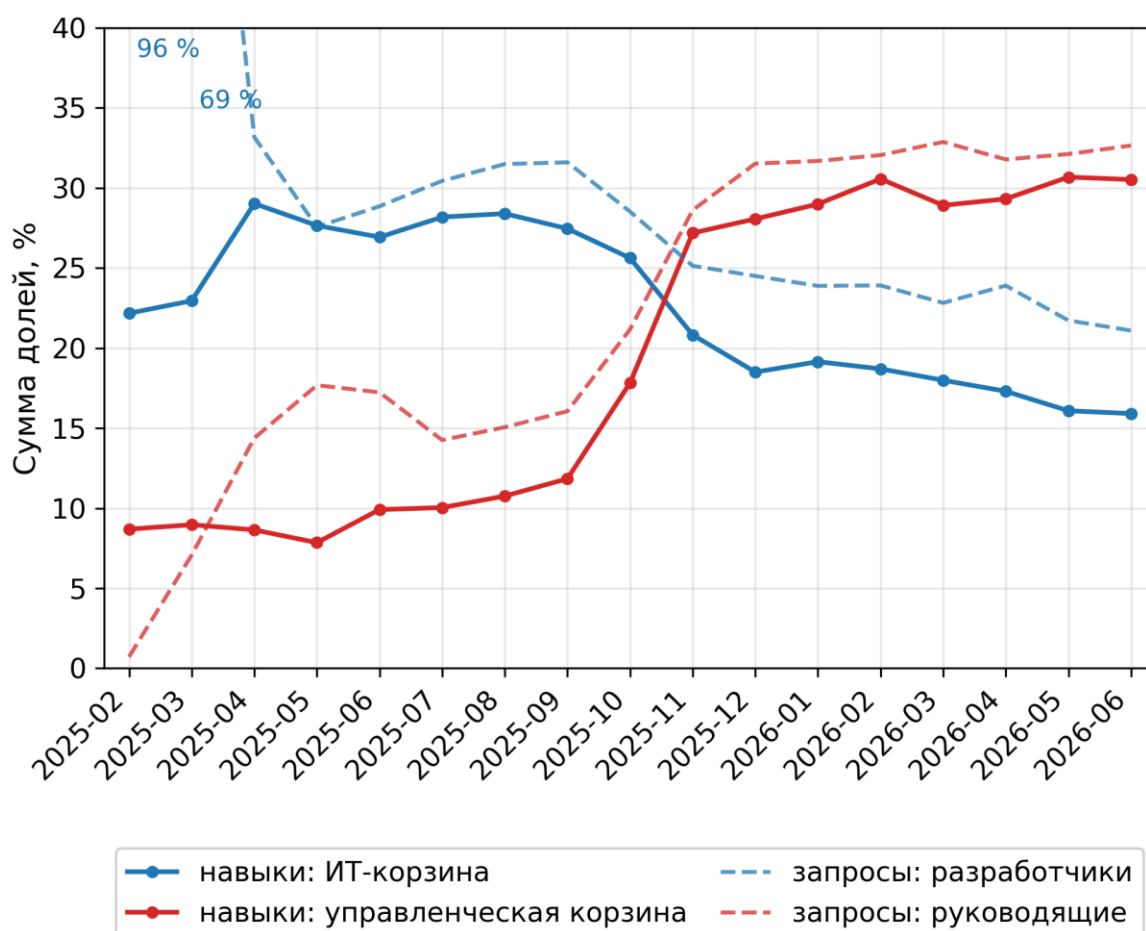


Рисунок 3. Суммарные доли предметных корзин навыков и доли поисковых запросов сборщика внутри однородного отрезка 2025-02...2026-06. Ось ординат обрезана на 40 %: в феврале и марте 2025 г. доля запросов на разработку составляла 96 и 69 %, эти значения подписаны

Таблица 4. Дрейф состава корпуса внутри однородного отрезка

Показатель	2025-05	2025-09	2026-01	2026-06
Корзина ИТ-навыков (sql, git, python, javascript, postgresql, linux, docker, java), %	27,7	27,5	19,1	15,9
Корзина управленческих навыков (управление командой, организаторские навыки, руководство коллективом и др.), %	7,8	11,8	29,0	30,5
Доля запросов сборщика руководящего профиля, %	17,7	16,1	31,7	32,7
Доля запросов сборщика на разработку и тестирование, %	27,6	31,6	23,9	21,1

Одновременное падение всех технологических навыков при одновременном росте всех управленческих объясняется составом поисковых запросов сборщика: доля запросов руководящего профиля выросла с 13,1 до 32,3 %, доля запросов на разработку снизилась с 44,3 до 22,7 %, а отдельные запросы изменились кратно («руководитель разработки» с 4,3 до 16,1 %, «frontend разработчик» с 3,9 до 0,6 %). Связь с долями навыков близка к функциональной: по четырнадцати месяцам, начиная с мая 2025 г., когда сборщик уже обходил все профессии, коэффициент корреляции Пирсона равен +0,982 между долей руководящих запросов и суммарной долей управленческой корзины, +0,960 между долей запросов на разработку и суммарной долей ИТ-корзины и –0,982 между долей руководящих запросов и долей ИТ-навыков. По всем семнадцати месяцам первая и третья связи сохраняются (+0,930 и –0,720), а вторая ослабевает до +0,175: в феврале и марте 2025 г. на один запрос приходилось от 69 до 96 % выборки, и доля запросов там состава корпуса не описывает.

Панельный критерий этого сдвига не обнаруживает по построению: он сравнивает соседние месяцы, тогда как сдвиг растянут на несколько. Поправка на состав решает задачу прямо. Доля дисперсии панели логитов, лежащая в подпространстве факторов состава, составляет $R^2 = 0,703$ при медиане суррогатов 0,514 и $p = 0,006$: дрейф состава установлен как факт, а не как предположение. После помесечной стандартизации по классам названий вакансий разрыв 2025-10 → 2025-11 исчезает по обоим критериям, а разрыв 2026-06 → 2026-07 остаётся даже при 249 стратах пересечения «запрос × класс»: внутри одного класса и внутри тех же запросов конструкторские навыки падают вдвое, а монтажно-телекоммуникационные вдвое растут. Первый разрыв, таким образом, был сменой состава сбора, а второй сменой содержания рынка, и различить их удаётся только поправкой.

Обсуждение и выводы

Три процедуры проверки, предложенные в работе, отвечают на разные вопросы и не заменяют друг друга. Панельный критерий отвечает, менялся ли режим сбора скачкообразно; разложение вариации показывает, какая часть наблюдаемых колебаний вообще может нести содержательную информацию; контроль корзин показывает, не сместился ли предметный состав корпуса постепенно. Ряд, прошедший все три, пригоден к дальнейшему анализу; ряд, не прошедший хотя бы одну, содержит артефакты, неотличимые от рыночной динамики средствами последующих моделей.

Практическое следствие для систем рассматриваемого класса состоит в том, что датировка данных не является техническим вопросом. Дата записи вакансии сборщиком и дата её появления у источника у большинства вакансий совпадают, но распределение задержки скошено вправо: 95-й перцентиль составляет 28 дней. Этого достаточно, чтобы расписание обхода превратилось в наблюдаемый

«структурный сдвиг рынка»: в ноябре 2025 г. объём сбора подскочил с 29 538 до 49 882 вакансий, тогда как число публикаций за те же месяцы изменилось с 37 345 до 39 064. Восстановление даты появления осуществимо и для уже накопленного корпуса: интерфейс источника отдал её для 89,4 % сохранённых идентификаторов независимо от возраста вакансии.

Ограничения работы следующие. Записи без восстановленной даты (9,5 % корпуса) исключены, а смещение от такого исключения не измерено, хотя доступность даты не убывает с возрастом вакансии. Границы применимости панельного критерия установлены на синтетических панелях с одним заданным разрывом; поведение критерия при нескольких близко расположенных разрывах не проверялось. Состав предметных корзин задан вручную; выбор корзин влияет на чувствительность контроля дрейфа, и автоматическое их построение составляет предмет отдельной работы. Наконец, все проверки выполнены на данных одного источника и одного сегмента рынка труда, поэтому конкретные пороги переносить на другие корпуса без повторной калибровки нельзя, тогда как сами процедуры переносятся.

Результаты означают, что оценка перспективности технологий в системах поддержки принятия решений в образовании должна начинаться не с выбора прогнозной модели, а с проверки исходного ряда. Разрывы, обнаруженные в исследованном корпусе, затрагивали до 100 % навыков панели, а дрейф состава изменил суммарную долю управленческой корзины в 3,9 раза, а ИТ-корзины в 1,8 раза за семнадцать месяцев. Ни одно из этих изменений не является рыночным событием, и любая модель, обученная на таком ряду, воспроизведёт их как сигнал.

Список использованных источников и литературы

1. Затонский А. В., Шаклеина П. А., Красовский Р. В. Современные методы сбора и анализа требований работодателей для подготовки ИТ-специалистов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2025. Т. 25, № 1. С. 69–82. DOI: [10.14529/ctcr250106](https://doi.org/10.14529/ctcr250106).
2. Яруллин Д. В. Информационная система оценки соответствия образовательных программ требованиям рынка труда на основе нечетких множеств и денотатного анализа: дис. ... канд. техн. наук. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2024. 180 с.
3. Senger E. и др. Deep Learning-based Computational Job Market Analysis: A Survey on Skill Extraction and Classification from Job Postings // Proceedings of the First Workshop on Natural Language Processing for Human Resources (NLP4HR 2024). 2024. С. 1–15. DOI: [10.18653/v1/2024.nlp4hr-1.1](https://doi.org/10.18653/v1/2024.nlp4hr-1.1).
4. Colombo E., Marcato A. Skill demand and labour market concentration: evidence from Italian vacancies // International Journal of Manpower. 2023. Т. 44, № 9. С. 156–198. DOI: [10.1108/IJM-04-2023-0181](https://doi.org/10.1108/IJM-04-2023-0181).

5. Ojan M.-P., Lara-Navarra P., Sanz-Martos S. Bridging Communication Studies and Employability: ESCO-Based Curriculum Mapping and Job-Vacancy Skill Signals // Education Sciences. 2026. Т. 16, № 4. С. 606. DOI: [10.3390/educsci16040606](https://doi.org/10.3390/educsci16040606).

6. Alibasic A. и др. Evaluation of the trends in jobs and skill-sets using data analytics: a case study // Journal of Big Data. 2022. Т. 9, № 1. С. 32. DOI: [10.1186/s40537-022-00576-5](https://doi.org/10.1186/s40537-022-00576-5).

7. Garcia de Macedo M. M. и др. Practical Skills Demand Forecasting via Representation Learning of Temporal Dynamics // Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society (AIES '22). New York: ACM, 2022. С. 285–294. DOI: [10.1145/3514094.3534183](https://doi.org/10.1145/3514094.3534183).

8. Красовский Р. В. Предиктивная аналитика ИТ-компетенций: выявление «восходящих звезд» и категоризация трендов рынка труда на основе 400 000 вакансий // Молодежная наука в развитии регионов: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых (Березники, 22 апреля 2026 г.). Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2026. С. 204–211.

9. Ditzen J., Karavias Y., Westerlund J. Testing and estimating structural breaks in time series and panel data in Stata // The Stata Journal. 2025. Т. 25, № 3. С. 526–560. DOI: [10.1177/1536867X251365449](https://doi.org/10.1177/1536867X251365449).

10. Затонский А. В., Янченко Т. В. Метод управления развитием социального ресурса региона на основе регрессионно-дифференциального моделирования // Управление большими системами: сборник трудов. 2015. № 54. С. 86–113.

11. Затонский А. В., Сиротина Н. А., Янченко Т. В. Об аппроксимации факторов дифференциальной модели социально-экономической системы // Современные исследования социальных проблем. 2012. № 11. С. 6.

12. Тугашова Л. Г., Затонский А. В. Моделирование и прогнозирование производства нефтепродуктов с учетом сезонности на основе авторегрессионных моделей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331, № 5. С. 109–119.

13. Красовский Р. В. Применение бота в мессенджере для обеспечения наблюдаемости, надежности и управляемости системы анализа компетенций // Материалы XVII Международной интернет-конференции молодых ученых, аспирантов, студентов. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2026. С. 145–148.

List of references

1. Zatonsky A.V., Shakleina P.A., Krasovsky R.V. Modern methods of collecting and analyzing employer requirements for training IT specialists. Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radioelectronics. 2025. Vol. 25, No. 1. Pp. 69–82. DOI: [10.14529/ctcr250106](https://doi.org/10.14529/ctcr250106).

2. Yarullin D.V. Information system for assessing the compliance of educational programs with labor market requirements based on fuzzy sets and denotative analysis:

Cand. Tech. Sci. dissertation. Perm: Perm National Research Polytechnic University, 2024. 180 p.

3. Senger E. et al. Deep Learning-based Computational Job Market Analysis: A Survey on Skill Extraction and Classification from Job Postings. *Proceedings of the First Workshop on Natural Language Processing for Human Resources (NLP4HR 2024)*. 2024. Pp. 1–15. DOI: 10.18653/v1/2024.nlp4hr-1.1.

4. Colombo E., Marcato A. Skill demand and labour market concentration: evidence from Italian vacancies. *International Journal of Manpower*. 2023. Vol. 44, No. 9. Pp. 156–198. DOI: 10.1108/IJM-04-2023-0181.

5. Ojan M.-P., Lara-Navarra P., Sanz-Martos S. Bridging Communication Studies and Employability: ESCO-Based Curriculum Mapping and Job-Vacancy Skill Signals. *Education Sciences*. 2026. Vol. 16, No. 4. Pp. 606. DOI: 10.3390/educsci16040606.

6. Alibasic A. et al. Evaluation of the trends in jobs and skill-sets using data analytics: a case study. *Journal of Big Data*. 2022. Vol. 9, No. 1. Pp. 32. DOI: 10.1186/s40537-022-00576-5.

7. Garcia de Macedo M.M. et al. Practical Skills Demand Forecasting via Representation Learning of Temporal Dynamics. *Proceedings of the 2022 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society (AIES '22)*. New York: ACM, 2022. Pp. 285–294. DOI: 10.1145/3514094.3534183.

8. Krasovsky R.V. Predictive analytics of IT competencies: identifying "rising stars" and categorizing labor market trends based on 400,000 vacancies. *Youth Science in the Development of Regions: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists (Berezniki, April 22, 2026)*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publishing House, 2026. Pp. 204–211.

9. Ditzen J., Karavias Y., Westerlund J. Testing and estimating structural breaks in time series and panel data in Stata. *The Stata Journal*. 2025. Vol. 25, No. 3. Pp. 526–560. DOI: 10.1177/1536867X251365449.

10. Zatonsky A.V., Yanchenko T.V. Method of managing the development of the social resource of a region based on regression-differential modeling. *Large-Scale Systems Control: Collected Papers*. 2015. No. 54. Pp. 86–113.

11. Zatonsky A.V., Sirotina N.A., Yanchenko T.V. On the approximation of factors of a differential model of a socio-economic system. *Modern Studies of Social Problems*. 2012. No. 11. Pp. 6.

12. Tugashova L.G., Zatonsky A.V. Modeling and forecasting of petroleum product production taking into account seasonality based on autoregressive models. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of Geo-Resources*. 2020. Vol. 331, No. 5. Pp. 109–119.

13. Krasovsky R.V. Application of a messenger bot to ensure observability, reliability and manageability of a competency analysis system. *Proceedings of the XVII International Internet Conference of Young Scientists, Postgraduates, and Students*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publishing House, 2026. Pp. 145–148.

БАКУНИНА Н. С.
КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ
ОБРАБОТКИ ОБРАЩЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЛУЖБЕ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

УДК 004.89, ГРНТИ 28.23.29

Статья поступила в редакцию 20.06.2026

Концептуальная модель многоагентной
системы обработки обращений
пользователей в службе технической
поддержки

Conceptual model of a multi-agent
system for processing user requests in
technical support

Н. С. Бакунина

N. S. Bakunina

Российский технологический университет
(МИРЭА), г. Москва

Russian Technological University
(MIREA), Moscow

В статье рассматривается концептуальная модель многоагентной системы обработки обращений пользователей в службе технической поддержки. Предложенная модель описывает распределение функций между специализированными агентами, базой знаний, журналом обращений, блоком контроля качества и специалистом технической поддержки. Особое внимание уделено анализу обращений, поиску релевантных решений, формированию ответов, контролю уверенности и эскалации сложных случаев. Модель ориентирована на повышение управляемости и качества обработки пользовательских запросов без описания конкретной программной реализации.

The article considers a conceptual model of a multi-agent system for processing user requests in a technical support service. The proposed model describes the distribution of functions between specialized agents, a knowledge base, a request log, a quality control unit, and a technical support specialist. Special attention is paid to request analysis, relevant solution retrieval, response generation, confidence control, and escalation of complex cases. The model is aimed at improving the manageability and quality of user request processing without describing a specific software implementation.

Ключевые слова: обработка пользовательских обращений, многоагентная система, служба технической поддержки, интеллектуальная система, обработка заявок

Keywords: user request processing, multi-agent system, technical support service, intelligent system, ticket processing

Введение

Современные службы технической поддержки работают в условиях постоянного увеличения количества пользовательских обращений, усложнения информационных систем и роста требований к скорости реакции. Пользователи направляют запросы через разные каналы коммуникации: чат, электронную почту, веб-формы и тикет-системы. При этом обращения могут существенно различаться по содержанию: от простых типовых вопросов до сложных инцидентов, требующих анализа контекста и участия специалиста.

Традиционная организация технической поддержки часто строится вокруг регистрации заявок, их распределения между исполнителями и контроля статуса выполнения. Однако при большом потоке однотипных обращений такой подход приводит к повышенной нагрузке на специалистов и увеличению времени ожидания ответа. В научных работах, посвященных службам поддержки пользователей, подчеркивается необходимость информационного сопровождения заявок, хранения сведений о них и контроля процесса обработки [2, 3].

Одним из перспективных подходов к развитию таких систем является использование многоагентной модели. В многоагентных системах сложная задача решается за счет взаимодействия нескольких автономных компонентов, каждый из которых выполняет определенную роль [1]. Для службы технической поддержки такой подход позволяет разделить процесс обработки обращения на несколько этапов: проверку входящего сообщения, анализ содержания, поиск решения, формирование ответа, контроль уверенности, проверку качества и эскалацию сложных случаев.

Целью данной статьи является описание концептуальной модели многоагентной системы обработки обращений пользователей в службе технической поддержки.

Актуальность многоагентного подхода в технической поддержке

Служба технической поддержки является важным элементом управления ИТ-сервисами, поскольку через нее осуществляется взаимодействие пользователей с организацией при возникновении технических проблем, запросов на консультацию или необходимости сопровождения информационных систем. Качество работы службы поддержки напрямую влияет на удовлетворенность пользователей, устойчивость бизнес-процессов и эффективность эксплуатации цифровой инфраструктуры.

В исследованиях, посвященных информационным системам поддержки пользователей, отмечается, что такие системы должны обеспечивать регистрацию обращений, хранение данных о заявках, сопровождение их обработки и анализ результатов [2]. Вместе с тем по мере роста количества обращений простого учета заявок становится недостаточно. Возникает необходимость в предварительной

классификации запросов, поиске повторяющихся проблем, использовании типовых решений и автоматизации части коммуникации с пользователем.

Многоагентный подход позволяет представить службу обработки обращений как совокупность специализированных компонентов. Каждый агент решает ограниченную задачу, а общий результат достигается за счет их последовательного и согласованного взаимодействия. Подобный принцип соответствует общей логике многоагентных систем, где взаимодействие автономных агентов используется для решения комплексных задач [1].

Кроме того, многоагентная архитектура позволяет встроить в процесс обработки не только функциональные компоненты, но и механизмы контроля качества (Рисунок 1). Это отличает предлагаемую модель от простой автоматизации ответов: система не только ищет решение, но и проверяет корректность входящего обращения, оценивает уверенность в найденном решении, контролирует безопасность исходящего ответа и при необходимости передает обращение специалисту. Вопросы качества службы поддержки и управления ИТ-услугами рассматриваются как значимый фактор эффективности сервис-деск процессов [6].

Общая структура концептуальной модели

Концептуальная модель включает несколько взаимосвязанных элементов: пользователя, каналы обращения, модуль приема и регистрации обращения, журнал обращений, многоагентную систему обработки обращений, многоагентный блок контроля качества и безопасности, базу знаний, специалиста технической поддержки и модуль сбора обратной связи.

Пользователь выступает источником обращения. Он может направить запрос через чат, электронную почту, веб-форму или тикет-систему. Независимо от канала поступления сообщение должно быть принято, зарегистрировано и приведено к единой логике обработки. Это позволяет системе работать с обращениями в стандартизированном виде и снижает зависимость процесса от конкретного способа коммуникации.

Модуль приема и регистрации обращения фиксирует поступивший запрос, сохраняет его основные атрибуты и передает информацию в журнал обращений. Журнал обращений выполняет не только учетную, но и аналитическую функцию. Он позволяет хранить историю взаимодействия с пользователем, отслеживать повторяющиеся проблемы, анализировать результаты обработки и использовать накопленный опыт при решении новых заявок. Необходимость систематизации данных о заявках и сопровождения их жизненного цикла отмечается в работах, посвященных автоматизации службы технической поддержки [3], [4].

После регистрации обращение проходит через многоагентный блок контроля качества и безопасности, а затем поступает в многоагентную систему обработки.

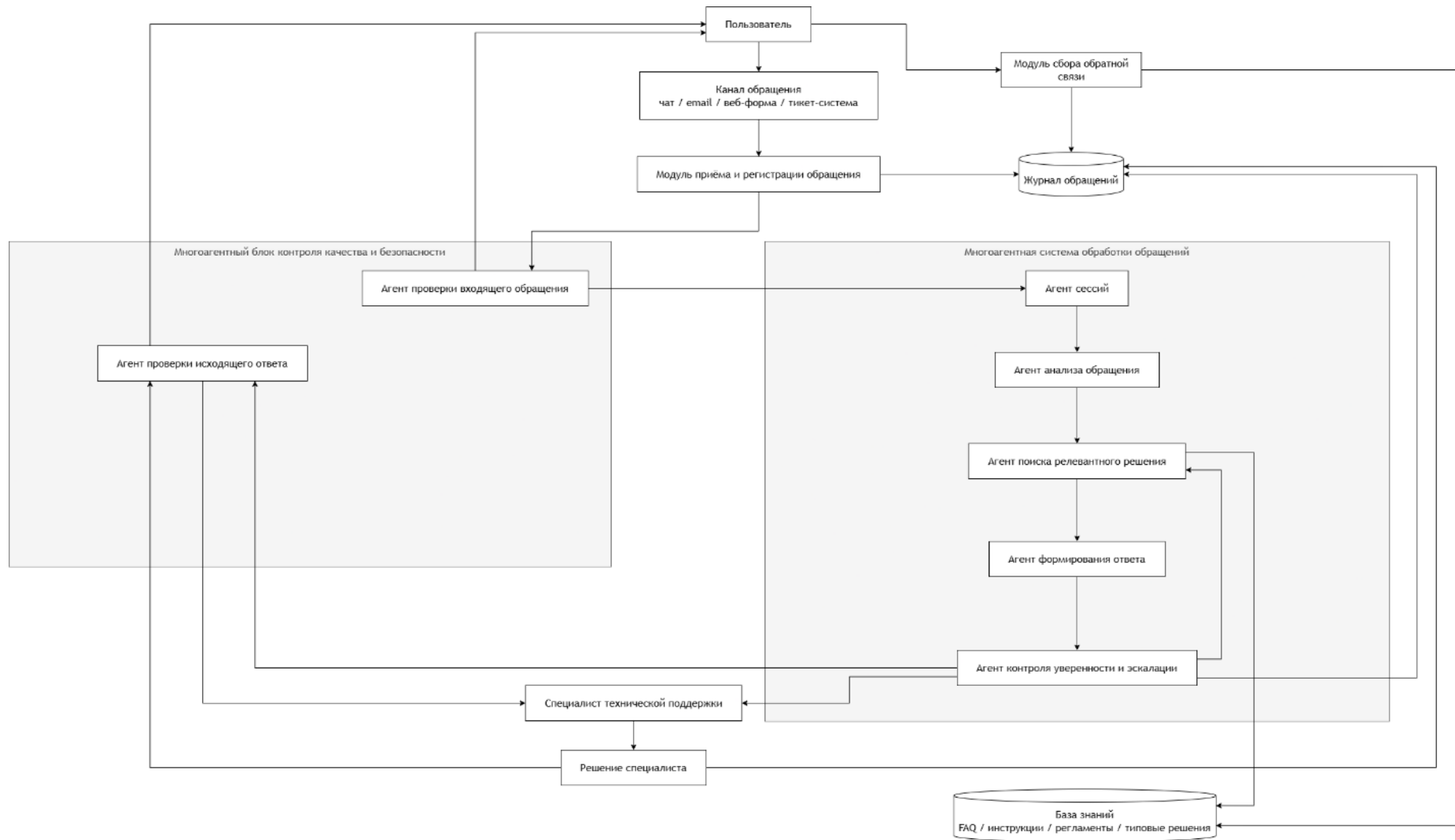


Рисунок 1. Концептуальная архитектура многоагентной системы обработки обращений пользователей в службе технической поддержки

Такая последовательность важна, поскольку качество входных данных определяет точность дальнейшего анализа. Если сообщение содержит недостаточно информации, потенциально опасные инструкции, конфиденциальные сведения или признаки некорректного запроса, это должно быть выявлено до этапа формирования ответа.

Функциональные роли агентов обработки обращений

Внутри многоагентной системы обработки обращений выделяется несколько специализированных агентов. Первым из них является агент сессий. Его задача заключается в сохранении контекста взаимодействия пользователя с системой. На практике пользователь не всегда описывает проблему полностью в первом сообщении. Он может постепенно уточнять сведения, добавлять детали, отвечать на вопросы или сообщать о результатах выполненных действий. Поэтому обработка обращения должна учитывать не только отдельное сообщение, но и историю диалога.

Агент анализа обращения определяет содержание пользовательского запроса, его категорию, предполагаемую причину проблемы, срочность и необходимость уточнения данных. Например, обращение может относиться к восстановлению доступа, настройке оборудования, ошибке программного обеспечения, консультационному вопросу или инциденту информационной безопасности. Результаты анализа используются для выбора дальнейшего маршрута обработки.

Агент поиска релевантного решения обращается к базе знаний и подбирает материалы, которые соответствуют выявленной категории обращения. В качестве таких материалов могут выступать инструкции, регламенты, ответы на часто задаваемые вопросы, шаблоны решений и сведения о ранее закрытых заявках. Использование накопленных данных и ранее обработанных обращений является важным элементом информационного сопровождения службы технической поддержки [3].

Агент формирования ответа преобразует найденное решение в сообщение, понятное пользователю. Его задача состоит не в механическом копировании текста из базы знаний, а в адаптации материала к конкретной ситуации. Ответ должен быть последовательным, корректным, вежливым и практически применимым. Например, при обращении по поводу невозможности входа в систему пользователь должен получить не общий текст о проблемах авторизации, а конкретные шаги восстановления доступа и указание на дальнейшие действия при сохранении ошибки.

Отдельную роль выполняет агент контроля уверенности и эскалации. Он оценивает, достаточно ли данных для автоматического ответа, насколько найденное решение соответствует обращению и можно ли направить ответ пользователю без участия специалиста. Если уверенность низкая, обращение передается специалисту технической поддержки. Такой подход согласуется с идеей распределения ролей между агентами и координации их действий при решении сложной задачи [1].

Контур качества и безопасности

Одной из особенностей предложенной модели является наличие отдельного многоагентного блока контроля качества и безопасности. Он не ограничивается финальной проверкой ответа, а участвует в процессе на нескольких этапах. Это важно, поскольку ошибки могут возникать как на входе, так и на выходе системы.

Агент проверки входящего обращения выполняет первичный анализ пользовательского сообщения. Он может выявлять неполные данные, некорректные формулировки, избыточные персональные сведения, потенциально опасные инструкции или признаки нарушения внутренних регламентов. При необходимости такое обращение может быть направлено на уточнение или передано специалисту.

Агент проверки исходящего ответа выполняет финальный контроль перед отправкой сообщения пользователю. Он должен оценить, не содержит ли ответ неточных, противоречивых, небезопасных или не соответствующих регламенту рекомендаций. Для технической поддержки это имеет особое значение, поскольку неправильная инструкция может привести к повторному обращению, потере данных, нарушению доступа или ухудшению пользовательского опыта. Значимость контроля качества в службах поддержки пользователей рассматривается в исследованиях по менеджменту качества ИТ-услуг [6].

Таким образом, контур качества и безопасности выполняет роль защитного механизма, который не позволяет системе автоматически отправлять сомнительные или недостаточно обоснованные ответы. Это особенно важно при использовании интеллектуальных средств обработки текста, где всегда существует риск неверной интерпретации пользовательского запроса.

Роль базы знаний и журнала обращений

База знаний является центральным информационным ресурсом концептуальной модели. Она содержит инструкции, регламенты, типовые решения, справочные материалы и ответы на часто задаваемые вопросы. В системах технической поддержки база знаний позволяет не только ускорить обработку повторяющихся обращений, но и повысить согласованность ответов, поскольку разные пользователи получают рекомендации, основанные на одних и тех же проверенных материалах.

Журнал обращений дополняет базу знаний, фиксируя историю поступивших запросов, принятых решений, результатов эскалации и обратной связи пользователей. В работах, посвященных сопровождению заявок службы технической поддержки, подчеркивается важность структурированного хранения данных о заявках и процессе их обработки [3]. В рассматриваемой модели журнал обращений используется не только для учета, но и для последующего анализа качества работы системы.

Связь между журналом обращений и базой знаний создает контур накопления опыта. Если специалист технической поддержки решает сложный или ранее не встречавшийся случай, результат может быть сохранен и в

дальнейшем использован при обработке аналогичных обращений. Это позволяет постепенно расширять базу типовых решений и снижать количество ситуаций, требующих ручной обработки.

Участие специалиста технической поддержки

Предложенная модель не предполагает исключения человека из процесса обработки обращений. Напротив, специалист технической поддержки остается важным элементом системы. Его участие необходимо в сложных, нестандартных, критичных и неоднозначных случаях, когда автоматическая обработка не обеспечивает достаточной уверенности в результате.

Специалист может получать обращение вместе с результатами предварительного анализа: категорией проблемы, найденными материалами базы знаний, историей сессии и предполагаемыми вариантами решения. Это позволяет сократить время ручного анализа и сосредоточиться на принятии итогового решения. После завершения обработки решение специалиста может быть сохранено в журнале обращений и использовано для обновления базы знаний.

Такой подход обеспечивает баланс между автоматизацией и экспертной ответственностью. Типовые операции могут выполняться агентами, а сложные случаи передаются человеку. В результате снижается нагрузка на службу поддержки, но сохраняется возможность качественной обработки нестандартных обращений. Подобная логика соответствует практике проектирования систем приема и сопровождения заявок, где автоматизация рассматривается как средство повышения эффективности работы службы поддержки, а не как полная замена специалиста [4].

Обратная связь и развитие модели

Модуль сбора обратной связи завершает цикл обработки обращения. После получения ответа пользователь может оценить его полезность, подтвердить решение проблемы или сообщить, что предложенная рекомендация не помогла. Эти данные поступают в журнал обращений и могут использоваться для анализа эффективности модели.

Обратная связь позволяет выявлять слабые места базы знаний, неточности в классификации обращений, ошибки формирования ответов и случаи преждевременной автоматической обработки. Если пользователь сообщает, что проблема сохраняется, обращение может быть возвращено на повторную обработку или передано специалисту технической поддержки.

Развитие интеллектуальных средств поддержки пользователей, включая чат-боты и автоматизированные инструменты информационной поддержки, показывает востребованность решений, способных обрабатывать типовые запросы и предоставлять пользователю релевантную информацию [5]. Однако в предлагаемой модели автоматический ответ является только одним из этапов, а не единственной функцией системы.

Заключение

В статье была рассмотрена концептуальная модель многоагентной системы обработки обращений пользователей в службе технической поддержки. Предложенная модель описывает взаимодействие пользователя, каналов обращения, модуля регистрации, журнала обращений, базы знаний, специализированных агентов, блока контроля качества, специалиста технической поддержки и модуля обратной связи.

Основная идея модели заключается в распределении функций между несколькими агентами. Агент проверки входящего обращения оценивает качество и безопасность пользовательского сообщения, агент сессий сохраняет контекст взаимодействия, агент анализа определяет категорию и содержание проблемы, агент поиска решения обращается к базе знаний, агент формирования ответа подготавливает сообщение пользователю, а агент контроля уверенности и эскалации принимает решение о возможности автоматической обработки или необходимости передачи специалисту.

Особое значение имеет сохранение роли специалиста технической поддержки. Многоагентная система не должна полностью заменять человека, поскольку в нестандартных и критичных случаях требуется экспертная оценка. Вместе с тем агенты могут выполнять предварительную обработку обращений, снижать нагрузку на специалистов и ускорять решение типовых пользовательских запросов.

Таким образом, предложенная концептуальная модель может быть использована как основа для дальнейшего проектирования интеллектуальной сервис-деск системы. Она позволяет формализовать структуру обработки обращений, определить роли агентов, описать контуры контроля качества и наметить направления развития базы знаний и регламентов эскалации.

Список использованных источников и литературы

1. Никонов В.В., Факалы К.К. Многоагентные системы, алгоритмы взаимодействия агентов [Электронный ресурс]: КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoagentnye-sistemy-algoritmy-vzaimodeystviya-agentov> (дата обращения: 11.06.2026).
2. Кураков Ю.И., Маслов В.В., Олейник П.П. Информационная система службы поддержки пользователей [Электронный ресурс]: КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-sluzhby-podderzhki-polzovateley> (дата обращения: 12.06.2026).
3. Гусарова Н.Ф., Иванов Р.В., Михайленко А.Е. Информационное сопровождение обработки заявок в службе технической поддержки [Электронный ресурс]: КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-soprovozhdenie-obrabotki-zayavok-v-sluzhbe-tehnicheskoy-podderzhki> (дата обращения: 12.06.2026).
4. Афонин Д.С., Астахова Т.Н., Романова А.А. Разработка информационной системы и приложения по приему и сопровождению заявок службы технической поддержки администрации [Электронный ресурс]:

КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-informatsionnoy-sistemy-i-prilozheniya-po-priemu-i-soprovozhdeniyu-zayavok-sluzhby-tehnicheskoy-podderzhki> (дата обращения: 10.06.2026).

5. Ношин А.А., Полевщиков И.С. Интеллектуальный чат-бот для информационной поддержки пользователей в автоматизированных системах образовательного назначения [Электронный ресурс]: КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnyy-chat-bot-dlya-informatsionnoy-podderzhki-polzovateley-v-avtomatizirovannyh-sistemah-obrazovatel'nogo-naznacheniya> (дата обращения: 10.06.2026).

6. Тушавин В.А. Менеджмент качества службы поддержки пользователей в области информационных технологий [Электронный ресурс]: КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/menedzhment-kachestva-sluzhby-podderzhki-polzovateley-v-oblasti-informatsionnyh-tehnologiy> (дата обращения: 14.06.2026).

List of references

1. Nikonov V.V., Fakaly K.K. Multi-agent systems, algorithms of agent interaction [Electronic resource]: CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoagentnye-sistemy-algoritmy-vzaimodeystviya-agentov> (accessed: 11.06.2026).

2. Kurakov Yu.I., Maslov V.V., Oleinik P.P. Information system of user support service [Electronic resource]: CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-sluzhby-podderzhki-polzovateley> (accessed: 12.06.2026).

3. Gusarova N.F., Ivanov R.V., Mikhailenko A.E. Information support for request processing in a technical support service [Electronic resource]: CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-soprovozhdenie-obrabotki-zayavok-v-sluzhbe-tehnicheskoy-podderzhki> (accessed: 12.06.2026).

4. Afonin D.S., Astakhova T.N., Romanova A.A. Development of an information system and application for receiving and supporting technical support service requests [Electronic resource]: CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-informatsionnoy-sistemy-i-prilozheniya-po-priemu-i-soprovozhdeniyu-zayavok-sluzhby-tehnicheskoy-podderzhki> (accessed: 10.06.2026).

5. Noshin A.A., Polevshchikov I.S. Intelligent chatbot for user information support in automated educational systems [Electronic resource]: CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnyy-chat-bot-dlya-informatsionnoy-podderzhki-polzovateley-v-avtomatizirovannyh-sistemah-obrazovatel'nogo-naznacheniya> (accessed: 10.06.2026).

6. Tushavin V.A. Quality management of user support service in the field of information technology [Electronic resource]: CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/menedzhment-kachestva-sluzhby-podderzhki-polzovateley-v-oblasti-informatsionnyh-tehnologiy> (accessed: 14.06.2026).

РОЧЕВ К. В., ЖИФАРСКИЙ В. Д.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ЗАПИСИ МАКРОСОВ И ВИЗУАЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ
ИНТЕРФЕЙСОВ

УДК 004.42:004.05, ГРНТИ 50.05.13

Статья поступила в редакцию 20.06.2025

Автоматизация тестирования
графических приложений на основе
записи макросов и визуального сравнения
интерфейсов

Automation of testing of graphical
applications based on macro
recording and visual comparison of
interfaces

К. В. Рочев, В. Д. Жифарский

K. V. Rochev, V. D. Zhifarsky

Ухтинский государственный технический
университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,
Ukhta

В данной статье рассматривается способ автоматизации ручного тестирования графических приложений посредством записи и автоматического воспроизведения действий пользователя с последующей валидацией результатов тестирования при помощи визуального сравнения состояний интерфейса. Предложенный подход не требует от тестирующего навыков программирования и применим как к веб-приложениям, так и к нативным оконным и игровым приложениям. Описаны архитектура системы, применённые технологии и реализованные функции, а также преимущества предложенного решения по сравнению с существующими инструментами автоматизации тестирования.

This article discusses a method for automating manual testing of graphical applications by recording and automatically reproducing user actions, followed by validation of test results using visual comparison of interface states. The proposed approach does not require programming skills from the tester and is applicable to web applications as well as to native windowed and game applications. The architecture of the system, the technologies employed and the implemented functions are described, together with the advantages of the proposed solution over existing test automation tools.

Ключевые слова: тестирование, автоматизация тестирования, графические приложения, запись макросов, визуальный анализ, сравнение интерфейсов

Keywords: testing, test automation, graphical applications, macro recording, visual analysis, interface comparison

Введение

В условиях постоянного роста требований к качеству программного обеспечения особую роль играет процесс тестирования, позволяющий выявлять ошибки и дефекты на ранних этапах жизненного цикла разработки. Особенно остро эта необходимость проявляется в сфере разработки интерактивных приложений и компьютерных игр, где сложность интерфейсов и большое количество сценариев пользовательского взаимодействия требуют тщательной проверки.

Традиционно в небольших и средних компаниях широко применяется ручное тестирование, при котором тестировщики выполняют последовательности действий в программной среде, фиксируя возникающие ошибки. Однако этот подход имеет ряд существенных недостатков: высокая трудоёмкость, влияние человеческого фактора, невозможность точного воспроизведения тестовых сценариев и ограниченные возможности масштабирования.

Одним из перспективных направлений решения этих проблем является автоматизация тестирования – в частности, запись действий пользователя с последующим воспроизведением макросов. При сочетании этого подхода с визуальным анализом интерфейса возможно существенно повысить эффективность и надёжность проверки программного продукта без необходимости в написании сложных тестовых скриптов.

Настоящая статья посвящена разработке и описанию информационной системы, предназначенной для автоматизации ручного тестирования программного обеспечения на основе перехвата и воспроизведения событий ввода и визуального сравнения состояний интерфейса.

Предпроектное исследование

Целью исследования является создание универсального и гибкого инструмента автоматизированного тестирования, ориентированного на приложения с графическим интерфейсом, в том числе игровые и оконные решения. В статье рассмотрены архитектура системы, применённые технологии, реализованные функции, а также преимущества предложенного подхода по сравнению с существующими решениями.

Современный рынок предлагает большое количество инструментов для автоматизации тестирования программного обеспечения. Наиболее известными являются такие решения, как Selenium, TestComplete, Ranorex, Katalon Studio и др. Каждый из этих инструментов обладает собственным набором возможностей, преимуществ и ограничений, однако при выборе решения для конкретных задач критически важна его применимость к типу тестируемых приложений.

Selenium – одна из самых популярных систем автоматизированного тестирования, ориентированная в первую очередь на веб-приложения. Она обеспечивает поддержку различных браузеров и языков программирования, но не подходит для тестирования нативных оконных или игровых приложений.

Кроме того, для написания тестов требуется опыт программирования и работа с DOM-моделью.

TestComplete – мощная коммерческая система с поддержкой UI-тестирования для различных платформ. Предоставляет удобный интерфейс для записи сценариев, проверки интерфейсов и анализа логов. Однако стоимость лицензии делает её малодоступной для небольших студий и фриланс-разработчиков. Кроме того, её адаптация к нестандартным игровым интерфейсам может требовать ручной доработки.

Ranorex и Katalon Studio – решения, ориентированные на автоматизацию тестирования бизнес-приложений. Они предоставляют поддержку кросс-платформенных тестов и визуальных сценариев, однако в большинстве случаев не справляются с тестированием интерактивных приложений, таких как игры, или со специфичными нативными окнами.

Таким образом, анализ существующих решений показывает, что на рынке отсутствует универсальный инструмент, ориентированный на автоматизацию тестирования нативных или игровых приложений. Это и предопределяет необходимость разработки специализированной информационной системы, адаптированной под задачи компании GlintGate Gaming L.L.C. и не требующей от тестировщиков навыков программирования.

Основной метод, положенный в основу предлагаемой информационной системы, – это автоматизация ручного тестирования путём записи действий пользователя в виде макросов и их последующего автоматического воспроизведения с применением визуального анализа интерфейса.

Суть подхода заключается в следующем:

- система перехватывает действия пользователя (движения мыши, клики, ввод с клавиатуры) с помощью системных хуков Windows API [4];
- эти действия сопровождаются временными метками и снимками экрана;
- полученные данные сохраняются в виде макроса и могут быть использованы для повторного воспроизведения;
- при воспроизведении система эмулирует пользовательский ввод и производит сравнение текущих изображений интерфейса с ранее сохранёнными с помощью библиотеки OpenCV [7];
- по результатам воспроизведения формируется отчёт о прохождении теста, содержащий степень совпадения скриншотов и другие диагностические сведения.

Такой подход позволяет обеспечить:

- точность воспроизведения пользовательского поведения;
- автоматическую валидацию результата без участия тестировщика;
- универсальность: поддержка как веб-приложений, так и десктопных и мобильных приложений, в том числе игр;
- минимизацию требований к квалификации персонала – интерфейс не требует написания кода

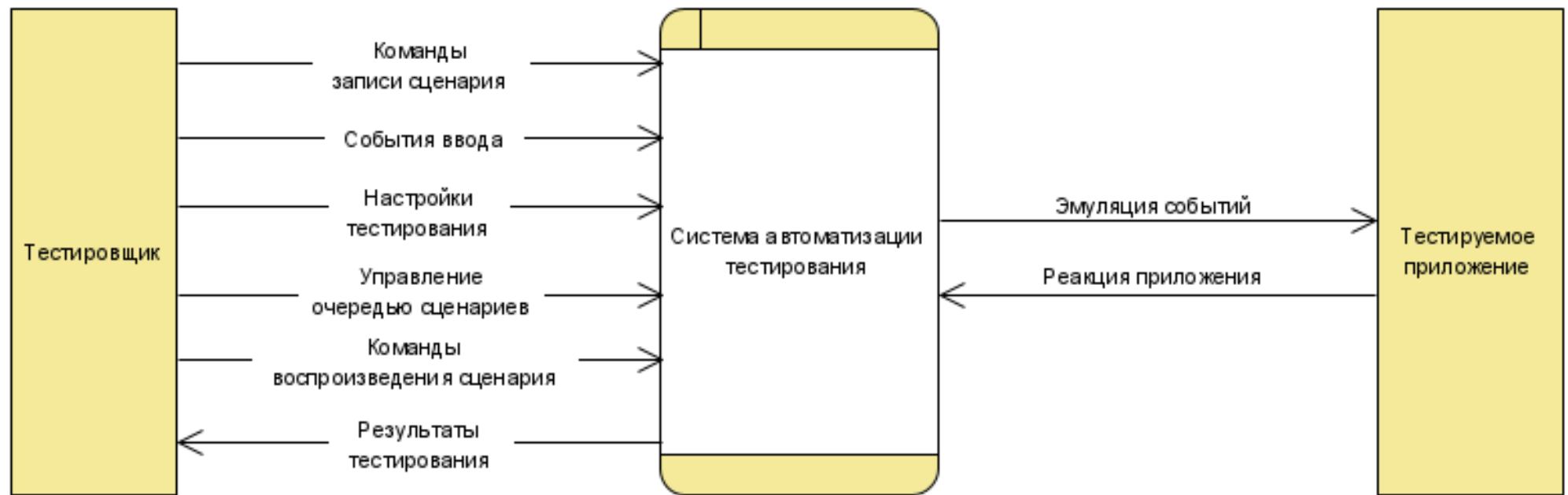


Рисунок 1. Контекстная диаграмма «как будет»

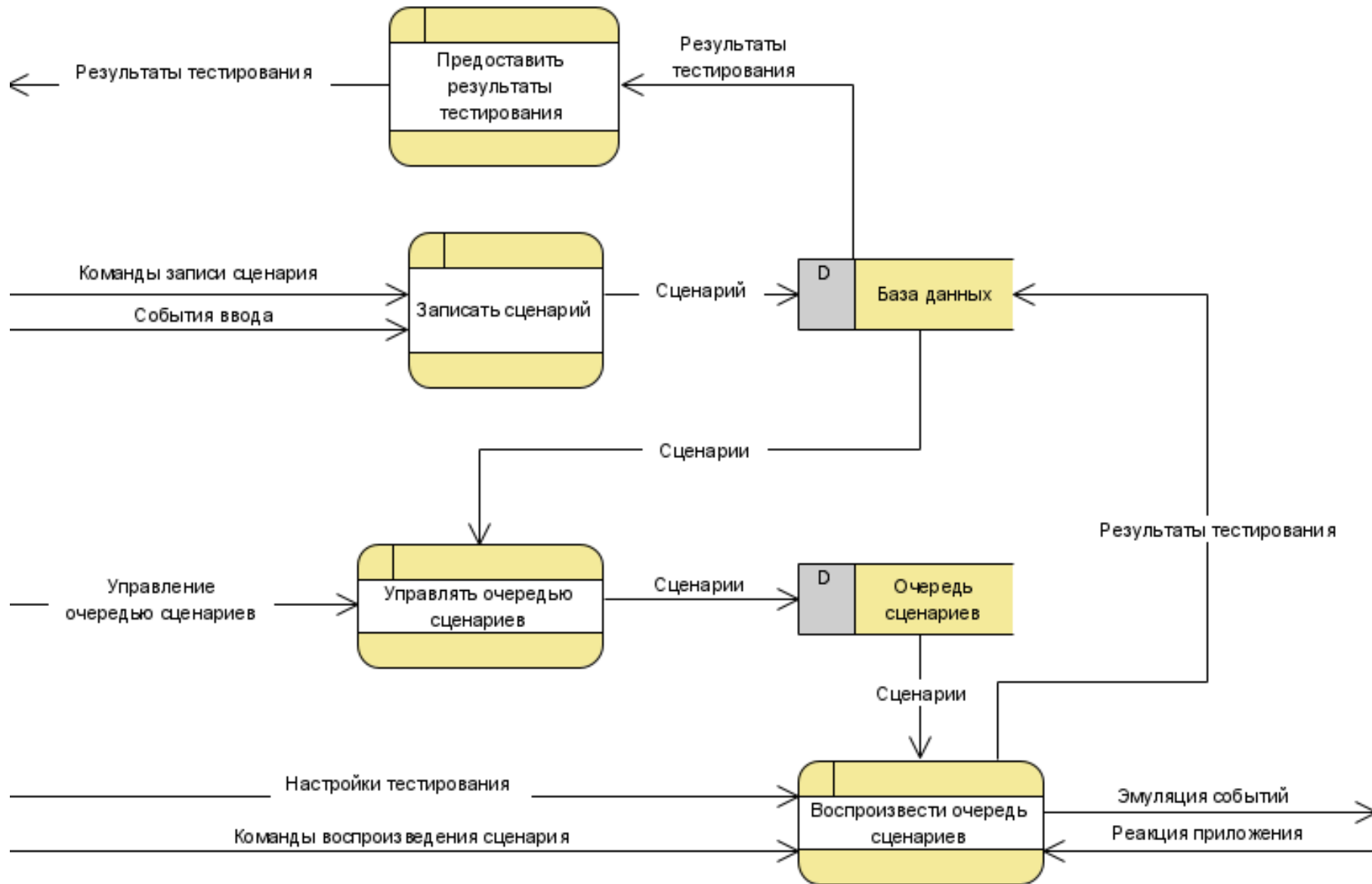


Рисунок 2. Диаграмма потоков данных «как будет» 1-го уровня

Проектирование системы

При проектировании системы были выделены следующие сущности:

– пользователь (тестировщик) – создает сценарии тестирования, инициирует запуск тестирования, получает и анализирует результаты тестирования;

тестируемое приложение – тестируемое программное обеспечение. Получает последовательность действий в соответствии со сценарием тестирования. Реакция приложения фиксируется в системе

При декомпозиции были выделены следующие процессы:

- записать сценарий;
- управлять очередью сценариев;
- воспроизвести очередь сценариев;
- предоставить результаты тестирования.

Разрабатываемая система построена на модульной архитектуре, обеспечивающей надёжность, масштабируемость и лёгкость сопровождения.

Основные компоненты системы:

1. Ядро системы – управляет логикой записи, воспроизведения макросов, обработкой событий ввода и взаимодействием с другими модулями.

2. Графический интерфейс – реализован на ImGui [5], обеспечивает доступ к функциям записи, загрузки, воспроизведения сценариев, а также отображение отчётов.

3. Внедряемая библиотека (DLL)

- ✓ Подгружается в процесс тестируемого приложения;
- ✓ Перехватывает действия пользователя через системные хуки;
- ✓ Отправляет события в ядро системы через именованные каналы.

4. Слой доступа к данным

- ✓ Сохраняет макросы и результаты тестирования в базу данных;
- ✓ Реализован в виде абстрактного интерфейса, поддерживающего различные СУБД.

5. Модуль визуального анализа – выполняет сравнение изображений при помощи библиотеки OpenCV.

Реализация

Реализация системы выполнена на языке C++, с использованием Microsoft Visual Studio. В качестве графического интерфейса применена библиотека ImGui, что позволило быстро реализовать удобный пользовательский интерфейс. Для визуального анализа и сравнения изображений использована библиотека OpenCV, а для взаимодействия между модулями – Named Pipes (именованные каналы) [6].

Информационная система автоматизации тестирования была реализована как настольное приложение, ориентированное на тестировщиков, не обладающих навыками программирования. Основное внимание уделено

простоте интерфейса, удобству запуска тестов и точности воспроизведения сценариев.

Запись сценария начинается с запуска исполняемого файла тестируемого приложения (Рисунок 3).

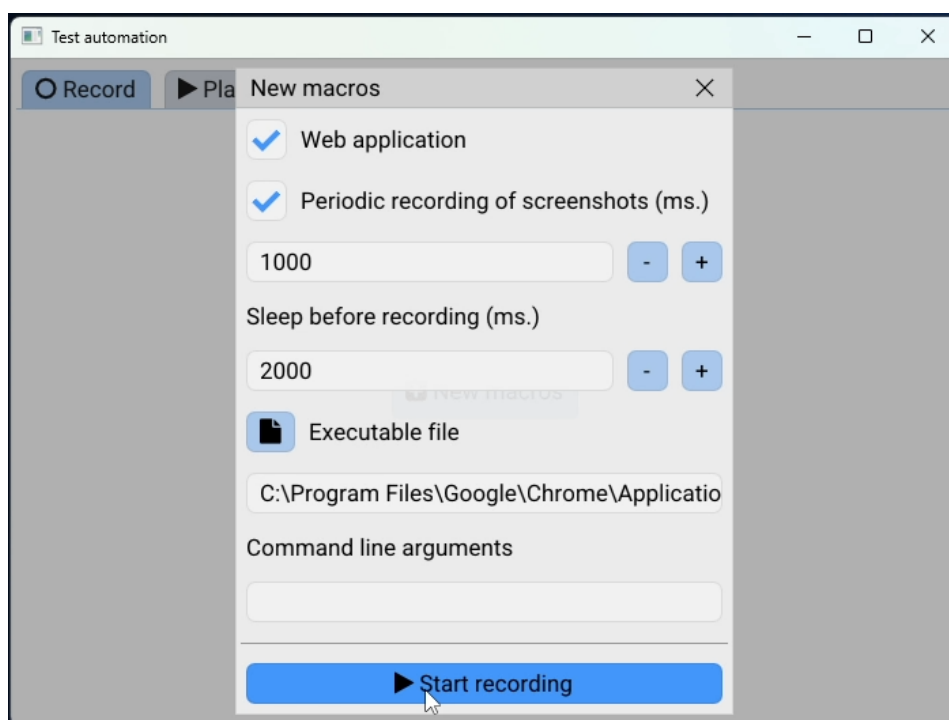


Рисунок 3. Окно «Новый сценарий»

Система:

- встраивает библиотеку (DLL) в процесс приложения для перехвата ввода;
- устанавливает хуки на клавиатуру и мышь для перехвата событий;
- фиксирует координаты и тип события, временные метки, снимки интерфейса приложения;
- формирует макрос, содержащий полученные при записи данные;
- позволяет просмотреть результаты записи и сохранить сценарий (Рисунок 4).

В режиме воспроизведения (Рисунок 5):

- действия из макроса эмулируются с помощью Windows API (функция `SendInput`);
- окну приложения автоматически задаются размеры и положение, соответствующие моменту записи;
- система сохраняет снимки интерфейса приложения и сравнивает их с эталонными;
- при отклонении отображается информация о несовпадении.

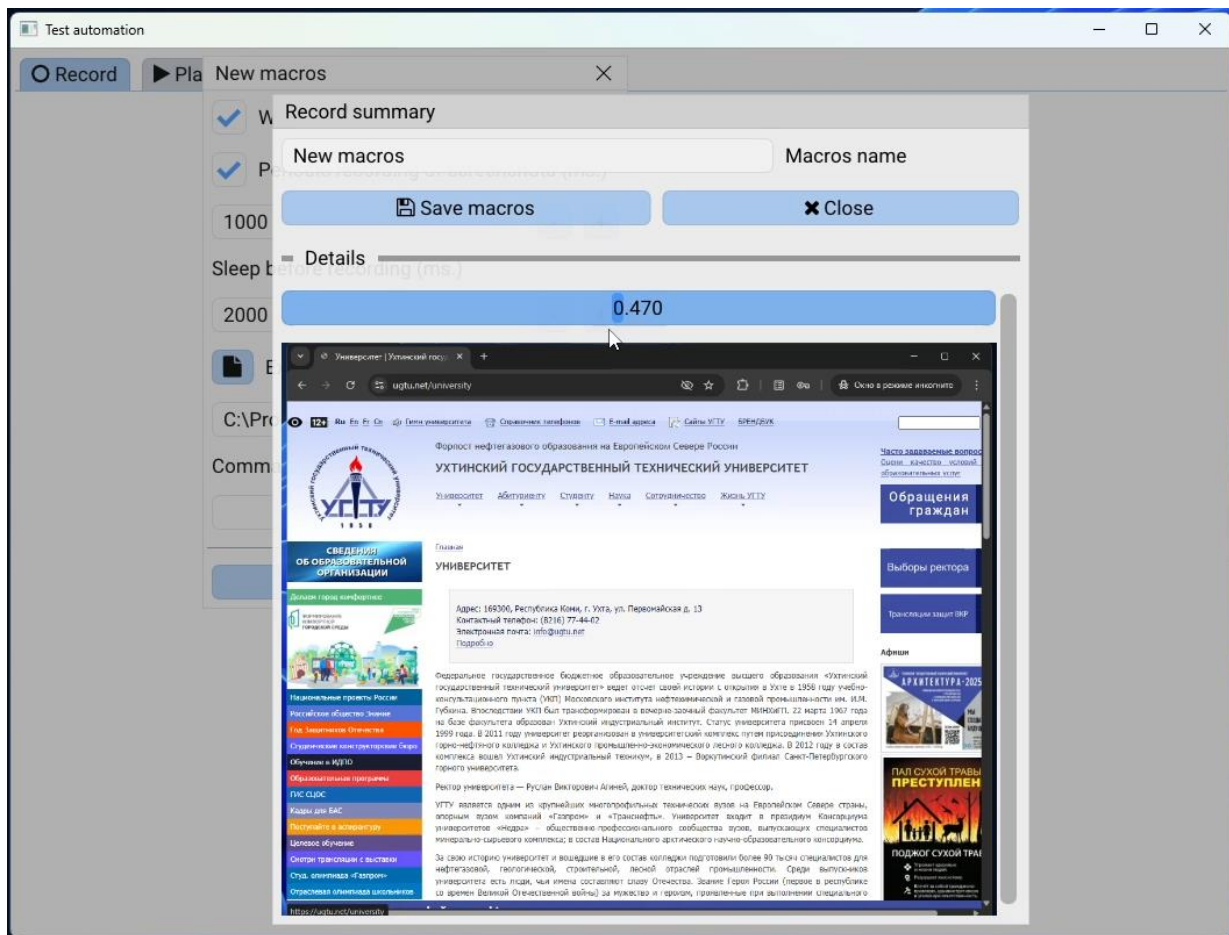


Рисунок 4. Окно с результатами записи

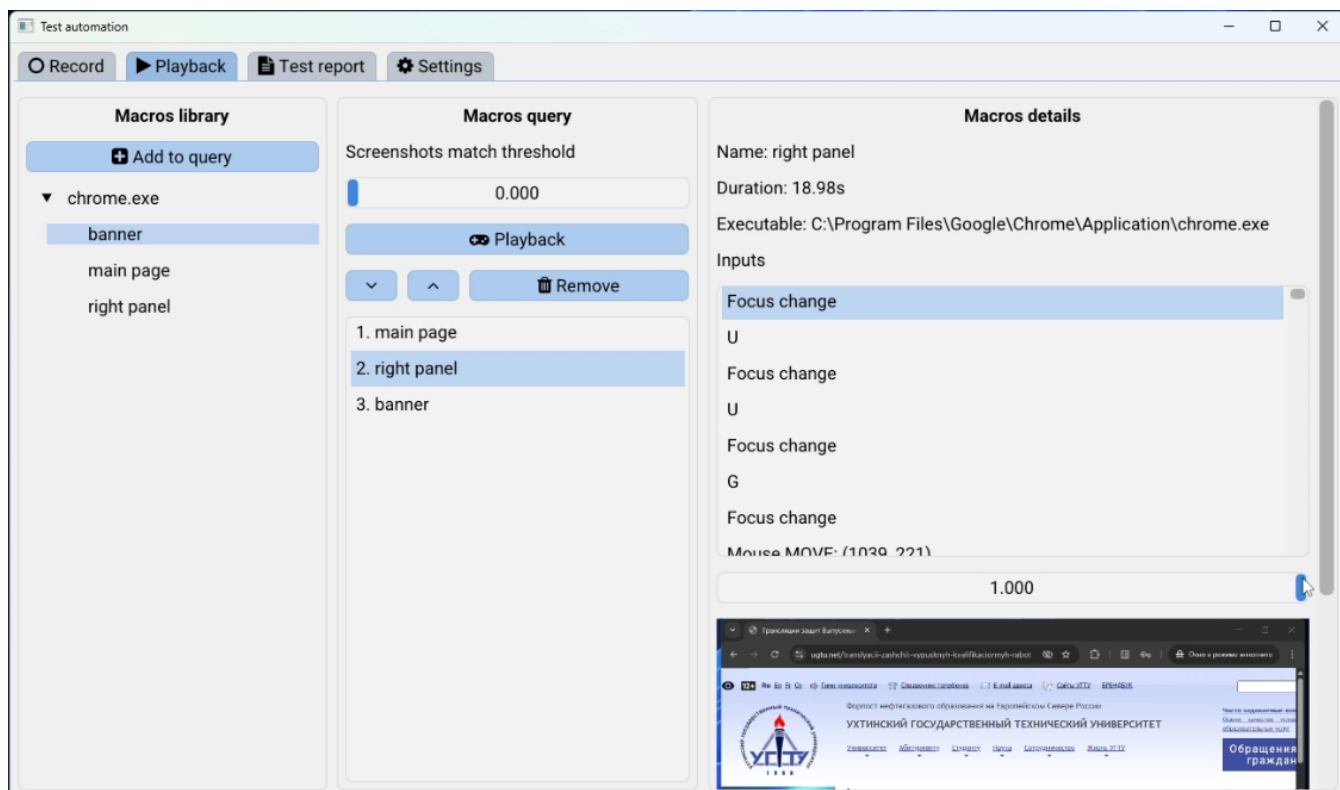


Рисунок 5. Вкладка «Воспроизведение»

Для тестирования нескольких сценариев подряд реализована очередь сценариев.

Пользователь может:

- добавлять/удалять сценарии;
- менять порядок воспроизведения;
- запускать тестирование всей очереди одной кнопкой;
- по завершении получить единый отчёт, включающий результаты всех тестов.

По завершении тестирования система формирует наглядный отчёт (Рисунок 6), содержащий:

- список выполненных сценариев;
- длительность каждого теста;
- процент совпадения скриншотов;
- метки об ошибках или отклонениях;
- возможность открыть подробности и сравнить изображения вручную.

Таким образом, даже при автоматическом воспроизведении сохраняется возможность ручной верификации и принятия решения тестирующим.

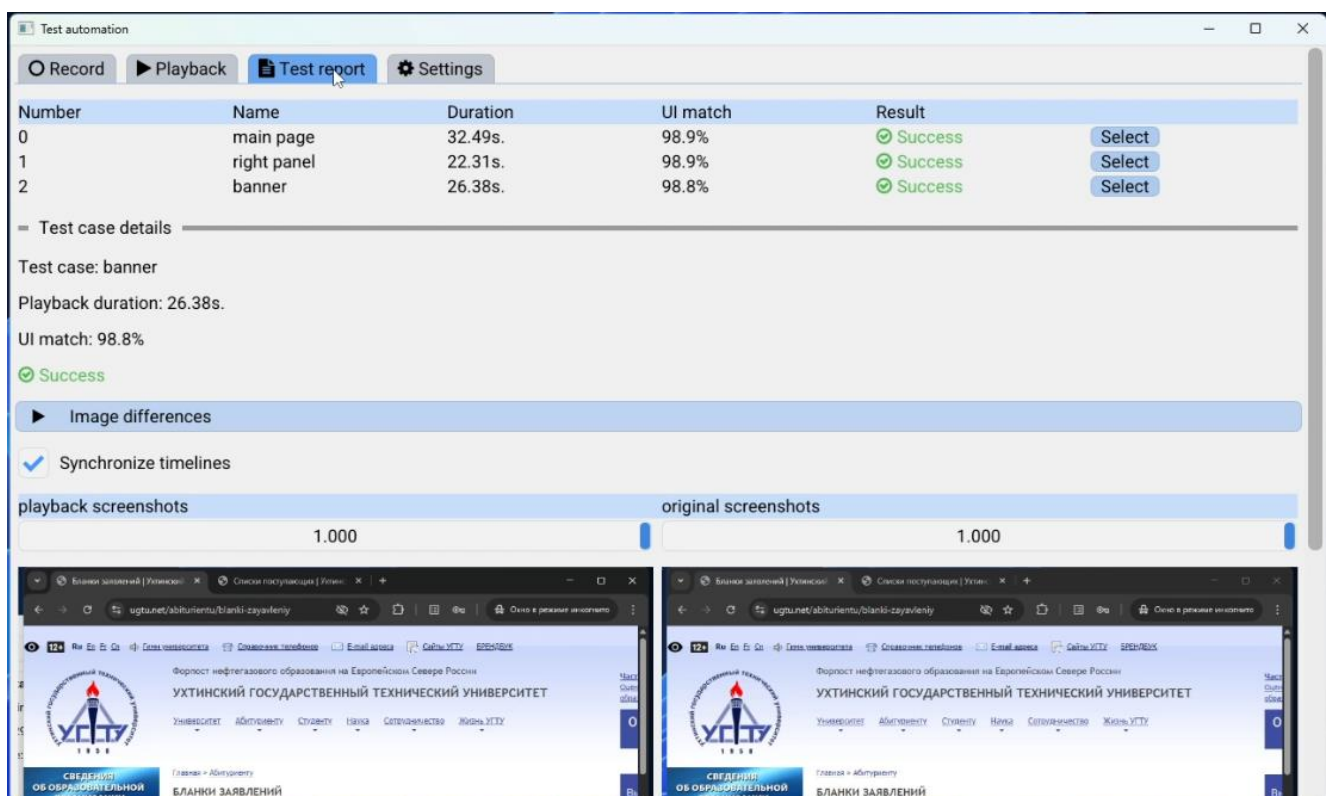


Рисунок 6. Отчет о тестировании

Заключение

Система продемонстрировала стабильную работу при высоких нагрузках, а её архитектура позволяет масштабировать решение и адаптировать под другие проекты компании без существенных затрат.

Предложенное решение позволяет:

- автоматизировать ручные сценарии тестирования без программирования;
- обеспечить точное воспроизведение пользовательских действий;
- использовать визуальное сравнение интерфейсных состояний для оценки корректности работы;
- существенно сократить временные и трудовые затраты на тестирование.

Разработанная архитектура отличается модульностью и открытостью для расширения. В перспективе возможно дополнение системы средствами анализа логов, интеграцией с CI/CD-пайплайнами, а также добавлением инструментов на базе искусственного интеллекта для предиктивной аналитики и автоматического формирования сценариев.

Таким образом, созданная система представляет собой универсальный инструмент для автоматизации тестирования, ориентированный на гибкость, точность и удобство, и может быть полезна как для внутренних нужд IT-компаний, так и в образовательных целях.

Список использованных источников и литературы

1. Тюшнякова И. А., Пискунова Н. Автоматизация тестирования программного обеспечения: ключевые методологии и подходы // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. 2024. №2.
2. Артюхова А. С. Проблемы автоматизации тестирования и подходы к их решению // CETERIS PARIBUS. 2016. №10.
3. Макаров К. С., Фаткин Р. И. Скриншотное тестирование как многоаспектный вид автоматизированной динамической верификации вебприложений // Программные системы и вычислительные методы. 2025. №1.
4. Рочев К. В. Классификация средств графического моделирования для разработки информационных систем // Информационные технологии в управлении и экономике. 2024. №1. Режим доступа: <http://itue.ru/Issue/Article/275>
5. Документация Microsoft [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com> (дата обращения: 23.06.2025).
6. ImGui Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/ocornut/imgui> (дата обращения: 23.06.2025).
7. MSDN Library – Named Pipes [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/ipc/named-pipes> (дата обращения: 23.06.2025).
8. Официальная документация OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.opencv.org/4.x/index.html> (дата обращения: 23.06.2025).

List of references

1. Tyushnyakova I. A., Piskunova N. Automation of Software Testing: Key Methodologies and Approaches // Bulletin of the Taganrog Institute named after A.P. Chekhov. 2024. No. 2.
2. Artyukhova A. S. Problems of Test Automation and Approaches to Their Solution // CETERIS PARIBUS. 2016. No. 10.
3. Makarov K. S., Fatkin R. I. Screenshot Testing as a Multifaceted Type of Automated Dynamic Verification of Web Applications // Software Systems and Computational Methods. 2025. No. 1.
4. Rochev K. V. Classification of Graphical Modeling Tools for Information Systems Development // Information Technologies in Management and Economics. 2024. No. 1. Available at: <http://itue.ru/Issue/Article/275>
5. Microsoft Documentation [Online]. – URL: <https://learn.microsoft.com> (accessed: 23.06.2025).
6. ImGui Documentation [Online]. – URL: <https://github.com/ocornut/imgui> (accessed: 23.06.2025).
7. MSDN Library – Named Pipes [Online]. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/ipc/named-pipes> (accessed: 23.06.2025).
8. OpenCV Official Documentation [Online]. – Available at: <https://docs.opencv.org/4.x/index.html> (accessed: 23.06.2025).

ГАРУСОВ Т. Д., ШИПЕЛЬКЕВИЧ У. Н., ШПАКОВСКИЙ Д. В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕРВИС-ДЕСКА ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ КАНАЛОВ КЛИЕНТСКИХ ОБРАЩЕНИЙ В КОРПОРАТИВНОЙ ИС

УДК 004.78:005.5, ГРНТИ 50.49.37

Статья поступила в редакцию 15.06.2025

Проектирование сервис-деска
для интеграции разнородных каналов
клиентских обращений
в корпоративной ИС

Design of a service desk for
integrating heterogeneous customer
request channels in a corporate IS

Т. Д. Гарусов¹, У. Н. Шипелькевич²,
Д. В. Шпаковский²

T. D. Garusov¹, U. N.
Shipelkevich², D. V. Shpakovsky²

¹Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;

²ООО «Консалт-Информ», г. Ухта

¹Ukhta State Technical University,
Ukhta;

²LLC «Consult-Inform», Ukhta

Данная статья посвящена разработке сервиса Service Desk для оптимизации взаимодействия с клиентами компании ООО «Консалт-Информ». В работе рассмотрены проблемы, возникающие из-за многоканальности входящих обращений (телефон, электронная почта, мессенджеры, личный кабинет), включая фрагментацию данных, потерю информации и высокую нагрузку на сотрудников. Предложено решение на основе веб-интерфейса и интеграционного сервера, обеспечивающее: консолидацию обращений из разных каналов в единую систему, автоматизацию регистрации заявок с последующей синхронизацией с 1С:Документооборот 8, повышение удобства для клиентов за счёт мобильного доступа и упрощённого оформления запросов, защиту данных за счёт изолированной внешней БД и ролевой модели доступа (RLS).

This article focuses on the development of a Service Desk system to optimize customer interaction for Consult-Inform LLC. The study examines the challenges caused by multi-channel request handling (phone calls, email, messengers, personal accounts), including data fragmentation, information loss, and high employee workload. The proposed solution is based on a web interface and an integration server, providing:

- Consolidation of requests from various channels into a unified system.

- Automation of request registration with subsequent synchronization with 1С:Document Management 8.

- Improved convenience for clients through mobile access and simplified request submission.

- Data protection via an isolated external database and role-based access control (RLS).

Разрабатываемый сервис направлен на снижение трудозатрат, улучшение контроля заявок и повышение качества клиентского обслуживания. *The developed service aims to reduce labor costs, enhance request tracking, and improve customer service quality.*

Ключевые слова: Service Desk, 1С:Документооборот 8, интеграция мессенджеров, автоматизация заявок, веб-личный кабинет, RLS, управление заявками, CRM

Keywords: Service Desk, 1С:Document Management 8, messenger integration, request automation, web personal account, RLS, request management, CRM

Введение

В эпоху цифровой трансформации эффективное управление клиентскими обращениями становится стратегическим приоритетом для компаний, оказывающих услуги в сфере информационных технологий, консалтинга и технической поддержки. Качество коммуникации между заказчиком и исполнителем напрямую влияет на ключевые бизнес-показатели: удовлетворенность клиентов, репутацию организации и её финансовую устойчивость [1]. Однако, несмотря на обилие готовых CRM и Service Desk-решений, многие компании сталкиваются с проблемой фрагментации данных из-за многоканальности коммуникаций [2].

Согласно систематическому обзору литературы, проведённому в 2022 году, Service Desk как единая точка контакта (SPOC) для приёма инцидентов и выполнения запросов является важнейшим элементом управления ИТ-услугами [3]. Исследования показывают, что внедрение Service Desk обеспечивает значительное улучшение процессных метрик, снижение ИТ-затрат, повышение удовлетворённости сотрудников и клиентов, а также эффективность внутренних коммуникаций [4].

Особенно остро проблема фрагментации проявляется в ИТ-компаниях, где клиенты традиционно используют разнородные каналы связи: телефонные звонки, электронную почту, мессенджеры (WhatsApp, Telegram, «ВКонтакте») и корпоративные личные кабинеты [5]. Так, в ООО «Консалт-Информ» – ухтинской компании с 20-летним опытом автоматизации бизнес-процессов – в 2024 году было зарегистрировано 29 176 входящих писем и 3 110 заявок, обработать которые вручную без потерь данных практически невозможно.

Актуальность проблемы обуславливается следующими пунктами:

- **Потеря обращений:** До 80% срочных запросов, поступающих по телефону и мессенджерам, не фиксируются в учетной системе (1С:Документооборот 8). Клиенты вынуждены дублировать обращения в личном кабинете, что снижает их лояльность.

- **Низкая эффективность сотрудников:** Специалисты тратят до 2 часов в день на ручной перенос данных из чатов и почты в 1С. Отсутствие единого

интерфейса приводит к ошибкам (например, пропуск важных сообщений в Telegram).

• **Риски безопасности:** Личные мессенджеры сотрудников (WhatsApp, VK) не обеспечивают защиту конфиденциальных данных клиентов [6].

Решением данных проблем является разработка Service Desk системы для «Консалт-Информ», которая будет консолидировать обращения из всех каналов (Telegram, email, телефон) в единую базу с автоматической синхронизацией в 1С, обеспечивать безопасность данных через изолированную БД и RLS (Row-Level Security), а также упрощать подачу заявок для клиентов через мобильный веб-интерфейс [7].

ООО "Консалт-Информ" – это IT-компания, базирующаяся в городе Ухта Республики Коми, основана в 2001 году. Занимается автоматизацией бизнес-процессов. Организация специализируется на:

- Разработке и внедрении учетных систем;
- Техническом сопровождении информационных продуктов;
- Реализации комплексных проектов автоматизации.

За 2024 год компания сформировала 76 229 нарядов на выполнение работ.

В организации реализована многоуровневая модель обработки запросов. Обращения классифицируются по срочности:

- Срочные (решаются немедленно);
- Среднесрочные (срок выполнения 1-3 дня);
- Долгосрочные (проектные задачи).

Информация поступает по четырём каналам связи:

- 1) Телефонные звонки (IP-телефония, мобильные);
- 2) Мессенджеры;
- 3) Электронная почта;
- 4) Личный кабинет 1С:Документооборот.

Ключевыми проблемами текущей системы являются:

➤ **Фрагментация данных:** большая часть срочных обращений не фиксируются в учетной системе, клиенты используют 3-4 канала одновременно и возникает потеря историчности переписки.

➤ **Технологические ограничения:** веб-интерфейс 1С не адаптирован для мобильных устройств

➤ **Проблемы безопасности:** есть риски утечки информации из базы данных.

Схема развёртывания текущего решения представлена на Рисунке 1.

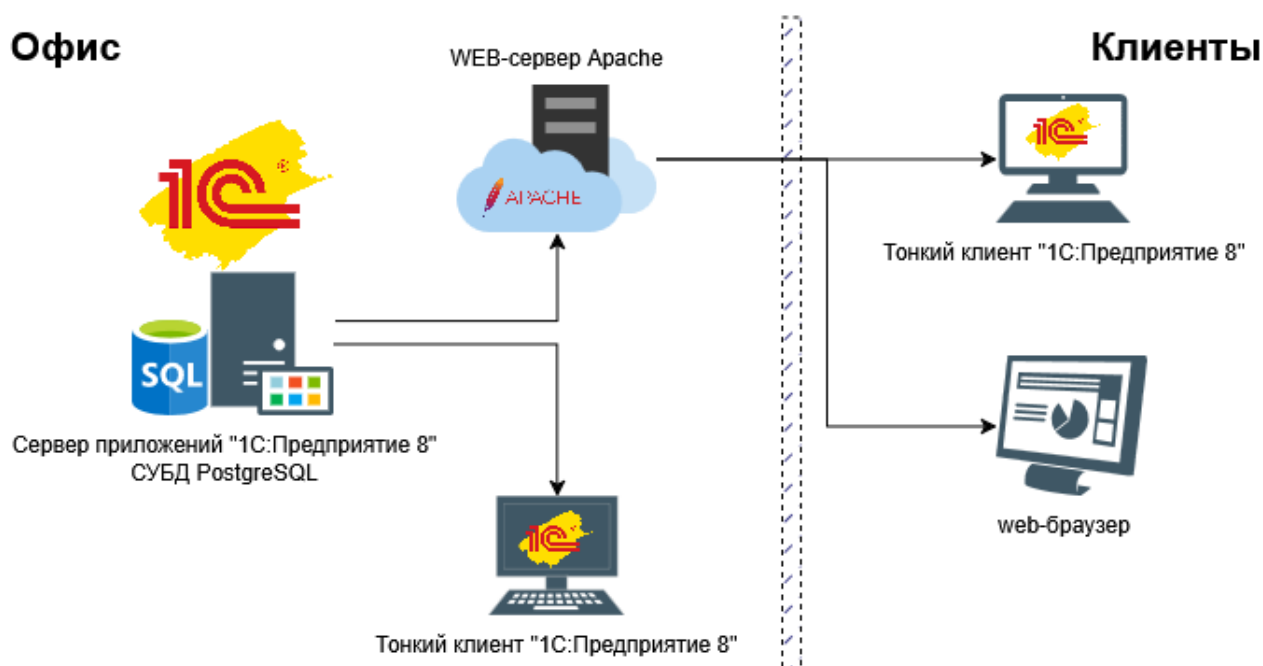


Рисунок 1. Текущая схема развёртывания личного кабинета

На Рисунке 2 представлена архитектура будущей системы, обеспечивающая безопасность, удобство и эффективность работы:

- **Защита данных клиентов.** Пользователи не получают прямого доступа к основной учетной системе (1С:Документооборот), что исключит риски несанкционированного вмешательства.
- **Внешняя база данных.** Учетная система будет взаимодействовать с выделенной БД, обеспечивая безопасный обмен данными – выгрузку и загрузку необходимой информации.
- **Удобный веб-интерфейс для клиентов.** Вся работа будет осуществляться через интуитивно понятный web-портал, а бизнес-логика обрабатываться на сервере приложений.
- **Единая точка интеграции.** Сервер интеграции возьмёт на себя взаимодействие с мессенджерами и электронной почтой, автоматически преобразуя обращения в заявки [8].

Ключевыми преимуществами системы будет являться следующее:

Для клиентов:

- Удобный и мобильный способ подачи заявок.

Для компании:

1. Надёжная защита данных;
2. Единый сервис для управления всеми потоками информации;
3. Повышение удовлетворённости клиентов;
4. Снижение нагрузки на сотрудников за счёт автоматизации.

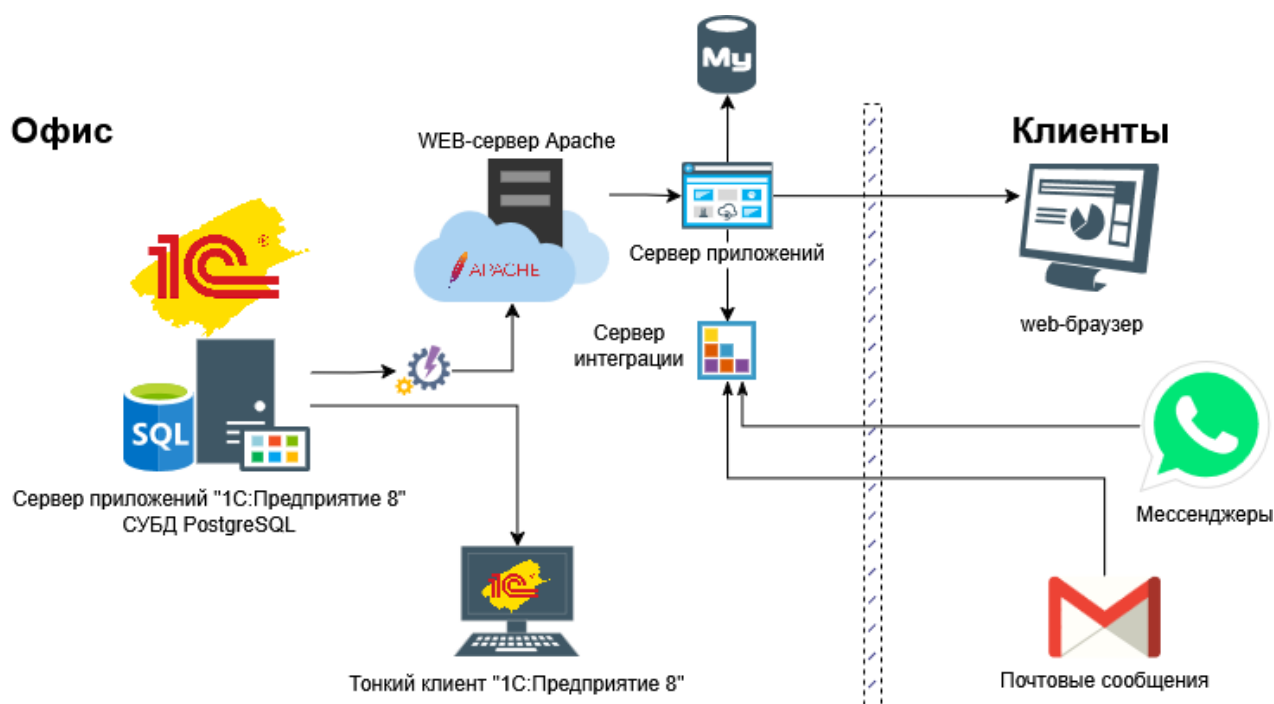


Рисунок 2. Архитектура будущего решения

Заключение

В ходе исследования была изучена предметная область управления клиентскими обращениями в ООО «Консалт-Информ», выявлена актуальность проблемы фрагментации данных при многоканальной коммуникации и обоснована необходимость разработки специализированной Service Desk системы. Анализ существующих решений и научной литературы подтвердил, что интеграция разнородных каналов в единую систему с автоматической синхронизацией с 1С:Документооборот 8 является эффективным подходом к снижению трудозатрат и повышению качества обслуживания.

Предложенная архитектура обеспечивает консолидацию обращений из четырёх каналов (телефония, мессенджеры, электронная почта, личный кабинет), защиту данных через изолированную внешнюю БД и ролевую модель доступа (RLS), а также удобный мобильный веб-интерфейс для клиентов. Следующими этапами работы являются выбор стека технологий, проектирование базы данных и разработка программного продукта с последующим тестированием в реальных условиях эксплуатации.

Список использованных источников и литературы

1. IT Service Desk Model Literature Review: Benefits and Challenges / A. D. Firmansyah, A. P. Subriadi // 2022 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic). – Semarang, Indonesia, 2022. – P. 172–177. – DOI: 10.1109/iSemantic55962.2022.9920439.
2. Identifying Knowledge Management Challenges in a Service Desk: A Case Study / J. Kalliokoski [et al.] // IEEE Xplore. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/author/37394565500> (дата обращения: 10.06.2026).

3. Brown A., Burns A., Wohlever K. ITSM in Supercomputing: Improving service delivery, reliability, and user satisfaction // *Practice and Experience in Advanced Research Computing (PEARC '22)*. – Boston, USA, 2022. – DOI: 10.1145/3491418.3535151.

4. Arellano Hilares A. A. Implementación de un sistema de gestión de servicios de TI – mesa de ayuda basado en el marco de referencia ITIL para la empresa MCORP SAC. – 2021. – URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4596> (дата обращения: 10.06.2026).

5. Гусева А. И., Киреев В. С. Некоторые аспекты разработки системы service desk для технической поддержки клиентов // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – № 7-4. – С. 615–619.

6. Service Desk или Help Desk. Как правильно выбрать? Основные отличия. – URL: <https://habr.com/ru/articles/737900/> (дата обращения: 10.06.2026).

7. Design and Development of a Web-Based Helpdesk Ticketing Application / Garuda Digital Reference. – 2025. – URL: <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/5246183> (дата обращения: 10.06.2026).

8. Some aspects of developing a service desk system for technical customer support. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37632> (дата обращения: 10.06.2026).

List of references

1. Firmansyah A. D., Subriadi A. P. IT Service Desk Model Literature Review: Benefits and Challenges. *2022 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, Semarang, Indonesia, 2022, pp. 172–177. DOI: 10.1109/iSemantic55962.2022.9920439.

2. Kalliokoski J. et al. Identifying Knowledge Management Challenges in a Service Desk: A Case Study. *IEEE Xplore*. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/author/37394565500> (accessed: 10.06.2026).

3. Brown A., Burns A., Wohlever K. ITSM in Supercomputing: Improving service delivery, reliability, and user satisfaction. *Practice and Experience in Advanced Research Computing (PEARC '22)*, Boston, USA, 2022. DOI: 10.1145/3491418.3535151.

4. Arellano Hilares A. A. Implementación de un sistema de gestión de servicios de TI – mesa de ayuda basado en el marco de referencia ITIL para la empresa MCORP SAC, 2021. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4596> (accessed: 10.06.2026).

5. Guseva A. I., Kireev V. S. Some aspects of developing a service desk system for technical customer support. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2016, no. 7-4, pp. 615–619.

6. Service Desk or Help Desk. How to choose correctly? Main differences. Available at: <https://habr.com/ru/articles/737900/> (accessed: 10.06.2026).

7. Design and Development of a Web-Based Helpdesk Ticketing Application. Garuda Digital Reference, 2025. Available at:

<https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/5246183> (accessed: 10.06.2026).

8. Some aspects of developing a service desk system for technical customer support. Available at: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37632> (accessed: 10.06.2026).

РОЖКОВ Е. В.
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ С ЦЕЛЬЮ
ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ
УСЛУГ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИМУЩЕСТВОМ

УДК 338.2:352:004.9, ГРНТИ 06.61.53

Статья поступила в редакцию 09.03.2026

Разработка комплексных мероприятий
с целью повышения качества
цифровизации муниципальных услуг по
управлению имуществом

Development of comprehensive
measures to improve the quality of
digitalization of municipal property
management services

Е. В. Рожков

E. V. Rozhkov

АО АКИБ «Почтобанк»,
г. Пермь

Postobank
Perm

В статье рассмотрены вопросы связанные с предварительным анализом возможности использования мероприятий по внедрению цифровых платформ по управлению имуществом муниципального образования. Цифровизация услуг влияет не только на потребительские свойства людей, но и на работу муниципалитета по предоставлению услуг населению. Автором статьи разрабатывается цифровая платформа управления имущественным комплексом города Перми.

This article examines issues related to a preliminary analysis of the feasibility of implementing digital platforms for municipal property management. Digitalization of services impacts not only consumer behavior but also the municipality's ability to provide services to the public. The author of this article is developing a digital platform for managing the property complex of the city of Perm.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровые платформы, цифровое совершенствование услуг, муниципальные услуги, имущество

Keywords: digital technologies, digital platforms, digital improvement of services, municipal services, property

Введение

Необходимо отметить, что сегодня, национальная технологическая инициатива будет развиваться на основе развития цифровых технологий [1]. Развитие технологической инфраструктуры, цифровых сервисов и продуктов ускорило процесс цифровизации [2]. Цифровая трансформация становится всё более востребованной и даже необходимой для достижения успеха [3]. Цифровая трансформация описывает существенные, значительные, коренные социально-

культурные и организационные изменения, происходящие в обществе благодаря внедрению технологичных решений в процессы предоставления государственных услуг, взаимодействия с органами власти [4].

Потребительский спрос на цифровые технологии достаточно высок. Тем не менее необходимо сформировать прочную нормативно-правовую базу для создания динамичной деловой сферы, в которой предприятия и потребители могли бы использовать цифровые технологии [5]. В последние десятилетия города и их основная инфраструктура стремилась к высокой степени оптимизации в рамках своих вертикальных разрозненных структур. Уже сейчас многие здания проектируются и строятся на основе стандартизированного программного обеспечения управления информацией о зданиях [6].

Постановка проблемы

Проблема – без каких-либо согласований и разрешений на территории муниципалитета юридическими и физическими лицами используются муниципальная собственность.

Объект исследования – процессы по использованию муниципальной собственности.

Предмет исследования – имущество муниципального образования.

Теоретико-методологическая актуальность данной работы заключается:

- во-первых, экономистами не рассматривается вопрос о цифровизации процессов по использованию муниципального имущества;
- во-вторых, отсутствие методологии и методического инструментария анализа статистических данных по результатам эффективности использования имущества с применением цифровых платформ.

Исходя из представленных положений актуальности данной работы, может быть сформулирована цель исследования, которая заключается в выявлении характерных муниципалитетам проблемах по внедрению цифровых платформ управления имуществом.

Данная цель определила необходимость решения следующей задачи: выявить сущность процесса использования цифровизации на уровне муниципалитета.

Обзор литературы. Вопросы, связанные с цифровыми платформами, изучались как зарубежными авторами: DidryC., LagrangeN., LokiesP., так и российскими: Болотов А.М., Дубровский В.Ж., Пыткин А.Н. и другими.

Результаты и их обсуждение

Информационно-коммуникационные технологии стали основой всех современных инновационных управленческих и экономических систем. Всё больше они изменяют жизнь человека и интегрируются во все сферы экономики и общества, оказывая существенное влияние на экономическое развитие страны. В современном информационном обществе информация – это важнейший стратегический ресурс развития. К экономической информации предъявляется ряд требований, основными из которых являются: точность, достоверность, оперативность, адекватность, полнота [7].

Растущее требование повышения качества жизнедеятельности общества не может быть удовлетворено действующими экономическими механизмами. Они должны реформироваться на основе цифровых платформ, что способствует разрешению возникающих противоречий. Программно-целевые методы управления дополняются в настоящий момент проектно-ориентированным формами регулирования экономического развития, которые приобретают новое качество, способствующее сквозному проникновению решения конкретной задачи путём её отражения во всех целевых программах. Развитие цифровых платформ как самостоятельной программно-целевой задачи может присутствовать в различных направлениях, в т.ч. социально-экономического развития [8].

Сегодня, цифровизация позволяет собирать и анализировать большие объёмы данных. Облачные технологии позволяют хранить данные на удалённых серверах, что обеспечивает удалённый доступ [9].

Для успешного внедрения цифровой трансформации требуется не только наличие современного оборудования и технологий, но и понимание терминологии. Под цифровой трансформацией понимают радикальное изменение или создание новых бизнес-моделей и процессов на основе цифровых технологий [10].

По мнению Подьяровой З.А. и Луцаевой Г.М., на пути цифровизации имеются определённые вызовы, к которым можно отнести: обеспечение безопасности хранения данных, подготовка квалифицированных специалистов, разработка стандартов цифровизации и т.д.[11]

В обществе происходят значительные технологические преобразования, используются средства, оказывающие влияние на процессы социального взаимодействия [12].

Основные компоненты ИТ обработки данных представим на Рисунке 1.

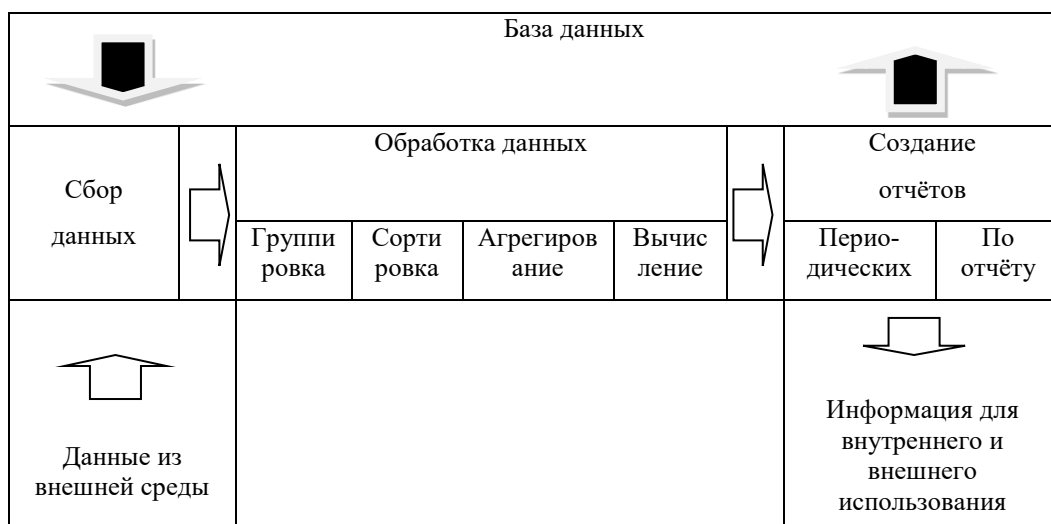


Рисунок 1. Основные компоненты ИТ обработки данных

Аспект интеграции цифровой платформы управления качеством представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Аспекты внедрения цифрового платформенного решения для оптимизации бизнес-процессов*

Аспекты	Описание
Управление изменениями	Следует использовать стратегии управления изменениями, чтобы обеспечить эффективное обучение, вовлечение и адаптацию сотрудников для использования новой платформы
Управление данными и аналитика	Внедрение стандартов сбора, хранения и анализа данных на цифровой платформе для поддержки принятия обоснованных решений и постоянного улучшения бизнес-процессов

* Источник – составлено по [13].

Цифровые платформы могут рассматриваться как инструмент цифровой трансформации. Одной из характеристик этой трансформации будет вопрос – обеспечения клиентоцентричности, т.е. удовлетворения разных потребителей, создания новой культуры потребления [14]. Вопросы организации функционирования информационных систем опираются на понятия информация и система. Под системой понимают любой объект, который одновременно рассматривается и как объединённая в интересах достижения поставленных целей совокупность разнородных элементов (Таблица 2).

Таблица 2. Состав и цели разных систем*

Система	Элементы системы	Цель системы
Фирма	Люди, оборудование, материалы, здание и т.д.	Производство товаров
Компьютер	Электронные и электромеханические элементы и т.д.	Обработка данных
Информационная система	Компьютеры, компьютерные сети, люди, информационное и программное обеспечение	Производство профессиональной информации

* – Источник: составлено по [7].

Добавление к термину «система» термина «информационная» отражает цель её создания и функционирования. Информационные системы в общем случае обеспечивают сбор, хранение, обработку, поиск, выдачу информации, необходимой в процессе принятия решения задач. Большое значение имеют инструменты систем управления взаимоотношений с клиентами (CRM). Необходимо понимать процессы, прежде чем внедрять цифровую трансформацию (табл. 3). Process mining – это технология, способствующая цифровым преобразованиям, которая помогает бизнес-аналитикам и

руководителям выявлять и визуализировать свой бизнес, чтобы определить области для автоматизации и улучшения [15].

Таблица 3. Характеристика систем CRM*

№ п/п	Наименование	Характеристика
1	Intrum	200 рекламных площадок, гибкость в настройках
2	Real Estate CRM.online 2.0	Доступность в разных странах, автоматическая выгрузка данных, интеграция с сайтом ReCRM, фильтрация актуальных сообщений, есть мобильное приложение для ОС Android и iOS
3	Bazis CRM	Работает на 1С Битрикс, есть мобильное приложение для АТС Билайн, МТС и Мегафон

* – составлено по: [15].

Также, можно принять дополнительную реальность (AR) и виртуальную реальность (VR). Технология AR может быть использована для того, чтобы увидеть, как будет выглядеть объект недвижимости, с помощью виртуальных туров; информационное моделирование зданий (BIM); приложения, облегчающие поиск недвижимости [15]. Сегодня требуется выработка сбалансированного подхода, при котором технологические инновации будут гармонично сочетаться с правовыми гарантиями защиты интересов субъектов персональных данных [16]. Проблема внедрения цифровых технологий находится в зоне постоянного внимания как со стороны органов государственной власти, так и различных экономических субъектов [17].

Понятие собственности на имущество включает в себя право владения – физическое обладание этим имуществом, право пользования – возможность использования имущества и получения дохода от этого использования и право распоряжения – возможность продать, обменять, подарить или иным образом распорядиться имуществом. Субъектами права муниципальной собственности объявлены городские и сельские поселения и другие муниципальные образования в целом. В качестве объектов муниципальной собственности могут выступать различные виды недвижимости, включая земельные участки, предприятия и другие имущественные комплексы, жилищный фонд и нежилые помещения, здания и сооружения производственного и непроизводственного значения и т.д. [18].

Законами субъекта РФ могут разграничиваться и полномочия между органами местного самоуправления городского округа с внутригородским делением и органами местного самоуправления внутригородских районов. Состав муниципального имущества внутригородских районов определяется законами субъектов РФ и принятыми в соответствии с ними уставами городских округов с внутригородским делением и уставами городских округов с внутригородским делением и уставами внутригородских районов в соответствии с перечнем вопросов местного значения, установленным для внутригородских районов [19]. Правовой институт муниципального имущества имеет комплексную природу, являясь производным от комплексной природы

муниципального права в целом, как отрасли в единой системе российского права, не относящейся к числу базовых отраслей права и считающейся производным образованием, возникшим в процессе развития законодательства о местном самоуправлении [20]. Муниципальное имущество учитывается в реестре, состоящем из трёх частей (Рисунок 2) [21].

Объекты учёта реестра муниципального имущества		
		
Недвижимое имущество	Движимое имущество	Сведения о муниципальных унитарных предприятиях, учреждениях и хозяйственных обществах; товариществах, акции, доли (вклады) в уставном (складочном) капитале которых принадлежат муниципальным образованиям

Рисунок 2. Объекты учёта имущества [21]

Исследования, связанные с совершенствованием системы управления муниципальным имуществом, остаются достаточно актуальными, поскольку рациональное использование объектов имущественного комплекса позволяет решать текущие задачи социально-экономического развития территории [22]. Мероприятия по совершенствованию управления муниципальным имуществом представлены в Таблице 4 [23].

Таблица 4. Задачи и мероприятия совершенствования процессов управления муниципальным имуществом*

№ п/п	Задача	Мероприятие
1	Повышение полноты, качества и достоверности сведений о муниципальном имуществе в реестре имущества	Создание универсальной аналитической системы учёта и мониторинга процессов управления муниципальной собственностью
2	Переход на взаимодействие с уполномоченными органами и электронными площадками в электронном виде без дублирования документов на бумажных носителях в целях получения актуальной базы сведений об имуществе	Перевод в цифровой формат процессов учёта и распоряжения имуществом.
3	Переход на цифровое взаимодействие и финансовыми органами, а также Федеральным казначейством, в части обмена сведениями о начислениях и поступлениях, оперативного взаимодействия с арендаторами земельных участков и объектов капитального строительства	Создание системы администрирования доходов, позволяющей обеспечить онлайн-взаимодействие с иными информационными системами

* Источник – составлено по [23].

Являясь одним из участников рынка и используя административные методы в отношении муниципальной собственности, муниципалитет обеспечивает свои интересы и интересы рыночного хозяйства в целом. Отрицательной стороной являются обязательства оплаты коммунальных

расходов по всем имущественным объектам муниципального образования. Улучшения процесса управления собственностью характеризуется созданием специализированных цифровых платформ, которые могут связывать органы власти между собой [24]. Также, под управлением муниципальной собственностью понимается процесс, направленный на развитие и эффективное использование объектов и их сохранение [25]. Изношенность объектов недвижимости либо нахождение их в непригодном для использования состоянии часто приводит к сдаче в аренду или продаже по минимальной цене [26].

Сегодня необходимо обратить внимание на вносящиеся изменения в Стратегию социально-экономического развития региона, в части касающейся управлением движимым и недвижимым имуществом и земельными участками, в т.ч. с учётом возможного получения большого земельного участка площадью 550 га в региональную собственность [27].

Планы по управлению муниципальным имуществом рассчитанные на 3 года не совсем корректны и необходимо проводить планирование как минимум на 5 (10) лет с учётом стратегии социально-экономического развития города до 2030 года [28]. АРЕНДА – ОДИН ИЗ НАИБОЛЕЕ РАЗВИТЫХ, НО ПРИ ЭТОМ СЛОЖНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ ИНСТИТУТОВ [29]. Аренда предполагает сохранение права владения и распоряжения за муниципальными органами власти над передаваемой собственностью и передачу права использования по назначению объекта имущественного комплекса арендатору [30]. В 2025 году, к аренде (в виде аукциона) подготовлены нежилые помещения (от 66,0 кв. м до 302,4 кв. м) и земельные участки [31]. Особенности правового статуса муниципальной собственности связаны с многоуровневой структурой, особым порядком учреждения, режимами использования и управления процедурами, обеспечивающими устойчивое развитие территорий [32]. Управление муниципальной собственностью представляет собой комплексный социально-экономический процесс, реализуемый органами местного самоуправления для выполнения полномочий владения [33].

Механизмы реализации муниципального имущества нуждаются в совершенствовании для достижения большей прозрачности, эффективности и получения максимального экономического эффекта [34]. В современных условиях, характеризующихся высокой динамикой социально-экономических изменений, традиционные методы распоряжения имущественным комплексом постепенно утрачивают свою эффективность, уступая место инновационным подходам [35]. Применение аналитических инструментов в реальном времени способствует повышению прозрачности и подотчетности властей [36].

Заключение

В Пермском крае в 17 отраслях реализованы 92 проекта в соответствии со Стратегией цифровой трансформации. В числе которых: цифровая образовательная платформа «Сферум»; единая информационная система здравоохранения и т.д. Автором статьи разрабатывается цифровая платформа по управлению имуществом муниципального образования город Пермь. Сама

цифровая платформа по управлению имуществом муниципального образования города Пермь основана в первую очередь на системе, представленной на UML-диаграмме.

Направления дальнейших исследований

Дальнейшее исследование, связанное с анализом процессов использования муниципального имущества с помощью цифровых технологий, видится перспективным на ближайшие годы, и автором посвящены ряд статей по данной теме.

Конфликт интересов

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список использованных источников и литературы

1. Рожков Е.В. Национальная технологическая инициатива// Академическая публицистика. 2023. № 10-1. С. 144-146.
2. Тесленко И.Б. Цифровая экономика: учеб. пособие. / И.Б. Тесленко [и др.]; Ц75 под ред. проф. И.Б. Тесленко; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: ВлГУ. 2020. – 120 с. ISBN 978-5-9984-1175-5.
3. Пряхин В.Н., Карапетян М.А., Гусев С.С. Цифровая трансформация в сервисно-эксплуатационной сфере:/В.Н. Пряхин, М.А. Карапетян, С.С. Гусев/ ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; Государственный университет «Дубна». – М.: ООО «Мегаполис», 2024. – 130 с. ISBN 978-5-6051290-4-2.
4. Дмитриева Н.Е. Цифровая трансформация в государственном управлении [Электронный ресурс]: коллект. моногр. / Н.Е. Дмитриева, А.Г. Санина, Е.М. Стырин и др.; под ред. Е.М. Стырина, Н.Е. Дмитриевой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики» – М.: ВШЭ. 2023. – ISBN 978-5-7598-2831-0.
5. Бурцев Д.С. Инфраструктура и ресурсное обеспечение цифровой экономики / Бурцев Д.С., Гаврилюк Е.С., Изотова А.Г., Лебедева А.С., Леонтьева И.Н., Литвинова Н.А., Кан Е.Н., Сатторов Ф.Э.// СПб: Университет ИТМО, 2021 – 190 с.
6. Костина И.С. Цифровизация публичного управления: учебное пособие / С.Н. Костина, Д.Л. Сивоволов, Г.А. Банных. Т.М. Резер, О.Г. Александров// МНиВО РФ, УрФУ. Екатеринбург.Урал. ун-т. 2022. – 111 с. – ISBN 978-5-7996-3570-1.
7. Ильин Б.В. Информационные системы и цифровые технологии в экономике. Конспект лекций для студентов направления подготовки 38.03.01. КГМТУ. Керчь. 2022 год. 137 с.
8. Сергеев Л.И. Теория цифровой экономики// Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для магистратуры по направлению подготовки 34.04.01. КГТУ. Калининград. 2023 год. 75 с.

9. Корнева Г.В., Демьянова А.И. Эволюция бухгалтерского учёта в условиях цифровизации экономики // Детерминанты развития экономики и общества в условиях глобальных изменений. III Международная научно-практическая конференция. МГУТиУ. Москва. 24-25 апреля 2025 года. С. 216-220.

10. Чалый А.Д. Цифровая трансформация бизнес процессов: обзор литературы // Молодые учёные экономике Дальнего востока – 2025. Сборник статей по материалам конференции молодых учёных-экономистов. ИЭИ ДВО РАН. Хабаровск. 16-17 января 2025 года. С. 170-184.

11. Подьярова З.А., Луцаева Г.М. Цифровые технологии и сохранение научно-культурного наследия на примере государственного архива Красноярского края (ГАКК) // III Степановские чтения. Формирование и развитие научного знания в России и мире: история и современность: III Международная научная конференция, приуроченная к 300-летию основания Российской академии наук. СибФУ. Красноярск. 16-17 мая 2024 года. С. 413-416.

12. Симоненко Д.А. Социальные предпосылки совершенствования подходов к конфиденциальному содействию граждан оперативным подразделениям органов внутренних дел // Общество и право. 2025. № 1(91). С. 71-77.

13. Грибанов Г.А. Аспекты внедрения цифрового платформенного решения для внедрения перспективных стандартов менеджмента и оптимизации бизнес-процессов на предприятии// Наука и глобальные вызовы: перспективы развития. II Международная научно-практическая конференция. ПГНИУ. Симферополь. 14 мая 2024 года. С. 79-84.

14. Обыденков А.Ю. Анализ ключевых компонентов цифровых платформ. Экосистемно-стейкхолдерский подход/ А.Ю. Обыденков, А.В. Козлов А.В. // Креативная экономика. 2020. Т. 4. № 12. С. 3229 – 3246.

15. Пупенцова С.В., Штырова К.А. Влияние цифровой экономики на сферу недвижимости // Бизнес и дизайн ревю. 2024. № 1(33). С. 49-56.

16. Кулапова Т.Ю., Петрова Р.Е., Проценко В.В. Правовое регулирование сферы e-commerce: интернет-торговли, электронных сделок и смарт-контрактов: учебное пособие. М.: Юстицинформ., 2025 – 166 с.

17. Сайпулаева К.Р. Актуальность использования цифровых технологий в экономике // Общественные институты и отношения в условиях кризиса глобализации: пути повышения эффективности методов социально-экономического развития. I Международная конференция. Москва. 25 марта 2025 года. С. 100-102.

18. Кухтина П.В. Государственное и муниципальное управление собственностью // Коллективная монография. П.В. Кухтина, А.Б. Моттаева. М.: Мир науки. 2014. 143 с. ISBN 978-5-99051820-8-5.

19. Сафронова А.М. Организационно-правовые основы местного самоуправления в Российской Федерации: учебное пособие // А.М. Сафронова. МНИВО РФ, УрФУ. Екатеринбург. 2019. – 139 с. ISBN 978-5-7996-2733-1.

20. Косаржевская О.Г. Муниципальное имущество как комплексный институт муниципального права. Вестник МГПУ. Серия «Юридические науки». 2012. № 1(9). С. 119-126.

21. Ковалева Ю.П. Ведение реестра муниципального имущества как механизм управления земельными ресурсами в Казачинском районе Красноярского края / Ю.П. Ковалева, В.М. Гилеев // Перспективы развития науки: землеустройство, кадастр и охрана окружающей среды. КГАУ. Красноярск. 28 февраля 2023 года. С. 99-103.

22. Шкуровская С.Р. Роль и значение цифровых платформ в социально-экономическом развитии/ С.Р. Шкуровская, П.А. Нелидова, Е.В. Кузьмина, С.А. Шевченко// Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. № 1-2(107). С. 184-186.

23. Ладыженская Т.П. Цифровизация в управлении государственной (муниципальной) собственностью, проблемы и перспективы внедрения в управлении государственным (муниципальным) имуществом на примере Ханты-Мансийского Автономного округа-Югры/ Т.П. Ладыженская// Теоретическая экономика. 2021. № 2. С. 34-45.

24. Давыдова А.Ю. Развитие государственных форм собственности в России/ А.Ю. Давыдова, Е.К. Чиркунова // Молодёжь и системная модернизация страны. 9-я Международная научная конференция студентов и молодых учёных. Курс. Вольное экономическое общество России. Т. 2. 15-16 мая 2025 года. С. 218-220.

25. Бунтовский С.Ю. Муниципальная собственность: сущность и методы эффективного управления / С.Ю. Бунтовский, К.А. Максимова, К.А. Арзуманян// Будущее науки-2025. 12-я Международная молодёжная научная конференция. В 5-ти томах. Т. 2. Курс. Вольное экономическое общество России. 17-18 апреля 2025 года. С. 236-239.

26. Свистунова Е.Ю. Проблемы и рекомендации по совершенствованию управления муниципальным имуществом на территории Пластовского муниципального района/ Е.Ю. Свистунова, И.А. Антипин// Молодёжь и XXI век – 2025. 14-я Международная молодёжная научная конференция. В 5-ти томах. Т. 2. СКФУ. Курск. 20-21 февраля 2025 года. С. 379-384.

27. Рожков Е.В. К вопросу о переходе имущества от Росимущества в региональную и муниципальную собственность // Форум молодых учёных. 2023. № 1(77). С. 179-186.

28. Рожков Е.В. Индикативное планирование роста доходной части бюджета муниципального образования на основе целевой программы управления муниципальным имуществом // Информационные технологии в управлении и экономике. 2021. № 3(28). С. 62-81.

29. Гагиев А.Г. Понятие и признаки аренды недвижимого имущества // Корпоративный юрист: магистерская научная школа. I Международная научно-практическая конференция. Современные тенденции развития информационных технологий в научных исследованиях и прикладных областях. ГТУ. Владикавказ. 27-28 марта 2020 года. С. 138-147.

30. Газзаева М.Т., Наниева Д.В. Законодательство об аренде недвижимого имущества. Актуальные проблемы права // Сборник научных статей. Том. Выпуск 11. Министерство науки и высшего образования РФ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», Владикавказ. 2021. С. 59-63.

31. Сударева Т.В. Налог на прибыль от сдачи в аренду недвижимого имущества, находящегося в оперативном управлении // Бухгалтерский учёт в бюджетных и некоммерческих организациях. 2011. № 6(270). С. 38-42.

32. Ахъядов Э. С.-М., Симбаригова Ф.М. Значение и особенности правового статуса муниципальной собственности: структура, порядок учреждения, использование, владение и управление // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых учёных. 6-я Всероссийская молодёжная конференция. В 4-х томах. Т. 2. Курск. 01 декабря 2025 года. С. 21-24.

33. Збрицкий Е.Ю. Характеристика нормативно-правового обеспечения системы управления муниципальным имуществом // Проблемы и перспективы развития системы государственного управления, бухгалтерского учёта и аудита в условиях цифровой экономики. V Международная научно-практическая конференция. Симферополь. КФУ. 20 мая 2025 года. С. 123-126.

34. Макарова А.Е. Анализ муниципальной собственности г. Магнитогорска // X Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция. Магнитогорск. 28-29 мая 2025 года. С. 111-117.

35. Пономарева А.С., Вяткина Г.Я. Управление муниципальным имуществом в условиях цифровой трансформации // Актуальные вопросы устойчивого развития государства, общества и экономики. 4-я Всероссийская научно-практическая конференция. В 2-х томах. Т. 2. Курск. КАГиМС. 24 декабря 2025 года. С. 136-141.

36. Деркач А.М. Искусственный интеллект в борьбе с коррупцией в сфере государственной и муниципальной собственности // Государственное и муниципальное управление в условиях современных вызовов. Международная научно-практическая конференция, посвящённая Дню российской науки: в 3-х ч. Луганск. ЛГУ. 12 февраля 2025 года. С. 222-228.

List of references

1. Rozhkov E.V. National Technology Initiative. Academic Publicism. 2023. No. 10-1. Pp. 144–146.

2. Teslenko I.B. Digital Economy: textbook. Vladimir: VIGU, 2020. 120 p. ISBN 978-5-9984-1175-5.

3. Pryakhin V.N., Karapetyan M.A., Gusev S.S. Digital Transformation in the Service and Operation Sector. Moscow: Megapolis LLC, 2024. 130 p. ISBN 978-5-6051290-4-2.

4. Dmitrieva N.E. Digital Transformation in Public Administration: collective monograph. Moscow: HSE, 2023. ISBN 978-5-7598-2831-0.

5. Burtsev D.S. Infrastructure and Resource Support of the Digital Economy. St. Petersburg: ITMO University, 2021. 190 p.

6. Kostina I.S. Digitalization of Public Administration: textbook. Ekaterinburg: Ural University, 2022. 111 p. ISBN 978-5-7996-3570-1.

7. Ilyin B.V. Information Systems and Digital Technologies in Economics. Lecture notes. Kerch: KSMTU, 2022. 137 p.

8. Sergeev L.I. Theory of the Digital Economy: teaching manual. Kaliningrad: KSTU, 2023. 75 p.
9. Korneva G.V., Demyanova A.I. Evolution of accounting in the context of digitalization of the economy. Determinants of Economic and Social Development in the Context of Global Changes. III International Scientific and Practical Conference. Moscow: MGUTiU, April 24–25, 2025. Pp. 216–220.
10. Chaly A.D. Digital transformation of business processes: literature review. Young Scientists for the Economy of the Far East – 2025. Khabarovsk: IEI FEB RAS, January 16–17, 2025. Pp. 170–184.
11. Podyarova Z.A., Lushchaeva G.M. Digital technologies and preservation of scientific and cultural heritage: the case of the State Archive of the Krasnoyarsk Territory (GAKK). III Stepanov Readings. Krasnoyarsk: SibFU, May 16–17, 2024. Pp. 413–416.
12. Simonenko D.A. Social prerequisites for improving approaches to confidential assistance to citizens by operational units of internal affairs bodies. Society and Law. 2025. No. 1(91). Pp. 71–77.
13. Griбанov G.A. Aspects of implementing a digital platform solution for the introduction of advanced management standards and optimization of business processes at an enterprise. Science and Global Challenges: Development Prospects. II International Scientific and Practical Conference. Simferopol: PGNIU, May 14, 2024. Pp. 79–84.
14. Obydenov [A.Yu.](#), Kozlov A.V. Analysis of key components of digital platforms. Ecosystem-stakeholder approach. Creative Economy. 2020. Vol. 4, No. 12. Pp. 3229–3246.
15. Pupentsova S.V., Shtyrova K.A. The impact of the digital economy on the real estate sector. Business and Design Review. 2024. No. 1(33). Pp. 49–56.
16. Kulapova [T.Yu.](#), Petrova R.E., Protsenko V.V. Legal Regulation of E-commerce: Internet Trade, Electronic Transactions and Smart Contracts: textbook. Moscow: Yustitsinform, 2025. 166 p.
17. Saypulaeva K.R. Relevance of using digital technologies in the economy. Public Institutions and Relations in the Context of Globalization Crisis: Ways to Improve the Efficiency of Socio-Economic Development Methods. I International Conference. Moscow, March 25, 2025. Pp. 100–102.
18. Kukhtina P.V., Mottaeva A.B. State and Municipal Property Management: collective monograph. Moscow: Mir Nauki, 2014. 143 p. ISBN 978-5-99051820-8-5.
19. Safronova A.M. Organizational and Legal Foundations of Local Self-Government in the Russian Federation: textbook. Ekaterinburg: Ural University, 2019. 139 p. ISBN 978-5-7996-2733-1.
20. Kosarzhevskaya O.G. Municipal property as a complex institution of municipal law. Bulletin of MSPU. Series "Legal Sciences". 2012. No. 1(9). Pp. 119–126.
21. Kovaleva Yu.P., Gileev V.M. Maintaining the register of municipal property as a mechanism for land resource management in the Kazachinsky district of the Krasnoyarsk Territory. Prospects for the Development of Science: Land Management,

Cadastre and Environmental Protection. Krasnoyarsk: KSAU, February 28, 2023. Pp. 99–103.

22. Shkurovskaya S.R., Nelidova P.A., Kuzmina E.V., Shevchenko S.A. The role and significance of digital platforms in socio-economic development. *Economics and Business: Theory and Practice*. 2024. No. 1-2(107). Pp. 184–186.

23. Ladyzhenskaya T.P. Digitalization in the management of state (municipal) property: problems and prospects of implementation in the management of state (municipal) property on the example of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug–Yugra. *Theoretical Economics*. 2021. No. 2. Pp. 34–45.

24. Davydova [A.Yu.](#), Chirkunova E.K. Development of state forms of property in Russia. *Youth and Systemic Modernization of the Country*. 9th International Scientific Conference of Students and Young Scientists. Kursk: Free Economic Society of Russia. Vol. 2. May 15–16, 2025. Pp. 218–220.

25. Buntovsky [S.Yu.](#), Maksimova K.A., Arzumanyan K.A. Municipal property: essence and methods of effective management. *The Future of Science-2025*. 12th International Youth Scientific Conference. In 5 volumes. Vol. 2. Kursk: Free Economic Society of Russia. April 17–18, 2025. Pp. 236–239.

26. Svistunova [E.Yu.](#), Antipin I.A. Problems and recommendations for improving municipal property management in the Plastovsky municipal district. *Youth and the 21st Century – 2025*. 14th International Youth Scientific Conference. In 5 volumes. Vol. 2. Kursk: SKFU, February 20–21, 2025. Pp. 379–384.

27. Rozhkov E.V. On the transfer of property from Rosimushchestvo to regional and municipal ownership. *Forum of Young Scientists*. 2023. No. 1(77). Pp. 179–186.

28. Rozhkov E.V. Indicative planning of the revenue growth of the municipal budget based on the target program of municipal property management. *Information Technologies in Management and Economics*. 2021. No. 3(28). Pp. 62–81.

29. Gagiev A.G. Concept and features of real estate lease. *Corporate Lawyer: Master's Scientific School*. I International Scientific and Practical Conference. Vladikavkaz: GTU, March 27–28, 2020. Pp. 138–147.

30. Gazzaeva M.T., Nanieva D.V. Legislation on real estate lease. Current problems of law. *Collection of Scientific Articles*. Vol. 11. Vladikavkaz: North Caucasian Mining and Metallurgical Institute, 2021. Pp. 59–63.

31. Sudareva T.V. Profit tax on leasing real estate under operational management. *Accounting in Budgetary and Non-Profit Organizations*. 2011. No. 6(270). Pp. 38–42.

32. Akhyadov E.S.-M., Simbarigova F.M. Significance and features of the legal status of municipal property: structure, procedure of establishment, use, possession and management. *Innovative Potential of Society Development: Young Scientists' View*. 6th All-Russian Youth Conference. In 4 volumes. Vol. 2. Kursk, December 01, 2025. Pp. 21–24.

33. Zbritsky [E.Yu.](#) Characteristics of the regulatory and legal support of the municipal property management system. *Problems and Prospects of Development of the State Management, Accounting and Audit System in the Digital Economy*. V International Scientific and Practical Conference. Simferopol: KFU, May 20, 2025. Pp. 123–126.

34. Makarova A.E. Analysis of municipal property of Magnitogorsk. X All-Russian (National) Scientific and Practical Conference. Magnitogorsk, May 28–29, 2025. Pp. 111–117.

35. Ponomareva A.S., Vyatkina G.Ya. Municipal property management in the context of digital transformation. Current Issues of Sustainable Development of the State, Society and Economy. 4th All-Russian Scientific and Practical Conference. In 2 volumes. Vol. 2. Kursk: KAGiMS, December 24, 2025. Pp. 136–141.

36. Derkach A.M. Artificial intelligence in the fight against corruption in the sphere of state and municipal property. State and Municipal Management in the Context of Modern Challenges. International Scientific and Practical Conference dedicated to the Day of Russian Science: in 3 parts. Lugansk: LGU, February 12, 2025. Pp. 222–228.

АРТЕЕВ М. С.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПАТТЕРНОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ
РАСШИРЯЕМОГО ROGUELITE-КОМПЛЕКСА**

УДК 004.42:794.8, ГРНТИ 50.41.25

Статья поступила в редакцию 18.06.2026

Применение проектных паттернов при
построении расширяемого Roguelite-
комплекса

Applying design patterns when
building an extensible Roguelite
complex

М. С. Артеев

M. S. Arteev

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,
Ukhta

В статье представлена работа по проектированию и разработке игрового программного комплекса Nightmare Hunters в жанре Roguelite для платформы Windows. Анализ предметной области показал, что Roguelite-игра строится на повторяемых попытках прохождения, бое в реальном времени и развитии персонажа в пределах попытки, а ведущие аналоги являются закрытыми коммерческими продуктами, на которых нельзя проверить собственные проектные решения. Для комплекса спроектирована слоистая архитектура с разделением игровой логики, данных и представления и реализован базовый игровой цикл: управление персонажем, боевые механики, награды и сохранение прогресса. Разработка собственного комплекса с расширяемой архитектурой позволяет наращивать состав персонажей, способностей, противников и комнат без переработки базовой логики и подтверждена функциональным и автоматизированным тестированием.

The article presents the work on the design and development of the Nightmare Hunters game software complex, a Roguelite for the Windows platform. The analysis of the subject area showed that a Roguelite game is built on repeatable play-through attempts, real-time combat and in-run character progression, while the leading analogues are closed commercial products on which one cannot verify one's own design decisions. A layered architecture separating game logic, data and presentation was designed for the complex, and the core gameplay loop was implemented: character control, combat mechanics, rewards and progress saving. Developing an in-house complex with an extensible architecture makes it possible to expand the set of characters, abilities, enemies and rooms without reworking the core logic, which was confirmed by functional and automated testing.

Ключевые слова: видеоигра, Roguelite, Nightmare Hunters, игровой программный комплекс, одиночный игровой процесс, игровая сессия, боевые механики, развитие персонажа, комнатное прохождение

Keywords: video game, Roguelite, Nightmare Hunters, game software suite, single-player gameplay, game session, combat mechanics, character progression, room-based progression

Введение

Разработка компьютерных игр относится к прикладным направлениям программной инженерии, где качество конечного продукта определяется не только визуальным исполнением, но и устойчивостью программной структуры. Для пользователя игра воспринимается через отзывчивое управление, корректную обработку боевых действий, понятную работу интерфейса, сохранение прогресса и предсказуемые переходы между игровыми состояниями.

Сегмент игр жанра Roguelite растёт и оценивается приблизительно в 4,3 миллиарда долларов в год [1]. При этом ведущие игры жанра являются коммерческими продуктами, их внутреннюю реализацию нельзя изучить или проверить, поэтому собственные проектные решения апробировать не на чем. Разработка собственного игрового программного комплекса с открытой расширяемой архитектурой вносит вклад в становление российского геймдева и примыкает к направлению интерактивных программных комплексов на игровых движках, например, VR-тренажёру правил безопасности в нефтяных шахтах, разработанному на кафедре [2].

Целью работы является разработка игрового программного комплекса Nightmare Hunters в жанре Roguelite для платформы Windows с настраиваемой сложностью прохождения комнат и гибкой системой модификации способностей и предметов. Для достижения поставленной цели решены задачи: проектирование масштабируемой архитектуры приложения, разработка боевой системы и искусственного интеллекта противников, реализация подсистемы способностей и статусных эффектов, системы экономики и инвентаря, генерации уровней и единого игрового цикла, а также тестирование и отладка программного продукта.

Предпроектное обследование

Игры жанра Action Roguelite объединяют бой в реальном времени и зависимость результата от действий игрока с сессионной структурой повторяемых попыток прохождения («забегов»), вариативностью, временным развитием персонажа в пределах попытки и метапрогрессом между попытками. Для таких игр важна не случайность сама по себе, а управляемое изменение игрового процесса: выбор комнаты, награды или усиления реализуется методами процедурной генерации контента и подчиняется алгоритмическим правилам [3]. В Nightmare Hunters процедурно формируется не геометрия уровня, а последовательность и связи игровых ситуаций, собираемых в граф комнат.

Предметная область находится на границе геймдизайна и программной инженерии: игра рассматривается как система правил и осмысленных действий пользователя [4].

Проблема разработки заключается в необходимости создать расширяемую структуру Roguelite-игры, в которой игровые правила, данные, интерфейс, боевые механики и сохранение прогресса не зависят напрямую от конкретных сцен и отдельных реализаций. Проект ограничивается одиночным локальным режимом; сетевой режим, серверная авторизация, онлайн-рейтинги и коммерческая монетизация в его состав не входят.

Игровой сценарий прохождения

Минимальный проверяемый сценарий Nightmare Hunters включает полный путь пользователя от запуска приложения до завершения попытки: ввод игрока вызывает действие, действие изменяет состояние игры, результат отображается через интерфейс, а значимые результаты переходят в сохраняемый прогресс. Основные этапы сценария приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Основные этапы игрового сценария Nightmare Hunters

№	Этап	Содержание
1	Запуск приложения	Открывается главное меню, интерфейс принимает команды
2	Выбор или создание профиля	Игрок выбирает либо создаёт локальный профиль
3	Формирование забега	Фиксируются персонаж, сложность и улучшения, формируется исходное состояние
4	Управление персонажем	Перемещение, атака, способности и взаимодействия в реальном времени
5	Боевой эпизод	Действия игрока и противников изменяют здоровье, эффекты и состояние комнаты
6	Завершение комнаты	После выполнения условий формируется награда
7	Переход или завершение	Загружается следующая комната согласно маршруту, либо сессия завершается

Обзор аналогов

Для анализа выбраны три близких по жанру проекта: Wizard of Legend [8], Enter the Gungeon [9] и Soulstone Survivors [10]. Wizard of Legend важен системой активных способностей и комбинаций, Enter the Gungeon – комнатной структурой и циклом «бой – зачистка – награда», Soulstone Survivors – волновыми столкновениями и развитием персонажа внутри попытки. Сравнение приведено в Таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ аналогов

Критерий	Nightmare Hunters	Wizard of Legend	Enter the Gungeon	Soulstone Survivors
Жанровая основа	Roguelite	Подземелья, роуглайк	Подземелья, «пулевой ад»	Action Roguelite, арена
Боевая модель	Атаки, способности, столкновения	Магический бой, комбинации	Стрельба, уклонения, снаряды	Волны, навыки, синергия
Структура прохождения	Дискретные комнаты	Боевые зоны	Комнаты и этажи	Открытая арена, волны
Развитие персонажа	Усиления в пределах попытки	Заклинания, реликвии	Оружие, предметы	Навыки, оружие, метапрогресс

Ни один из проектов не является прямым образцом, а их закрытость не позволяет проверять собственные проектные решения. Поэтому от аналогов берутся отдельные жанровые ориентиры, а Nightmare Hunters разрабатывается как контролируемый Roguelite-цикл с возможностью дальнейшего расширения.

Результат разработки системы

При выборе структурной организации рассматривались монолитная сценарная структура на компонентах MonoBehaviour и слоистая архитектура. Первый вариант удобен на этапе раннего прототипирования, но при росте проекта привязка доменных правил к сценарным сценариям повышает связанность и подверженность каскадным ошибкам. Для Nightmare Hunters выбрана слоистая архитектура с разделением игровой логики, инфраструктурных сервисов, представления и данных, что соответствует принципу управления направлением зависимостей [6]. Выделены четыре области: Core (доменная логика – расчёт урона, здоровье, эффекты, способности, комнаты, награды, инвентарь), Infrastructure (ввод, сохранения, настройки, локализация, загрузка сцен), Presentation (MonoBehaviour-адаптеры, HUD, визуальные эффекты, коллайдеры, префабы) и Installers (композиция зависимостей). Слой Core не обращается к иерархии сцены и не создаёт префабы; объекты представления получают данные от сервисов и передают команды обратно, но не становятся источником правил. Логическая архитектура приведена на Рисунке 1.

Связывание компонентов выполняется через внедрение зависимостей (Zenject) на трёх точках композиции: ProjectInstaller (сервисы, сохраняемые между сценами), MenuInstaller (главное меню) и GameInstaller (зависимости игровой сцены). В подсистемах применён ряд проектных решений, обобщённых в Таблице 3 [5, 7].

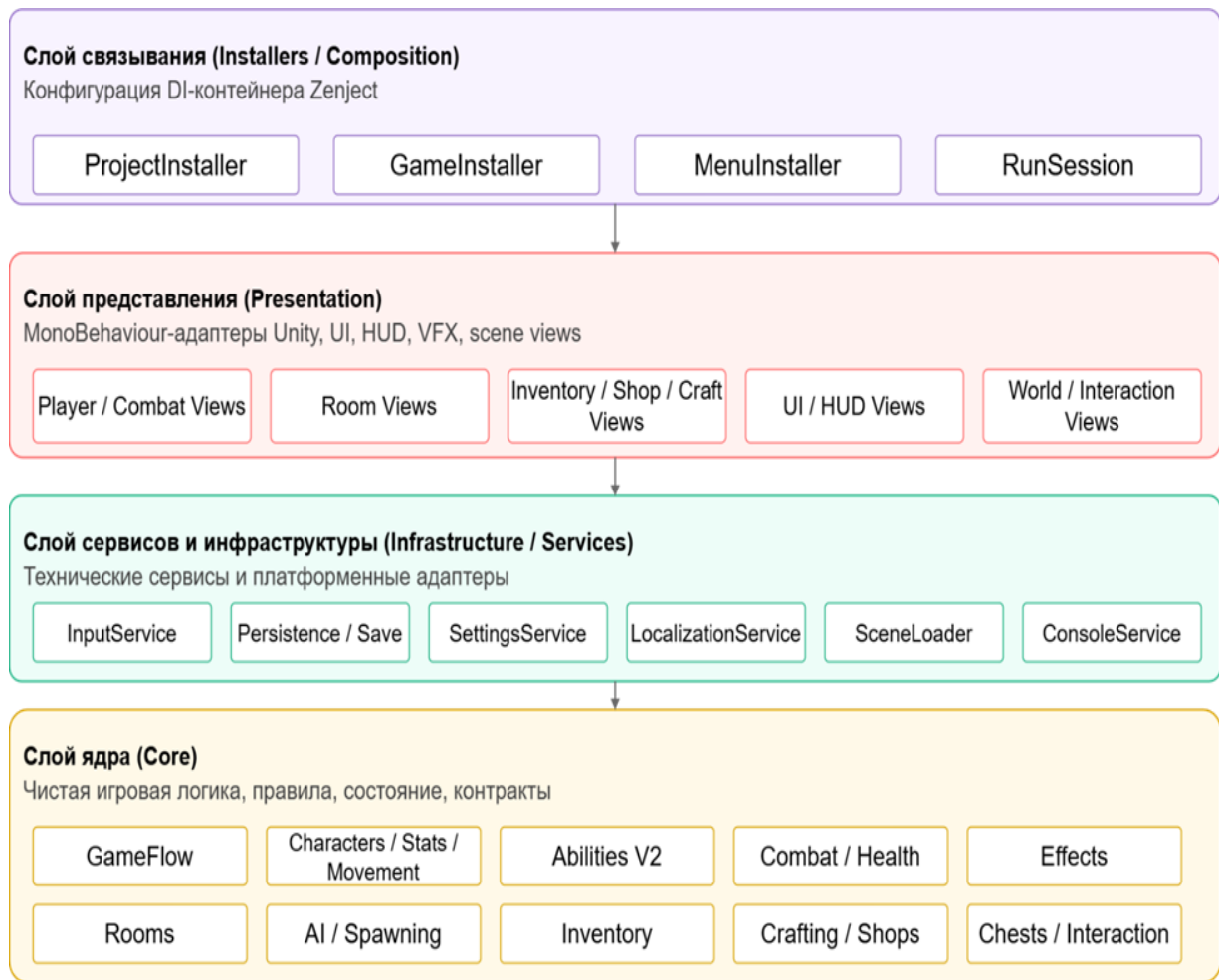


Рисунок 1. Логическая архитектура

Таблица 3. Проектные решения подсистем Nightmare Hunters

Область	Проектное решение	Назначение
1	2	3
Действия персонажа	Command	Единое представление атак, способностей и взаимодействий
Способности	Request	Передача сценовых запросов из Core в Presentation без зависимости от префабов
Противники	Strategy	Выбор поведения через профили и стратегии искусственного интеллекта
Жизненный цикл приложения	State	Управляемые переходы между состояниями (меню, загрузка, забег, поражение, победа)
Здоровье, смерть, награды	Observer	Реакция подсистем на изменение состояния без жёстких прямых связей
Игровой контент	Data-Driven Design	Задание способностей, эффектов, предметов, комнат и противников через данные
Доступ к данным	Repository / Storage Adapter	Изоляция способа хранения от игровой логики

Вариативность забега обеспечивается процедурной сборкой маршрута из заранее подготовленных комнат. Генератор RoomRunMapGenerator формирует абстрактный граф забега на слое Core, без зависимости от сценых объектов Unity. В текущей конфигурации маршрут содержит 12 небоссовых комнат и завершается боссом, узлы распределяются по 4 дорожкам, на выходе предлагаются до 2 переходов, 3 комнаты гарантированы, на каждый путь приходится не менее 6 боевых и не более 2 элитных комнат. Параметры вынесены в сериализуемые определения, что позволяет менять длину, число дорожек и состав комнат без правки кода [3]. Генерация детерминирована: явное зерно (seed) и состояние генератора случайных чисел включаются в данные сохранения RunSaveData, что позволяет восстановить незавершённый забег с тем же маршрутом. Диаграмма генератора графа приведена на Рисунке 2.



Рисунок 2. Генератор графа маршрута забега

Информационная база не строится на выделенной СУБД. Статические игровые данные (персонажи, способности, эффекты, противники, комнаты, предметы, награды, рецепты, магазины) задаются ScriptableObject-ресурсами и связываются через централизованные реестры, что соответствует подходу, управляемому данными. Каждая способность задаётся ресурсом

GameplayAbilityDefinition и обрабатывается общим экземпляром GameplayAbilityInstance, который проверяет перезарядку, заряды и состояние персонажа, но не создаёт объекты сцены напрямую: сценовое исполнение делегируется обработчикам уровня Presentation через типизированные запросы. Добавление новой способности или предмета не требует изменения логики сцены и повторной компиляции проекта.

Для боя в реальном времени критична корректная маршрутизация ввода. Реализована стековая блокировка игровых действий InputLockScope: открытие модального окна (инвентарь, экран награды, пауза) помещает блокировку в стек, и пока стек непуст, сервис ввода InputService отдаёт пустой снимок, а команды боя и перемещения не доходят до игровой логики. Это исключает ситуацию, когда одно нажатие одновременно выбирает элемент интерфейса и активирует действие персонажа.

Локальное сохранение защищено от сбоя и подмены. Запись выполняется атомарно: данные помещаются во временный файл, прежняя версия переводится в резервную копию, и только затем временный файл переименовывается в основной. Содержимое сохранения защищено криптоконвертом: применяется симметричное шифрование AES-256 в режиме CBC с дополнением PKCS7, а подлинность проверяется HMAC-SHA256. Ключи шифрования и аутентификации разделены и вырабатываются по схеме, аналогичной HKDF, с учётом фиксированной соли, версии структуры и вида сохранения; при каждой записи создаётся новый случайный 16-байтовый вектор инициализации. В расчёт тега добавляются связанные данные (сигнатура BNH_SAVE, тип и версия сохранения), что предотвращает атаки замещения, а сравнение тегов выполняется за фиксированное время. Любое изменение метаданных, зашифрованного блока или тега делает загрузку невозможной; при обнаружении вмешательства система переходит в безопасное состояние без аварийного завершения. Внешний вид игрового процесса и экрана результата приведён на Рисунках 3 и 4.

Работоспособность демонстрационной версии проверена двумя способами. Модульное тестирование (Unity Test Framework, режим EditMode) охватило шесть групп компонентов: боевую логику (DamageSystem, HealthSystem, DamageContext), эффекты и модификаторы (EffectSystem), игровой ввод (InputService, InputLockScope), комнаты и награды (RoomRoutePlanner и сервисы наград), инвентарь и предметы (InventorySystem, ItemDropService) и сохранение данных (ProfileService, RunSession, JsonRunSaveStorage); все группы выполнили ожидаемые операции без критических ошибок. Функциональное и интеграционное тестирование выполнялось по пользовательским сценариям; результаты приведены в Таблице 4.

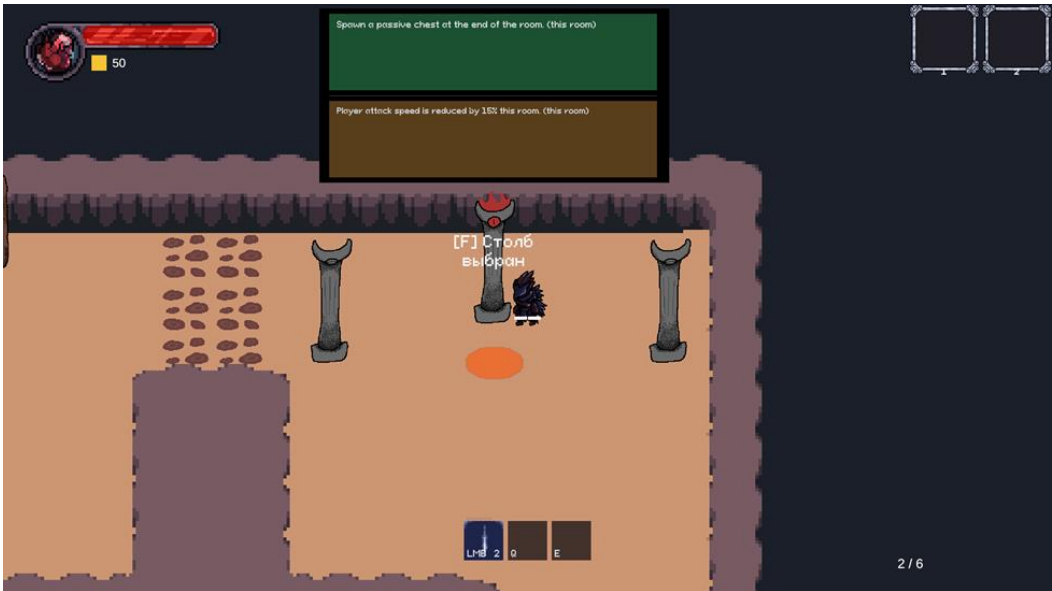


Рисунок 3. Игровой процесс Nightmare Hunters

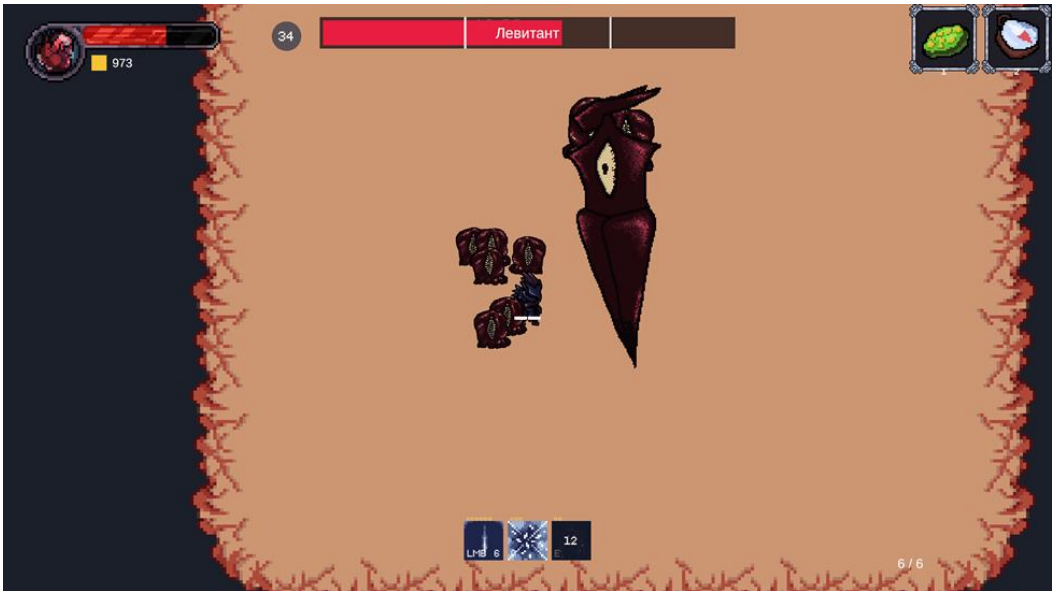


Рисунок 4. Бой с боссом в конце прохождения

Таблица 4. Результаты функционального тестирования

№	Проверяемый сценарий	Фактический результат	Статус
1	2	3	4
1	Запуск приложения	Главное меню загружается штатно	Пройден
2	Создание локального профиля	Профиль создаётся и сохраняется локально	Пройден
3	Выбор существующего профиля	Профиль применяется при запуске прохождения	Пройден
4	Запуск новой игровой сессии	Сцена RoomModeMVP загружается, сессия инициализируется	Пройден

Продолжение Таблицы 4

1	2	3	4
5	Управление персонажем	Перемещение, атака и действия выполняются корректно	Пройден
6	Боевое взаимодействие	Противники получают урон, здоровье обновляется	Пройден
7	Завершение боевого эпизода	Завершение комнаты фиксируется системой	Пройден
8	Получение награды	Награда отображается и применяется к состоянию	Пройден
9	Переход к следующей комнате	Переход выполняется через интерактивный объект	Пройден
10	Работа интерфейсных режимов	Команды боя и перемещения блокируются при модальном окне	Пройден
11	Сохранение локального прогресса	Данные доступны при повторном запуске	Пройден
12	Завершение игровой сессии	Сессия завершается без зависания и неопределённого состояния	Пройден

Все двенадцать функциональных сценариев пройдены. Отдельно подтверждены два критичных для жанра сценария: при открытых интерфейсных окнах игровой ввод корректно блокируется, а проверка сохранения через создание профиля, изменение состояния прохождения и повторное обращение к данным показала восстановление значимых данных без ручного редактирования файлов и без аварийного завершения приложения.

Заключение

Разработан игровой программный комплекс Nightmare Hunters в жанре Roguelite для платформы Windows, реализующий базовый цикл одиночного прохождения: управление персонажем, боевые взаимодействия, получение наград, переходы между комнатами и сохранение прогресса. Слоистая архитектура и подход, управляемый данными, позволяют расширять состав персонажей, способностей, противников и комнат без переработки базовой логики; детерминированная процедурная генерация обеспечивает вариативность и восстановление забега, а защита сохранений на основе AES-256-CBC и HMAC-SHA256 обеспечивает обнаружение подмены и устойчивость к сбоям. Работоспособность подтверждена функциональным и автоматизированным тестированием.

Дальнейшее развитие проекта связано с расширением набора персонажей, противников, способностей, предметов и комнат, балансировкой системы наград, улучшением визуального и звукового сопровождения и расширением набора автоматизированных тестов.

Список использованных источников и литературы

1. DataIntelto. Roguelite Games Market Research Report // DataIntelto. 2026. URL: <https://dataintelto.com/report/roguelite-games-market> (дата обращения: 20.05.2026).
2. Болотов И. Г., Рочев К. В. VR-тренажер правил безопасности в нефтяных шахтах // Информационные технологии в управлении и экономике. 2022. № 1. С. 77–86. URL: <http://itue.ru/Issue/Article/194>.
3. Shaker N., Togelius J., Nelson M. J. Procedural Content Generation in Games. Cham: Springer, 2016. 237 p. DOI: 10.1007/978-3-319-42716-4.
4. Salen K., Zimmerman E. Rules of Play: Game Design Fundamentals. Cambridge: MIT Press, 2003. 688 p.
5. Nystrom R. Game Programming Patterns. 2014. URL: <https://gameprogrammingpatterns.com/> (дата обращения: 26.04.2026).
6. Martin R. C. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Boston: Prentice Hall, 2018. 432 p.
7. Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture. Boston: Addison-Wesley Professional, 2002. 560 p.
8. Wizard of Legend // Contingent99: press kit. URL: https://wizardoflegend.com/press/wizard_of_legend/index.html (дата обращения: 30.05.2026).
9. Enter the Gungeon // Devolver Digital. URL: <https://www.devolverdigital.com/games/enter-the-gungeon> (дата обращения: 30.05.2026).
10. Soulstone Survivors // Steam. URL: https://store.steampowered.com/app/2066020/Soulstone_Survivors/ (дата обращения: 30.05.2026).

List of references

1. DataIntelto. Roguelite Games Market Research Report. DataIntelto. 2026. Available at: <https://dataintelto.com/report/roguelite-games-market> (accessed 20.05.2026).
2. Bolotov I.G., Rochev K.V. VR simulator of safety rules in oil mines. Information Technologies in Management and Economics. 2022. No. 1. Pp. 77–86. Available at: <http://itue.ru/Issue/Article/194>.
3. Shaker N., Togelius J., Nelson M.J. Procedural Content Generation in Games. Cham: Springer, 2016. 237 p. DOI: 10.1007/978-3-319-42716-4.
4. Salen K., Zimmerman E. Rules of Play: Game Design Fundamentals. Cambridge: MIT Press, 2003. 688 p.
5. Nystrom R. Game Programming Patterns. 2014. Available at: <https://gameprogrammingpatterns.com/> (accessed 26.04.2026).
6. Martin R.C. Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Boston: Prentice Hall, 2018. 432 p.
7. Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture. Boston: Addison-Wesley Professional, 2002. 560 p.

8. Wizard of Legend. Contingent99: press kit. Available at: https://wizardoflegend.com/press/wizard_of_legend/index.html (accessed 30.05.2026).

9. Enter the Gungeon. Devolver Digital. Available at: <https://www.devolverdigital.com/games/enter-the-gungeon> (accessed 30.05.2026).

10. Soulstone Survivors. Steam. Available at: https://store.steampowered.com/app/2066020/Soulstone_Survivors/ (accessed 30.05.2026).

УЛЯШЕВ Н. П., КУДРЯШОВА О. М.
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НОТНОЙ ГРАМОТЕ
С ИНТЕРВАЛЬНЫМ ПОВТОРЕНИЕМ

УДК 004.9:378:78, ГРНТИ 50.41.25

Статья поступила в редакцию 19.06.2025

Мобильное приложение для обучения
нотной грамоте с интервальным
повторением

Mobile application for teaching
musical notation with interval
repetition

Н. П. Уляшев, О. М. Кудряшова

**N. P. Ulyashev,
O. M. Kudryashova**

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,
Ukhta

В статье рассказывается о разработке мобильного приложения для обучения нотной грамоте. Цель системы – дать пользователям возможность изучать нотную грамоту в свободное время с помощью интерактивного непрерывного процесса обучения с использованием интервальных повторений и уведомлений об изучении материала. Особенно важен метод интервального запоминания: он позволяет повторять материал до того, как он забудется, и тем самым улучшает его сохранение в долговременной памяти. Приложение включает в себя теоретические уроки, тесты, эмулятор фортепиано с двумя режимами обучения и статистику успеваемости. Оно предназначено для начинающих любого возраста.

This article presents the design and development of a mobile application for teaching musical notation. The system aims to enable users to learn musical notation in their spare time through an interactive, continuous learning process featuring scheduled intervals and study notifications. The use of the interval-based memorization method is particularly important: it allows material to be reviewed before it is forgotten and thus improves retention in long-term memory. The application includes theory lessons, tests, a piano emulator with two training modes, and learning statistics, and is intended for beginners of any age.

Ключевые слова: мобильное приложение, нотная грамота, интервальное обучение

Keywords: mobile application, musical notation, interval learning

Введение

Музыка сопутствует человеку на протяжении всей истории развития человечества. И многие люди хотят не просто слушать музыку, но и исполнять её, для чего необходимы знания и навыки. Одним из которых является умение читать ноты. Нотная грамота – это универсальный язык музыки, ключ к пониманию и исполнению музыкальных произведений [4].

Для многих людей процесс изучения нотной грамоты может быть сложным и трудоёмким. Традиционные методы обучения, такие как занятия с преподавателем, работа с учебниками и нотными тетрадями требуют временных и финансовых затрат, поэтому не всегда есть возможность такого обучения. В век цифровых технологий и онлайн-образования возникает потребность в новых, более современных и эффективных способах обучения. Одним из таких способов является использование музыкального тренажёра, который позволит обучающимся освоить нотную грамоту в интерактивной и увлекательной форме в свободное время. Поэтому разработка мобильного приложения «Обучение нотной грамоте» является актуальной и будет востребована аудиторией, заинтересованной таким обучением.

Целью создания системы является обеспечение возможности обучения нотной грамоте в свободное время, в интерактивной форме, с непрерывным процессом обучения с определенным интервалом и уведомлением об обучении. А также предоставление пользователям структурированных уроков, упражнений и игровых элементов, которые помогут им научиться читать и понимать ноты, развивать навыки слуха и ритма, а также помогут повысить общую музыкальную грамотность. Для закрепления пройденных уроков будет использован метод интервального обучения.

Выбор разработки мобильного приложения для этого процесса обоснован тем, что является удобной платформой для подачи материала. В этой связи, в рамках данного проекта, предлагается создание системы, позволяющей играть на эмуляторе пианино, проходить тесты, изучать теорию, просматривать результаты обучения, заниматься интервально.

Предпроектное обследование

Основные направления, которые необходимо рассмотреть при разработке проекта следующие:

• Музыкальная теория

Музыкальная теория – это основа для понимания и создания музыки. Она включает в себя множество элементов, которые необходимо освоить для уверенного чтения нот и игры на музыкальных инструментах. Рассмотрим основные темы музыкальной теории:

- Ноты и их значения: изучение высоты звука.
- Нотный стан и ключи: понимание скрипичного, басового и других ключей, расположение нот на нотном стане.
- Ритм и метрика: изучение размеров (2/4, 3/4, 4/4 и т.д.), акцентов и ритмических паттернов.

- Тональности и аккорды: изучение мажорных и минорных тональностей, построение аккордов и гармонических последовательностей.
- Динамика и артикуляция: понимание динамических обозначений (*piano*, *forte* и т.д.) и различных видов артикуляции (легато, стаккато и др.).

• Обучающие материалы

Обучающие материалы представляют собой структурированные уроки, которые постепенно вводят пользователей в мир музыкальной теории и практики. Основные компоненты включают:

Теоретические уроки: последовательные объяснения основных понятий музыкальной теории с использованием текстов, диаграмм и примеров.

Визуальные и аудио-примеры: демонстрация нот и музыкальных фрагментов, аудиозаписи для прослушивания и анализа.

Интерактивные упражнения: задания для практики распознавания и записи нот, ритмов, аккордов и других элементов музыки. Например, задания на определение нот на нотном стане или ритмические диктанты.

• Интервальное обучение

Интервальное повторение – высокоэффективный метод запоминания и изучения информации через систематические промежутки времени [2,3]. Интервальное повторение позволяет повторять материал до того, как он забудется, что способствует лучшему сохранению информации в долгосрочной памяти.

Немецкий психолог Герман Эббингауз изучал работу памяти и построил кривую забывания материала, показывающую как долго в памяти хранится новая информация (Рисунок).

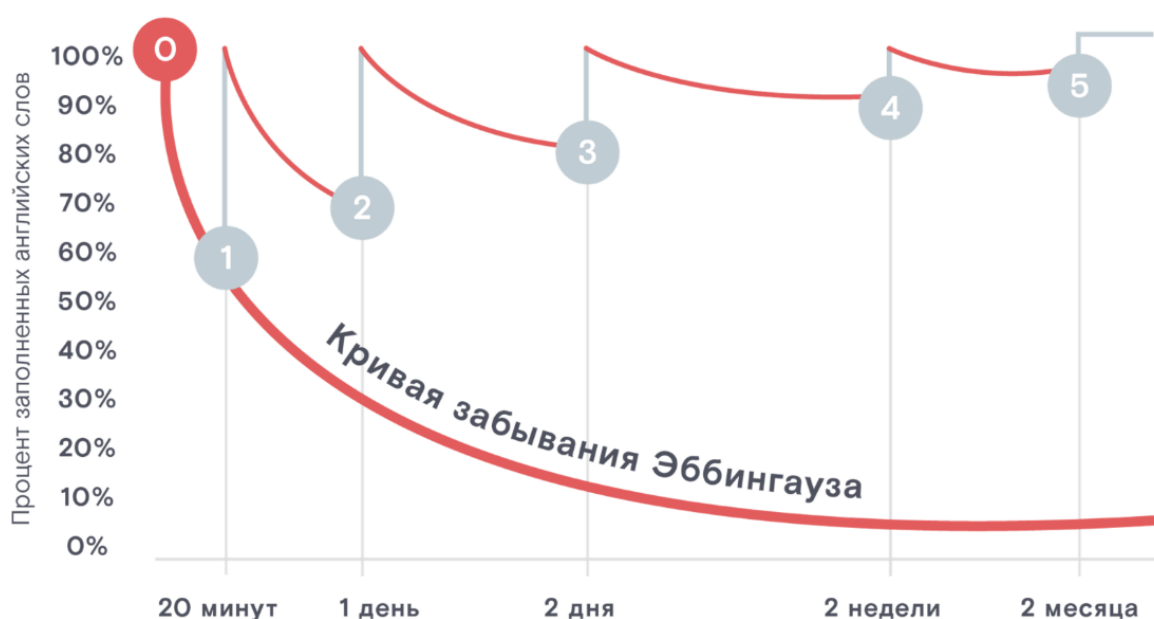


Рисунок 1. Кривая забывания Эббингауза

• Пользовательский интерфейс

Интерфейс пользователя (User Interface, далее – UI) играет ключевую роль в обеспечении удобства и доступности программы. Основные элементы интерфейса включают:

- Главная панель навигации: обеспечивает доступ ко всем основным разделам программы (уроки, упражнения, игры, настройки и т.д.).
- Окно урока: отображает теоретический материал и примеры, позволяет пользователю переходить между различными разделами урока.
- Окно упражнений: предоставляет интерфейс для выполнения заданий, включает нотный стан, клавиатуру (виртуальную или подключаемую MIDI), элементы управления (кнопки проигрывания, записи и т.д.).
- Статистика и прогресс: отображает достижения пользователя, его прогресс в выполнении заданий.

• Игровые элементы

Геймификация обучения является важным аспектом проекта, направленным на повышение мотивации и вовлеченности пользователей. Включает:

- Задания: ежедневные и еженедельные задания, направленные на поддержание интереса и регулярности занятий.
- Тренажёры: тренировка правильного нажатия клавиш на эмуляции пианино

• Адаптивное обучение

Адаптивное обучение позволяет подстраивать процесс обучения под индивидуальные потребности и уровень подготовки каждого пользователя. Основные компоненты:

- Анализ результатов: система, отслеживающая выполнение упражнений пользователем, анализирующая ошибки и достижения.

• Техническая реализация

Техническая реализация проекта включает использование современных технологий и инструментов для разработки программного обеспечения. Основные аспекты:

- Платформа: разработка мобильных приложений для Android, что обеспечивает доступ к тренажёру с различных устройств.
- Обработка аудио: технологии для распознавания и воспроизведения музыкальных фрагментов, возможно, использование MIDI интерфейса для взаимодействия с музыкальными инструментами.
- Обратная связь: системы уведомлений и сообщений для поддержки пользователей, предоставление рекомендаций и напоминаний о занятиях.

• Безопасность и конфиденциальность

Безопасность и конфиденциальность данных пользователей являются важными аспектами проекта. Поэтому в приложении данные пользователей хранятся только локально (SQLite) и не передаются на сервер.

Проект "Обучение нотной грамоте" охватывает широкий спектр знаний и навыков, необходимых для понимания и исполнения музыки. Включение интерактивных и адаптивных элементов, геймификация процесса обучения создают условия для эффективного и увлекательного освоения нотной грамоты. Техническая реализация проекта требует использования современных технологий и инструментов для обеспечения доступности и функциональности на различных платформах.

Обзор аналогов

Можно выделить несколько аналогов разрабатываемого приложения. Учитывая привязанность к нотам, аналогом будет являться любое обучающее нотной грамоте мобильное приложение:

- «Clefs: Чтение музыки с листа»,
- «Functional Ear Trainer»,
- «Simply piano».

Таблица 1. Сопоставление требований к системе мобильного приложения и его аналогов

Требования к системе	Clefs: Чтение музыки с листа	Functional Ear Trainer	Simply piano	Обучение нотной грамоте
Добавление теоретического обучения нотной грамоте	+	-	+	+
Добавление практическое обучение на эмуляции пианино	-	-	+	+
Прохождение тестов	+	+	+	+
Формирование статистики пользователя	+	+	+	+
Формирование уведомления интервального обучение	-	-	-	+

Functional Ear Trainer – приложение, созданное для новичков в области музыки. Обучает различать тона в контексте заданной музыкальной тональности. Пользователь начинает распознавать роль (или функцию) каждой ступени в этой тональности, которая крайне схожа с ее ролью в других тональностях этого же лада.

Simply piano – быстрый и неформальный путь изучения игры на фортепьяно, от новичка до профессионала. Встроено множество классических песен. Большая теоретическая база. Приложение требует подключение к электронному пианино или клавиатуре.

Clefs: Чтение музыки с листа – обучает чтению и записи нотного стана, что делает его идеальным решением для тех, кто хочет научиться читать музыку. Для абсолютных новичков. Приложение имеет огромную теоретическую базу знаний, а также множество тестов для обучения нотной грамоте.

Проанализировав все вышеперечисленные аналоги, можно составить таблицу требований к системе (Таблица 1).

Как видно из таблицы, в некоторых аналогах отсутствует практическое обучение, а уведомление об интервальном обучении нет у представленных аналогов. Поэтому требуется собственная разработка для реализации этой важной функции.

Проектирование системы

В рамках проектирования системы было проведено функциональное моделирование и построены диаграммы потоков данных «Как должно быть» контекстного и системного уровней [7] (Рисунок 2, 3).

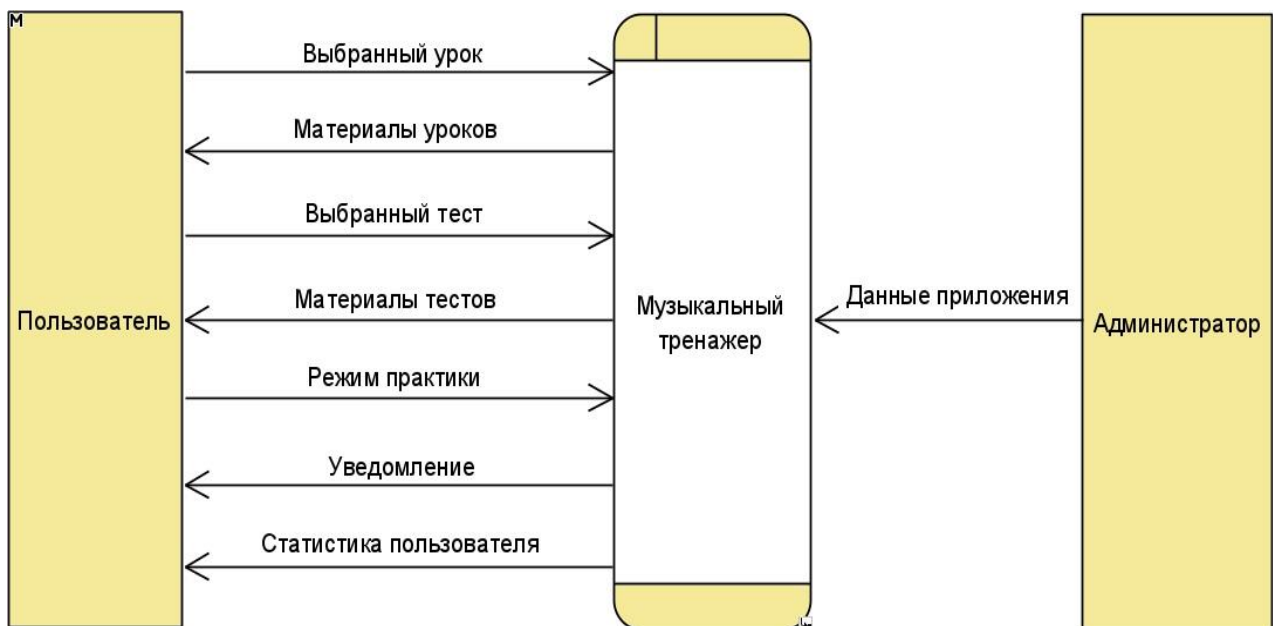


Рисунок 2. DFD контекстного уровня

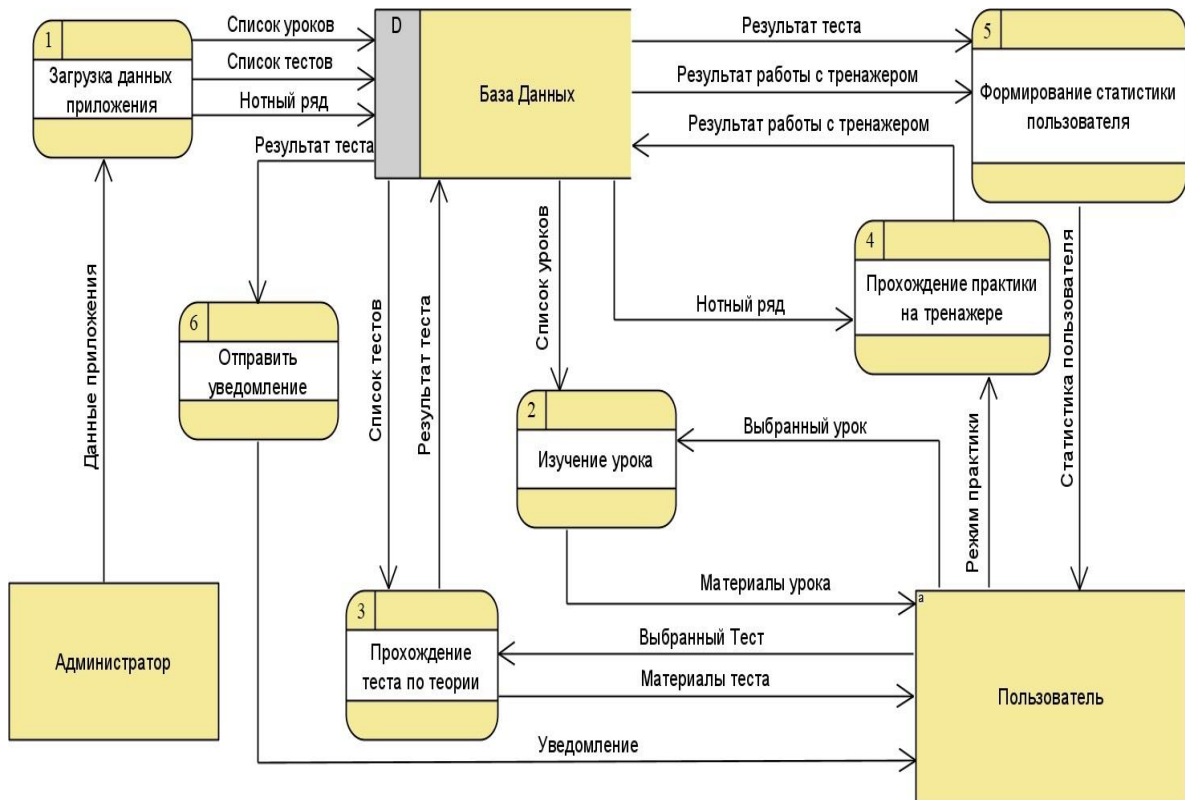


Рисунок 3. DFD системного уровня

В рамках моделирования базы данных была построена логическая модель базы данных (Рисунок 4).

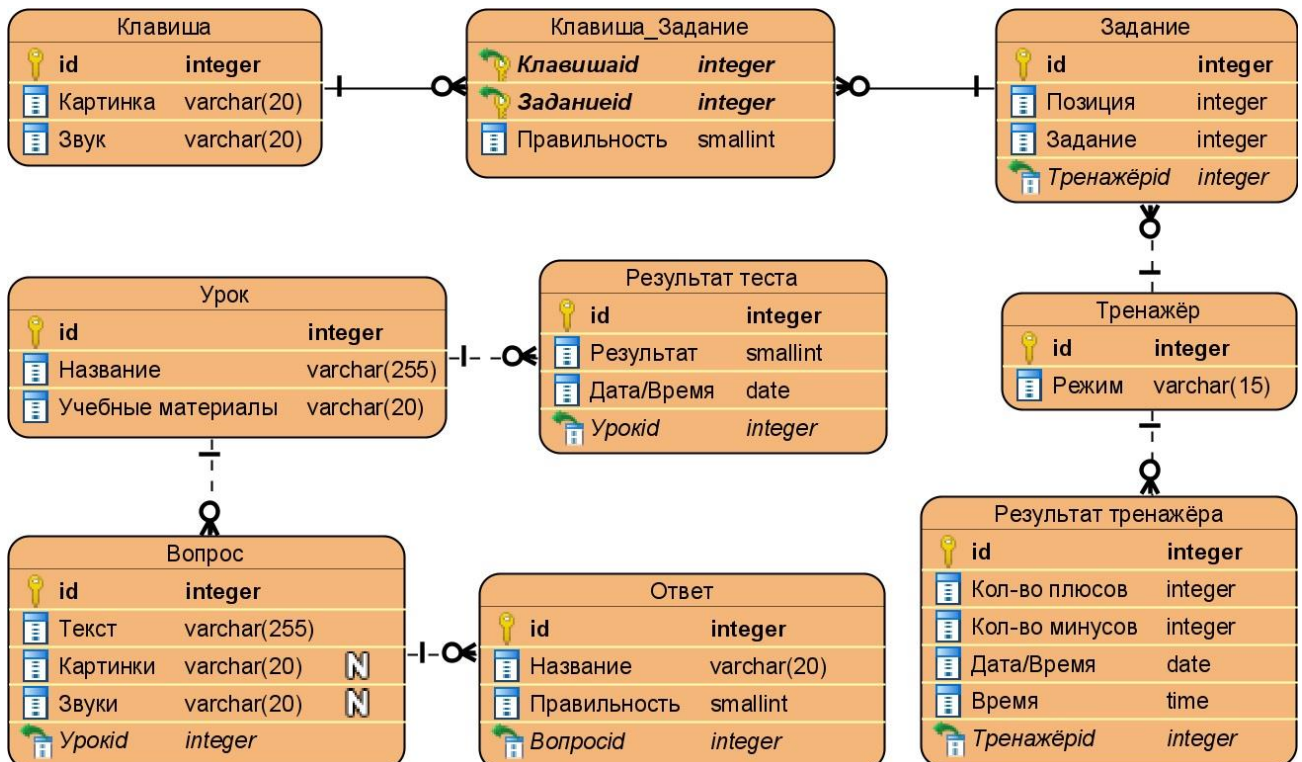


Рисунок 4. Логическая модель базы данных

Выбор средств разработки

При выборе средств разработки стоит опираться на их доступность.

Поэтому выбраны следующие средства разработки:

- Язык программирования – Java [6].
- Среда разработки – Android Studio [5].
- СУБД –SQLite [1].

Выбор такой компактной СУБД как SQLite [1] обусловлен тем, что мобильное приложение «Обучение нотной грамоте» хранит небольшое количество данных в виде учебных материалов, звуков и картинок.

Результат разработки

При входе в приложение нас встречает окно со списком уроков (Рисунок 5). Выбрав урок, пользователь видит обучающие материалы и начинает теоретическое обучение нотной грамоте.

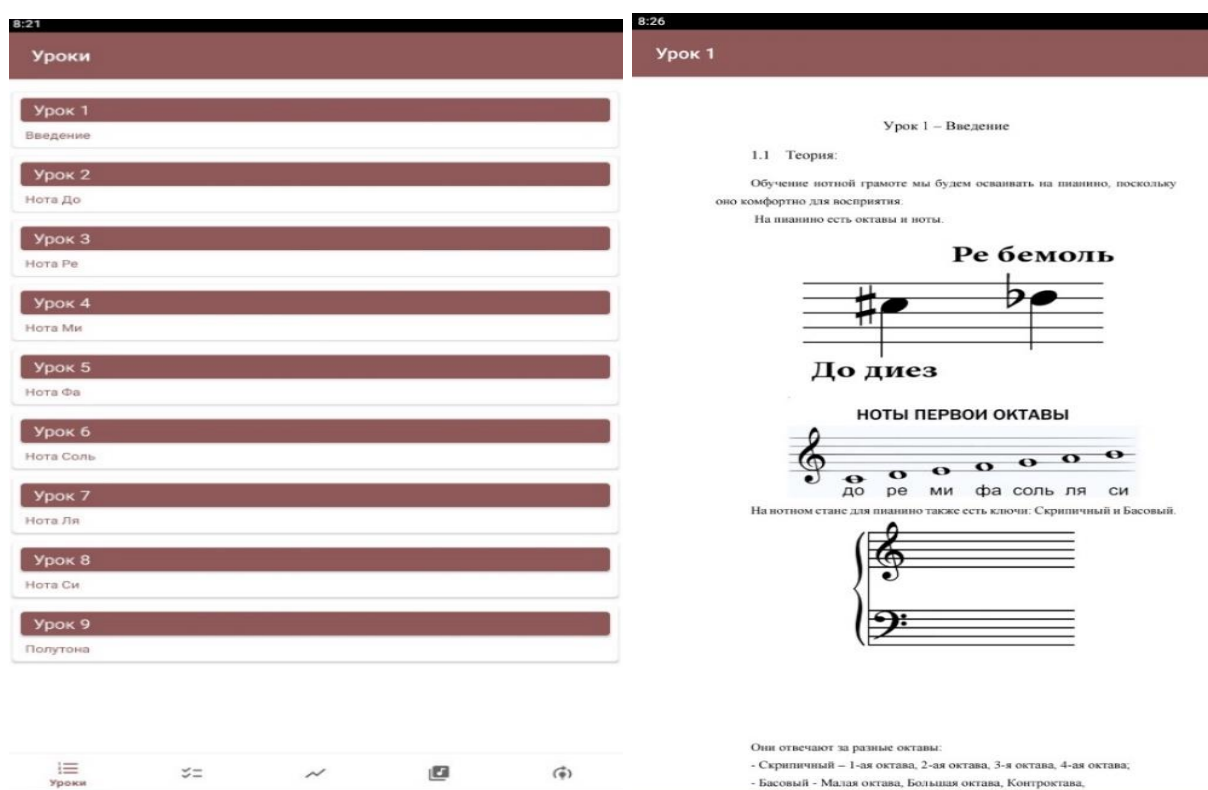


Рисунок 5. Уроки

После прочтения теории пользователь переходит во вторую вкладку – тесты к урокам (Рисунок 6). Выбирает тест и проходит тестирование.

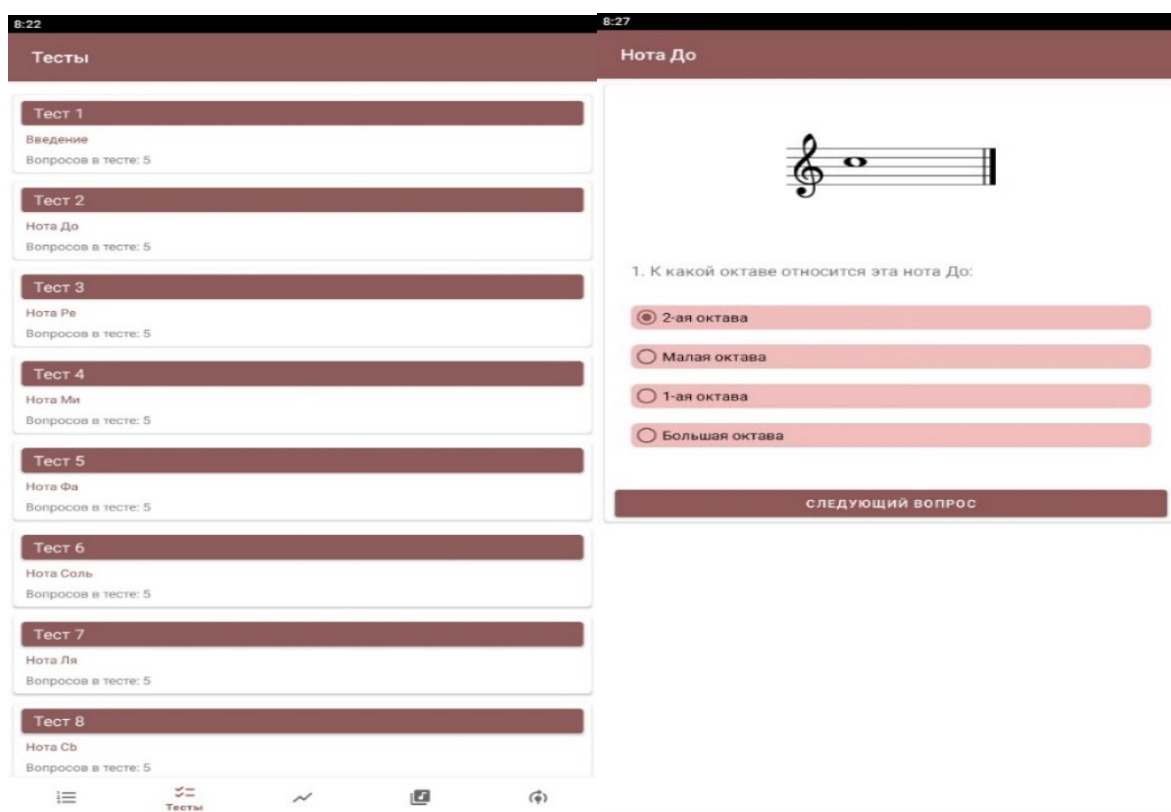


Рисунок 6. Тесты

На третьей вкладке пользователь видит статистику по пройденному тесту (Рисунок 7). В статистике фиксируются следующие элементы:

- Название теста;
- Число заданий в тесте;
- Количество закреплений (повторного прохождения);
- Дата и время первого прохождения;
- Даты о следующих закреплениях.

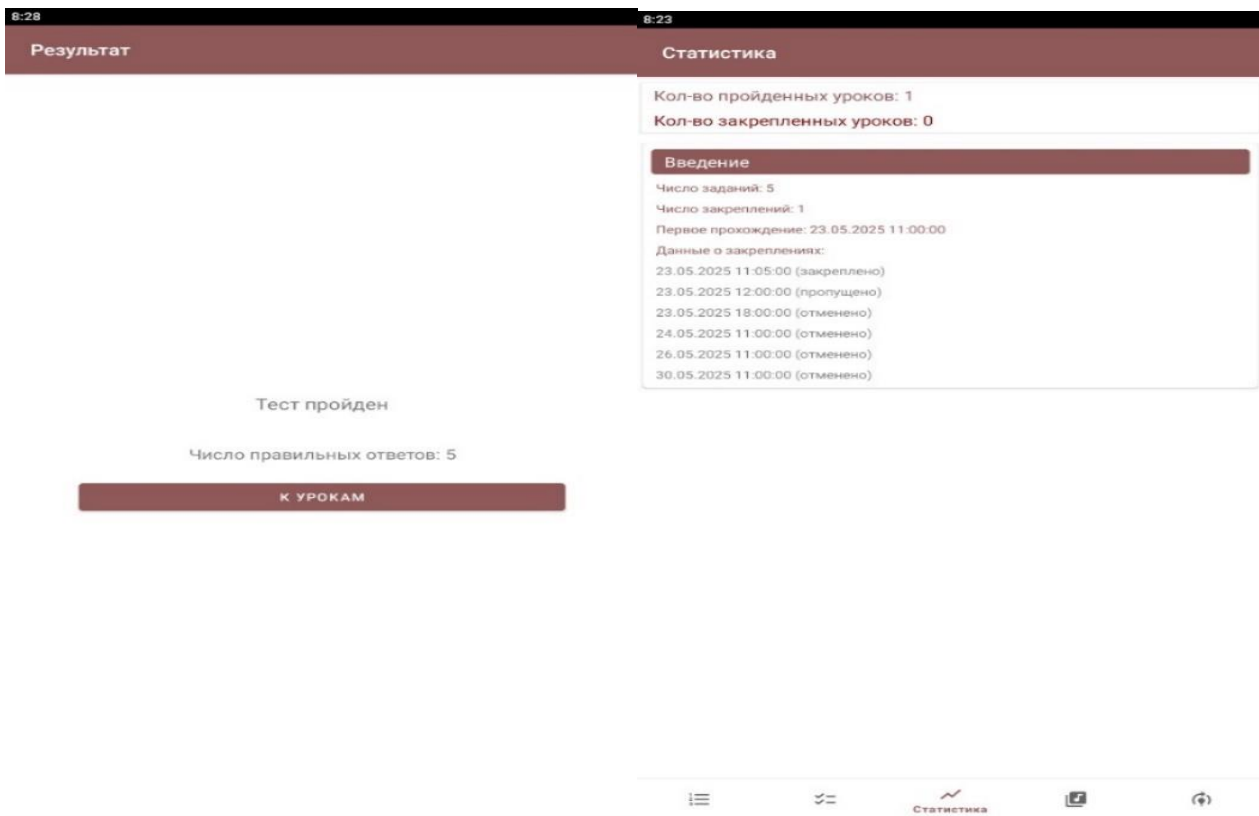


Рисунок 7. Статистика теста

На четвертой вкладке раздел практического обучения нотной грамоте (Рисунок 8). Пользователь видит два тренажёра: 1-ая октава и малая октава. Выбрав тренажёр, пользователь видит клавиши пианино в виде одной октавы, а также нотный лист с требуемой для нажатия нотой.

После прохождения тренажёра пользователь видит результат. Этот результат сохраняется в пятой вкладке приложения – статистике тренировок (Рисунок 9). В статистике мы видим какие параметры зафиксировались:

- Октава;
- Дата и время прохождения;
- Количество правильных нажатий;
- Количество ошибок;
- Время выполнения.

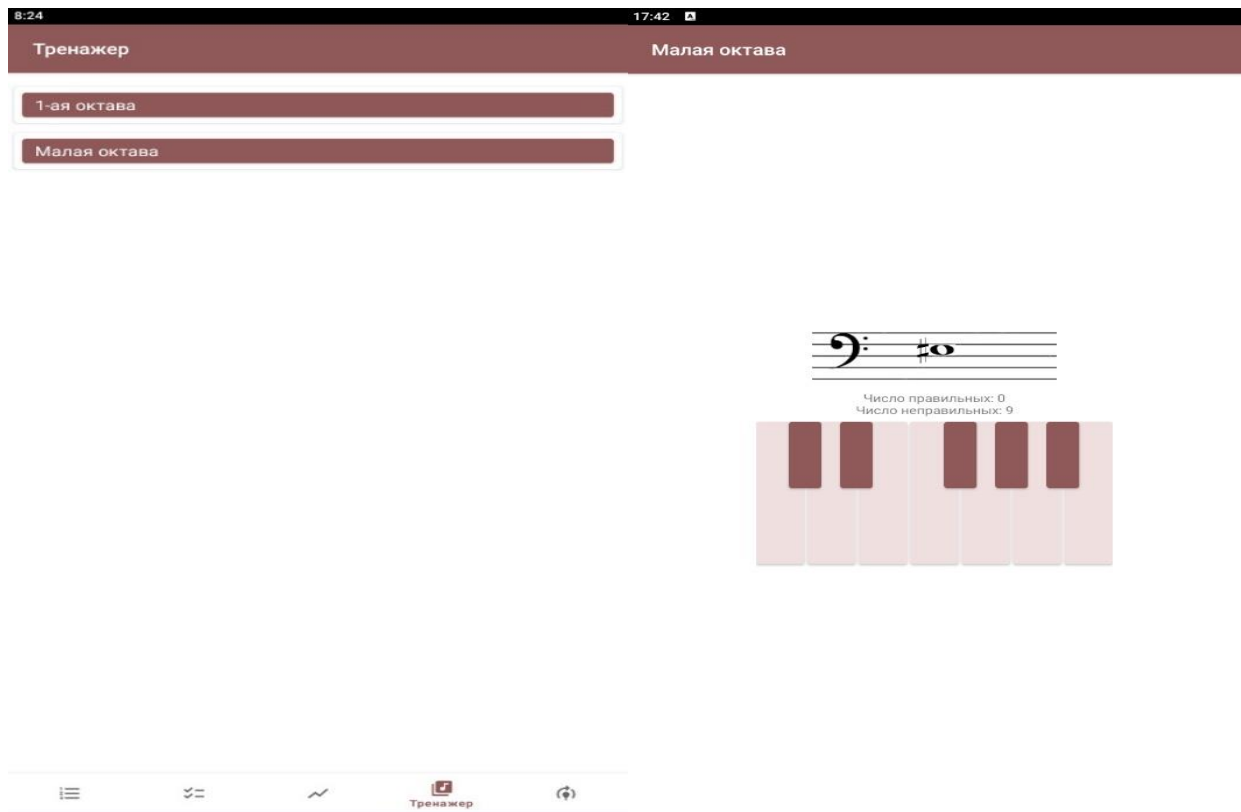


Рисунок 8. Тренажёр

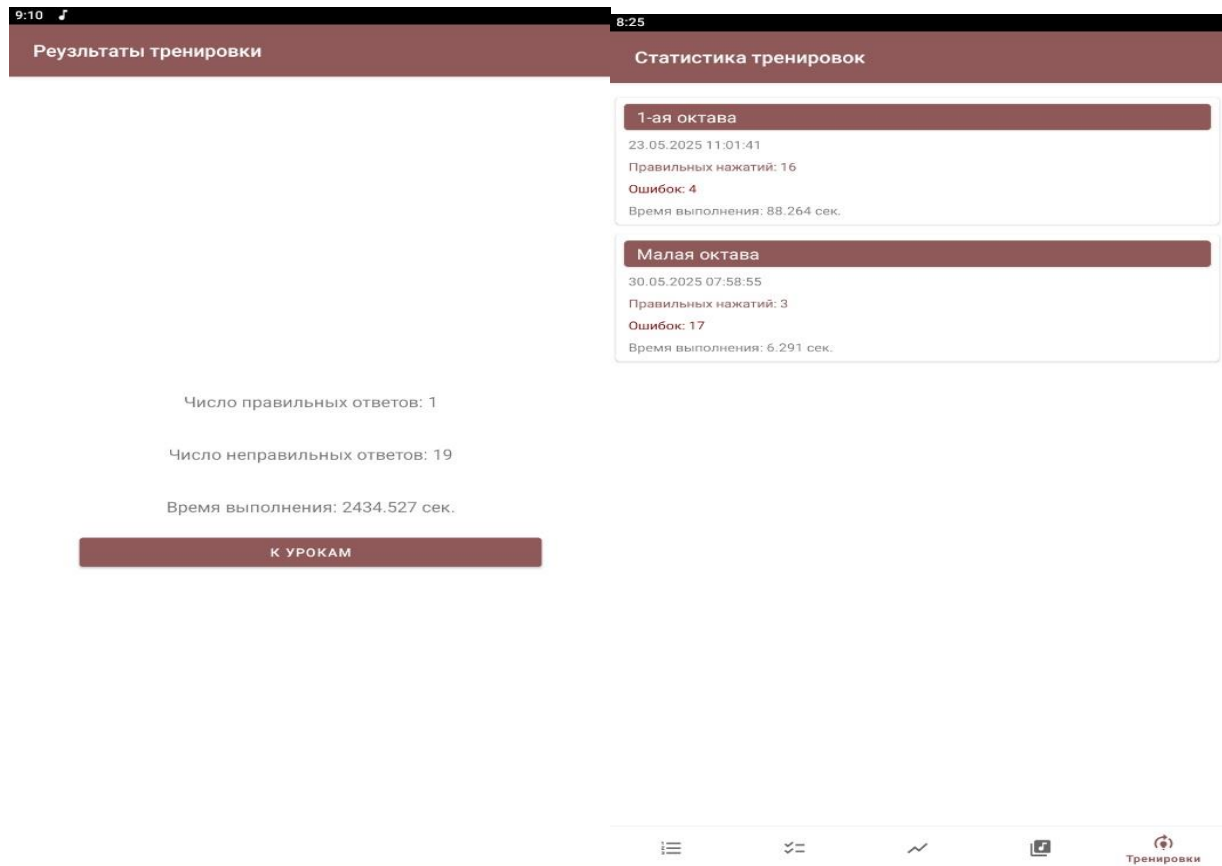


Рисунок 9. Статистика тренировок

Заключение

Статья содержит основную информацию по проектированию и реализации мобильного приложения «Обучение нотной грамоте». В приложении сформированы уроки и тесты, тренажёр с двумя режимами тренировки, а также статистика. Создана функция интервального обучения, позволяющая оптимизировать процесс запоминания учебного материала. Также создана функция уведомления об интервальном обучении. Проект даёт возможность освоить нотную грамоту на начальном уровне людям любого возраста.

Список использованных источников и литературы

1. Введение в SQLite [Электронный ресурс] – URL: <https://metanit.com/sql/sqlite/1.1.php> (дата обращения: 05.03.2025).
2. Макарова Б. Н. (2017). Особенности и преимущества интенсивного и интервального обучения. стр. 183-185.
3. Методика интервальных повторений [Электронный ресурс] – URL: <https://rsv.ru/blog/metodika-intervalnyh-povtorenij/> (дата обращения: 10.02.2025).
4. Музыкальное искусство: проблемы теории, истории и педагогики. (2024). Петрозаводск: Петрозаводская государственная консерватория им. А.К. Глазунова.
5. Программирование под Андроид на Java [Электронный ресурс] – URL: <https://metanit.com/java/android/> (дата обращения: 28.03.2025).
6. Руководство по языку программирования Java [Электронный ресурс] – URL: <https://metanit.com/java/tutorial/> (дата обращения: 28.03.2025).
7. Рочев К. В. Классификация средств графического моделирования для разработки информационных систем // Информационные технологии в управлении и экономике. 2024. №1. Режим доступа: <http://itue.ru/Issue/Article/275>

List of references

1. Introduction to SQLite. Available at: <https://metanit.com/sql/sqlite/1.1.php> (accessed 05.03.2025).
2. Makarova B.N. Features and advantages of intensive and interval learning. 2017. Pp. 183–185.
3. Method of interval repetitions. Available at: <https://rsv.ru/blog/metodika-intervalnyh-povtorenij/> (accessed 10.02.2025).
4. Musical Art: Problems of Theory, History and Pedagogy. Petrozavodsk: Petrozavodsk State Conservatory named after A.K. Glazunov, 2024.
5. Android Programming in Java. Available at: <https://metanit.com/java/android/> (accessed 28.03.2025).
6. Java Programming Language Guide. Available at: <https://metanit.com/java/tutorial/> (accessed 28.03.2025).
7. Rochev K. V. Classification of Graphical Modeling Tools for Information Systems Development // Information Technologies in Management and Economics. 2024. No. 1. Available at: <http://itue.ru/Issue/Article/275>

МАРКОВИЧ А. С., СОЧКО С. С., СЕМЯШКИНА А. В.
СИСТЕМА СОПРОВОЖДЕНИЯ ЗАПИСИ И ОФОРМЛЕНИЯ НА
ПРАКТИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВКУ НА ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЕ

УДК 004.9:378:004.65, ГРНТИ 50.49.37

Статья поступила в редакцию 18.06.2026

Система сопровождения записи
и оформления на практическую
подготовку на выпускающей кафедре

System for tracking registration and
processing arrangements for practical
training at the graduating department

**А. С. Маркович¹,
С. С. Сочко², А. В. Семяшкина²**

**A. S. Markovich¹,
S. S. Sochko², A. V. Semyashkina²**

¹Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения,
г. Санкт-Петербург;

²Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта

¹Saint Petersburg State University of
Aerospace Instrumentation (SUAI),
Saint Petersburg;

²Ukhta State Technical University,
Ukhta

В статье представлены результаты разработки веб-ориентированной информационной системы сопровождения записи и оформления на практическую подготовку на выпускающей кафедре. Рассмотрены основные проблемы ручного документооборота: избыточные временные затраты, ошибки при обработке данных и нагрузка на сотрудников кафедры. Описана трёхзвенная архитектура системы на стеке Node.js + Express / React + TypeScript / PostgreSQL, спроектирована реляционная база данных из 20 взаимосвязанных таблиц. Реализованы модули авторизации, выбора места практики, автоматического формирования дневника и приказа о допуске. Показано, что внедрение системы позволяет централизовать данные о студентах, практиках и предприятиях, снизить трудоёмкость

The article presents the results of developing a web-based information system to manage the registration and processing of practical training arrangements at a graduating department. It examines the key issues associated with manual document workflows: excessive time consumption, data processing errors, and the administrative burden placed on department staff. A three-tier system architecture based on the Node.js + Express / React + TypeScript / PostgreSQL stack is described, and a relational database comprising 20 interconnected tables has been designed. Modules for authorization, internship placement selection, and the automated generation of internship logs and authorization orders have been implemented. It is demonstrated that the system's deployment enables the centralization of data regarding students, internships, and host

оформления документов и обеспечить прозрачный контроль статусов на всех этапах практической подготовки.

organizations, reduces the administrative workload associated with documentation, and ensures transparent status tracking throughout all stages of practical training.

Ключевые слова: *практическая подготовка студентов, информационная система, автоматизация образовательного процесса, веб-приложение, PostgreSQL, React, Node.js*

Keywords: *practical training, information system, educational process automation, web application, PostgreSQL, React, Node.js*

Введение

Автоматизация административных процессов в системе высшего образования приобретает всё большее значение на фоне роста числа обучающихся и усложнения нормативных требований к организации практической подготовки. Согласно действующему Положению о практической подготовке обучающихся ФГБОУ ВО «УГТУ» [1], каждый студент за период обучения проходит не менее четырёх видов практик – учебную, две производственные и преддипломную. Это порождает значительный объём документооборота: распределение по предприятиям, оформление договоров, формирование приказов, назначение руководителей, ведение дневников.

На кафедре Вычислительной техники, информационных систем и технологий (далее – ВТИСиТ) данные процессы до недавнего времени выполнялись вручную специалистом по учебно-методической работе (далее – УМР).

Анализ предметной области выявил три системных проблемы:

1. Избыточная трудоёмкость ручного заполнения типовых документов;
2. Рассредоточенность информации по различным источникам (учебные планы, рабочие программы, стенды, электронная почта), что провоцирует повторяющиеся студенческие запросы;
3. Высокий риск ошибок при ручном переносе данных о студентах, группах и предприятиях.

Целью является разработка веб-ориентированной информационной системы сопровождения записи и оформления на практическую подготовку на выпускающей кафедре, автоматизирующей весь жизненный цикл сопровождения практики: от публикации заявок предприятий до формирования итоговых документов.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- анализ предметной области и выявление функциональных требований;
- проектирование реляционной базы данных;

- разработка серверного и клиентского приложений;
- тестирование и оценка соответствия требованиям.

Обзор аналогов и литературы

Задача автоматизации организационных процессов в вузах относится к классу задач управления образовательными информационными системами. Анализ существующих аналогов – систем «Деканат» [7], 1С:Университет, модулей LMS Moodle, а также систем автоматизации подготовки документов учебного процесса [8] – показал, что они либо не поддерживают специфику практической подготовки (распределение по заявкам, многоролевое согласование), либо требуют значительных лицензионных затрат и адаптации под конкретный регламент кафедры.

Практика автоматизации учёта деятельности сотрудников кафедр в отечественных вузах (на примере НГИЭУ [9]) демонстрирует, что централизованное хранение данных позволяет сократить трудозатраты на подготовку отчётности и повысить точность документов. Это подтверждает целесообразность разработки собственного инструмента, тесно интегрированного с внутренними регламентами конкретного университета.

С технологической точки зрения современные веб-приложения подобного класса строятся по трёхзвенной клиент-серверной архитектуре с REST-интерфейсом. Сервис-ориентированный подход и REST API широко применяются при разработке информационных систем университетов, включая порталы расписания и управления студенческими данными [10, 14]. Компонентный подход React и статическая типизация TypeScript обеспечивают поддерживаемость и тестируемость кода [11, 12]. PostgreSQL как объектно-реляционная СУБД предоставляет развитый механизм ограничений целостности и высокую производительность на смешанных рабочих нагрузках [15].

Логическое проектирование базы данных на основе принципов нормализации [13] является ключевым этапом, определяющим качество модели данных и отсутствие аномалий при работе с системой. Нормализация до 3НФ, применённая в данной работе, позволяет исключить избыточность и обеспечить целостность данных.

Моделирование бизнес-процесса

Объектом автоматизации является процесс сопровождения практической подготовки на кафедре ВТИСиТ. Участники процесса: студент, специалист УМП, руководитель практики от кафедры, отдел практик университета. Диаграмма потоков данных (DFD) первого уровня, построенная в CASE-средстве Visual Paradigm представлена на Рисунке 1.

На основе моделирования выявлены девять ключевых процессов системы.

В Таблице 1 приведены функциональные требования к разрабатываемой информационной системе.

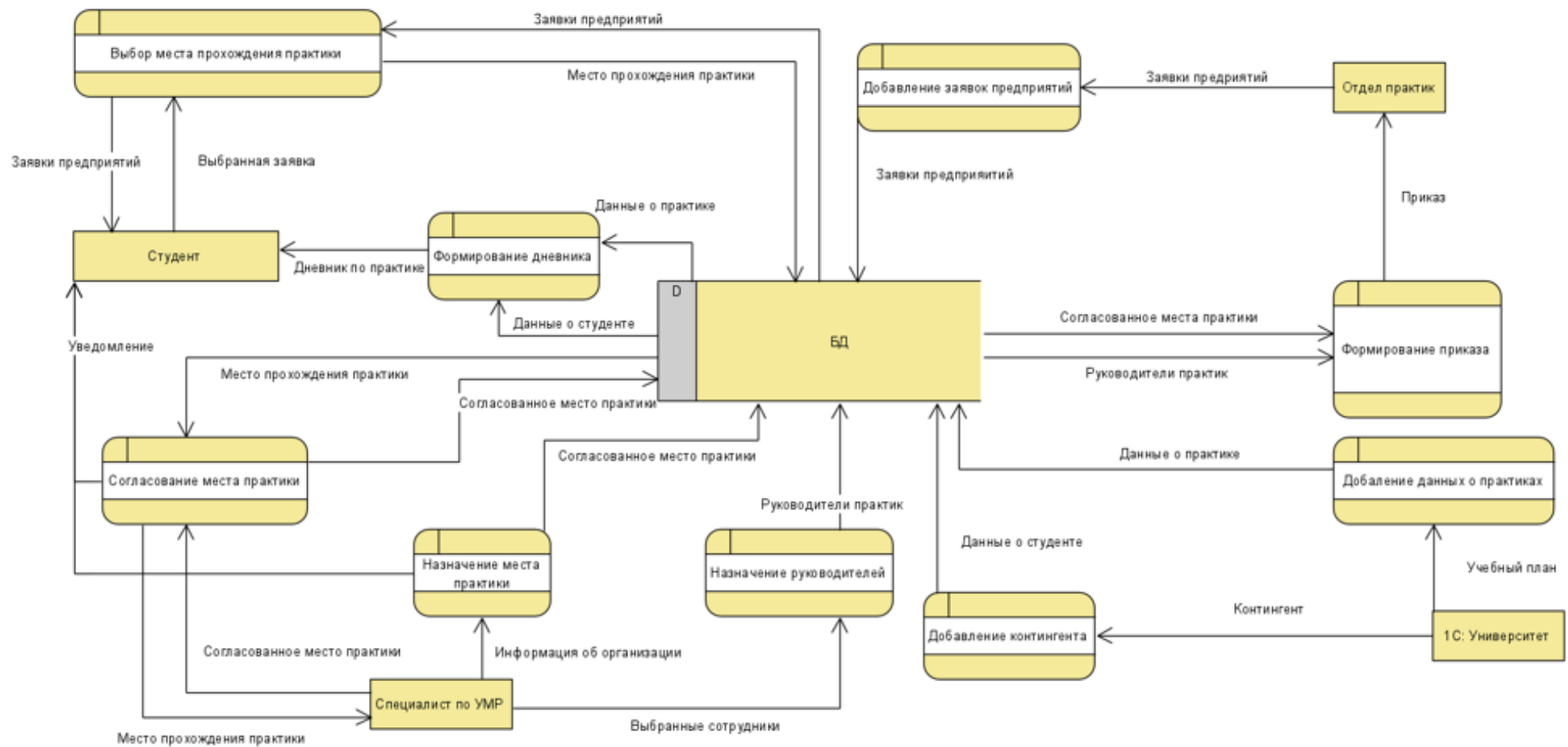


Рисунок 1. Контекстный уровень DFD-диаграммы «Как будет»

Таблица 1. Функциональные требования к ИС

№	Функциональное требование	Пользователь
1	Авторизация по номеру зачётки и паспорта	Студент
2	Просмотр информации о предстоящей практике (вид, тип, сроки, компетенции)	Студент
3	Выбор предпочитаемой заявки предприятия из опубликованного списка	Студент
4	Автоматическое формирование дневника практической подготовки (PDF)	Студент
5	Согласование / отклонение выбора студента	Специалист УМП
6	Ручное закрепление студента за заявкой при необходимости	Специалист УМП
7	Формирование приказа о допуске на практическую подготовку	Специалист УМП
8	Добавление и редактирование заявок предприятий	Отдел практик
9	Управление справочниками (кафедры, специальности, виды практик и др.)	Администратор

Архитектура системы

Разработанная система реализует трёхзвенную клиент-серверную архитектуру. Все компоненты развёрнуты на едином физическом сервере; взаимодействие фронтенда и бэкенда осуществляется исключительно через REST API посредством защищённого HTTPS-соединения. (Рисунок 2)

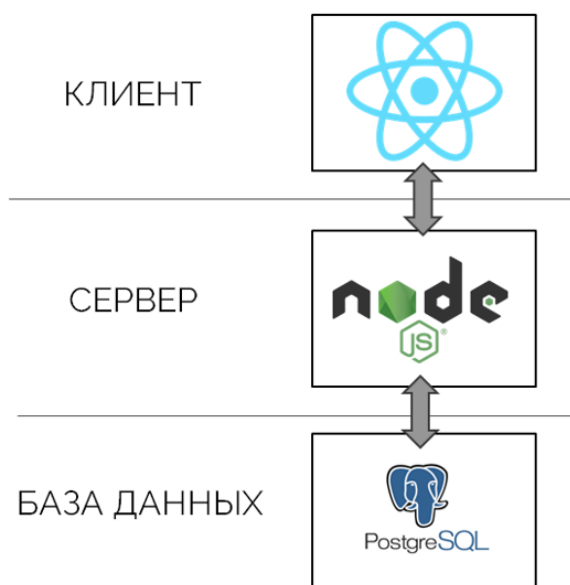


Рисунок 2. Технологический стек и архитектура системы

Модель базы данных

Реляционная база данных спроектирована в среде Visual Paradigm с использованием методологии нормализации до третьей нормальной формы [13]. База включает 20 таблиц: 9 основных сущностей предметной области и 11 справочников, промежуточных таблиц. Такой подход соответствует принципам проектирования реляционных СУБД [3] и обеспечивает отсутствие аномалий обновления и удаления данных (Рисунок 3).

Связи типа «многие ко многим» (студент – заявка, практика – компетенция, практика – руководитель) реализованы через промежуточные таблицы с дополнительными атрибутами – статусом согласования и лимитом мест. Ссылочная целостность обеспечивается каскадными внешними ключами (FOREIGN KEY ... ON DELETE RESTRICT). Для быстрого поиска по шифру студента и наименованию организации созданы индексы B-tree.

Серверная часть

Серверное приложение построено на Node.js 20 с фреймворком Express 4 [5]. API разбит на доменные роутеры: /auth, /students, /practices, /applications, /documents. Каждый роутер содержит middleware-цепочку: валидация входных данных → аутентификация JWT-токена → выполнение бизнес-логики → формирование JSON-ответа. Данный подход соответствует архитектурным принципам REST API [10], обеспечивающим гибкость и масштабируемость системы.

Аутентификация реализована по схеме «номер зачётки + номер паспорта»; после успешной проверки сервер генерирует JWT-токен с временем жизни 24 часа и полезной нагрузкой, содержащей идентификатор и роль пользователя (Рисунок 4).

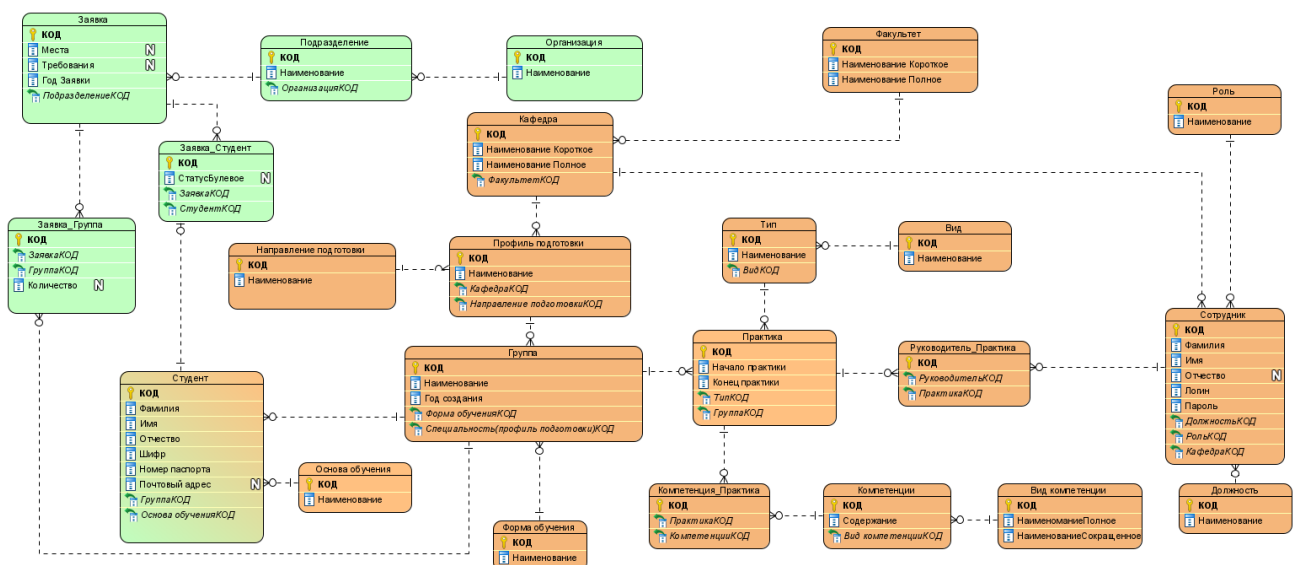


Рисунок 3. Логическая модель данных системы

Рисунок 4. Форма входа

Рисунок 5. Личный кабинет студента

Применение TypeScript [12] для строгой типизации кода обеспечивает надёжность и поддерживаемость серверного приложения.

Клиентская часть и формирование документов

Клиентская часть разработана на React 18 с TypeScript [6, 11], что обеспечивает высокопроизводительный компонентный SPA-интерфейс с виртуальным DOM. Компонентная архитектура React позволяет повторно использовать элементы интерфейса и упрощает поддержку кода.

При запросе дневника система агрегирует из базы персональные данные студента, реквизиты практики (вид, тип, сроки), перечень компетенций, сведения о руководителях и организации, и автоматически формирует документ .docx (Рисунок 6).

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)

**ДНЕВНИК
ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ**

Фамилия	Наркович
Имя	Андрей
Отчество	Сергеевич
Шифр	200000
Направление подготовки (специальность, профессия)	09.03.02 Информационные системы и технологии
Профиль подготовки	Информационные системы и технологии
Курс	3
Группа	ИСТ-1-230-5
Факультет (институт)	Факультет экономики, управления и информационных технологий

Компонент образовательной программы	Практика
Вид практики	Производственная практика
Тип практики	Производственная технологическая практика
ПМ	
Сроки практики	2026-06-24 - 2026-07-21
Количество часов (недель) акад.час./астроном.час.	
Место практической подготовки (наименование профильной организации или УГТУ)	
Регион, город (поселок)	

Рисунок 6. Форма для получения дневника по практике

План прохождения практики

1. Ознакомиться с информацией о практике.
2. Выбрать место прохождения практики. Перейти к заявкам
 1. Предприятие по заявкам от университета.
 2. Самостоятельный поиск предприятия. Для прохождения практической подготовки на предприятии не из списка заявок необходимо оформить договор.
[Форму для заполнения можно получить тут.](#)
 3. Прохождение практики на кафедре или в подразделениях университета.
3. Получить дневник по практической подготовке и задания от руководителя.
Получить дневник по практической подготовке
4. Сдать отчет по практике и дневник.

Рисунок 7. Сформированный дневник

По результатам тестирования время генерации дневника на сервере с 2 ядрами CPU и 4 ГБ RAM составляет менее 2 секунд. Приказ о допуске формируется специалистом УМР одним действием после согласования мест практики всех студентов группы.

Реализация и результаты

По итогам разработки и тестирования система обеспечивает выполнение всех девяти функциональных требований. Реализованы четыре пользовательские роли: студент, специалист УМР, руководитель практики, администратор. Каждой роли соответствует собственный набор экранных форм и REST-эндпоинтов.

База данных из 20 таблиц охватывает все сущности предметной области. Нормализация до 3НФ исключает аномалии обновления [13]. Архитектура

позволяет без изменения схемы добавлять новые учебные годы, специальности и организации, что обеспечивает масштабируемость на многолетнюю перспективу.

Система рассчитана на круглосуточный режим работы (365/24/7). Минимальные требования к серверу: процессор x64 с 2 ядрами, ОЗУ 4 ГБ, дисковое пространство 15 ГБ. Клиенту достаточно любого современного браузера. Тестирование при одновременной работе 30 пользователей не выявило деградации производительности: среднее время ответа REST API – менее 150 мс.

Среди перспектив развития – интеграция с корпоративными ИС университета (1С:Университет) для автоматического импорта данных о студентах и учебных планах, а также добавление модуля для руководителей практики с возможностью загрузки рабочих программ и индивидуальных заданий.

Заключение

В работе решена актуальная задача автоматизации управления практической подготовкой студентов на выпускающей кафедре университета. Разработана и внедрена веб-ориентированная ИС «Кабинет практической подготовки» на трёхзвенной архитектуре (React + TypeScript / Node.js + Express / PostgreSQL). Спроектирована нормализованная реляционная база данных из 20 таблиц, охватывающая все объекты предметной области. Реализованы модули авторизации, выбора места практики с многоролевым согласованием, автоматического формирования дневника и приказа о допуске.

Система обеспечивает централизованное хранение и оперативный доступ к данным, снижает трудоёмкость оформления документов и устраняет информационную рассредоточенность, характерную для ручного документооборота.

Список использованных источников и литературы

1. Положение о практической подготовке обучающихся: положение / ФГБОУ ВО «УГТУ». – Ухта: УГТУ, 2020. – 25 с.
2. Рочев К.В. Информационные технологии. Анализ и проектирование информационных систем: учеб. пособие. – Ухта: УГТУ, 2018. – 139 с.
3. Илюшечкин В.М. Основы использования и проектирования баз данных. – М.: Юрайт, 2013. – 224 с.
4. Рочев К. В. Классификация средств графического моделирования для разработки информационных систем // Информационные технологии в управлении и экономике. 2024. №1. Режим доступа: <http://itue.ru/Issue/Article/275>
5. Документация по Node.js [Электронный ресурс]. – URL: <https://nodejs.org/docs/latest/> (дата обращения: 10.12.2024).
6. Документация по React [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.legacy.reactjs.org/docs/> (дата обращения: 10.12.2024).
7. Мазарчук М. С., Тыжненко Ю. В. Автоматизированная информационная система «Деканат» // Объектные системы. 2011. № 1. С. 53-58.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-informatsionnaya-sistema-dekanat>

8. Матюшенко В. А., Филон В. Ю., Белодед Н. И. Информационная система автоматизации подготовки документов учебного процесса // Системный анализ и прикладная информатика 2016. № 2. С. 66-70. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-avtomatizatsii-podgotovki-dokumentov-uchebnogo-protssessa>

9. Астахова Т. Н., Бердникова А. А., Бенбен Д. В., Лямин А. С. Автоматизация учёта научной и учебно-методической деятельности преподавателя / International Journal of Open Information Technologies № 2. С. 117-125. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-nauchnoy-i-uchebnometodicheskoy-deyatelnosti-prepodavatelya>

10. Файзрахманова К. Э. Сервис-ориентированная архитектура и технологическая реализация веб-сервиса // Вестник науки 2026. № 4 С. 812-818. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/servis-orientirovannaya-arhitektura-i-tehnologicheskaya-realizatsiya-veb-servisa>

11. Сергачева М. А., Михалевская К. А. Анализ фреймворков для разработки современных веб-приложений // Кронос: естественные и технические науки 2020 № 2. С. 35-39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-freymvorkov-dlya-razrabotki-sovremennyh-veb-prilozheniy>

12. Хайруллин Д. А., Богданов М. Р. Изучение использования TypeScript в React-приложениях, преимущества статической типизации // Международный журнал гуманитарных и естественных наук 2024. № 12-3. С. 233-237. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-ispolzovaniya-typescript-v-react-prilozheniyah-preimuschestva-staticheskoy-tipizatsii-podhody-k-tipizatsii-komponentov>

13. Игнатюк В. А., Сторожок Е. А. Логическое проектирование реляционной базы данных на основе принципов нормализации // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета 2011 №. 2. С. 101-105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/logicheskoe-proektirovanie-relyatsionnoy-bazy-dannyh-na-osnove-printsipov-normalizatsii>

14. Гуляев П. С., Минакова О. В. Опыт проектирования API расписания мероприятий университета // Автоматика и программная инженерия 2023. № 1. С. 139-145. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-proektirovaniya-api-raspisaniya-meropriyatiy-universiteta>

15. Наумова Е. М., Метелев В. А., Ксенофонтова О. Л., Смирнова Н. В. Разработка веб-приложения «МедБлокнот: здоровье в цифрах» на стеке PostgreSQL, TypeScript, React // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение 2024. № 4. С. 121-129. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-veb-prilozheniya-medbloknot-zdorovie-v-tsifrah>

List of references

1. Regulations on Practical Training of Students: regulation. Ukhta: USTU, 2020. 25 p.
2. Rochev K.V. Information Technologies. Analysis and Design of Information Systems: textbook. Ukhta: USTU, 2018. 139 p.
3. Ilyushechkin V.M. Fundamentals of Database Use and Design. Moscow: Yurait, 2013. 224 p.
4. Rochev K. V. Classification of Graphical Modeling Tools for Information Systems Development // Information Technologies in Management and Economics. 2024. No. 1. Available at: <http://itue.ru/Issue/Article/275>.
5. Node.js Documentation. Available at: <https://nodejs.org/docs/latest/> (accessed 10.12.2024).
6. React Documentation. Available at: <https://ru.legacy.reactjs.org/docs/> (accessed 10.12.2024).
7. Mazarchuk M.S., Tyzhnenko Yu.V. Automated information system "Dekanat". Object Systems. 2011. No. 1. Pp. 53–58. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-informatsionnaya-sistema-dekanat>
8. Matyushenko V.A., Filon V.Yu., Beloded N.I. Information system for automating the preparation of educational process documents. System Analysis and Applied Informatics. 2016. No. 2. Pp. 66–70. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-avtomatizatsii-podgotovki-dokumentov-uchebnogo-protssessa>
9. Astakhova T.N., Berdnikova A.A., Benben D.V., Lyamin A.S. Automation of accounting of scientific and educational-methodical activity of a teacher. International Journal of Open Information Technologies. No. 2. Pp. 117–125. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-nauchnoy-i-uchebnometodicheskoy-deyatelnosti-prepodavatelya>
10. Faizrahmanova K.E. Service-oriented architecture and technological implementation of a web service. Bulletin of Science. 2026. No. 4. Pp. 812–818. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/servis-orientirovannaya-arhitektura-i-tehnologicheskaya-realizatsiya-veb-servisa>
11. Sergacheva M.A., Mikhalevskaya K.A. Analysis of frameworks for developing modern web applications. Kronos: Natural and Technical Sciences. 2020. No. 2. Pp. 35–39. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-freymvorkov-dlya-razrabotki-sovremennyh-veb-prilozheniy>
12. Khairullin D.A., Bogdanov M.R. Studying the use of TypeScript in React applications, advantages of static typing. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2024. No. 12-3. Pp. 233–237. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-ispolzovaniya-typescript-v-react-prilozheniyah-preimuschestva-staticheskoy-tipizatsii-podhody-k-tipizatsii-komponentov>
13. Ignatyuk V.A., Storozhok E.A. Logical design of a relational database based on normalization principles. Territory of New Opportunities. Bulletin of Vladivostok

State University. 2011. No. 2. Pp. 101–105. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/logicheskoe-proektirovanie-relyatsionnoy-bazy-dannyh-na-osnove-printsipov-normalizatsii>

14. Gulyaev P.S., Minakova O.V. Experience in designing an API for a university event schedule. Automation and Software Engineering. 2023. No. 1. Pp. 139–145. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-proektirovaniya-api-raspisaniya-meropriyatiy-universiteta>

15. Naumova E.M., Metelev V.A., Ksenofontova O.L., Smirnova N.V. Development of a web application "MedBloknot: health in numbers" on the PostgreSQL, TypeScript, React stack. Modern Science-Intensive Technologies. Regional Supplement. 2024. No. 4. Pp. 121–129. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-veb-prilozheniya-medbloknot-zdorovie-v-tsifrah>

БОРИСОВА А. О., ГРИГОРЬЕВЫХ А. В.
ФОРМИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТРАССИРОВОК
МИКРОСЕРВИСНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО
ПОВЕДЕНИЯ

УДК 004.7:004.4:004.8, ГРНТИ 50.41.25

Статья поступила в редакцию 24.09.2026

Формирование и анализ распределенных
 трассировок микросервисной системы для
 выявления аномального поведения

Formation and analysis of
 distributed traces of a microservice
 system for anomaly detection

А. О. Борисова, А. В. Григорьевых

A.O. Borisova, A.V. Grigoriev

Ухтинский государственный технический
 университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,
 Ukhta

В статье рассматривается процесс формирования набора распределенных трассировок микросервисной системы для последующего выявления отклонений от нормального поведения. В качестве экспериментальной среды используется OpenTelemetry Demo, представляющая собой демонстрационное приложение, состоящее из взаимодействующих микросервисов и поддерживающее сбор телеметрических данных. Получение и анализ распределенных трассировок выполняются с использованием системы Jaeger. Для проведения эксперимента сформированы обучающая и тестовая выборки нормальных трассировок, а также отдельный набор трассировок с контролируемой аномалией, создаваемой посредством встроенного сценария отказа сервиса рекламы adFailure. Рассмотрен подход к формированию профиля нормального поведения на основе межсервисных связей и частоты их появления. Выполнено преобразование исходных трассировок в набор числовых признаков, характеризующих структуру, временные параметры и наличие ошибок.

The article considers the process of forming a distributed trace dataset of a microservice system for subsequent detection of deviations from normal behavior. OpenTelemetry Demo, a demonstration application consisting of interacting microservices and supporting telemetry data collection, is used as the experimental environment. Distributed traces are collected and analyzed using Jaeger. Training and test datasets of normal traces are formed, as well as a separate trace dataset containing a controlled anomaly generated by the built-in adFailure scenario. An approach to forming a normal behavior profile based on interservice connections and their occurrence frequency is considered. The original traces are transformed into a set of numerical features characterizing their structure, timing parameters, and errors. The obtained datasets can

Полученные выборки могут быть использованы для дальнейшей разработки и экспериментальной проверки методов выявления аномального поведения микросервисных систем. *be used for further development and experimental evaluation of methods for detecting anomalous behavior in microservice systems.*

Ключевые слова: микросервисная архитектура, распределенная трассировка, OpenTelemetry, Jaeger, аномальное поведение, обнаружение аномалий, телеметрия, межсервисные связи

Keywords: microservice architecture, distributed tracing, OpenTelemetry, Jaeger, anomalous behavior, anomaly detection, telemetry, interservice connections

Введение

Современные информационные системы все чаще строятся на основе микросервисной архитектуры, предполагающей разделение программного комплекса на совокупность относительно независимых компонентов. Каждый микросервис выполняет определенную функцию и взаимодействует с другими компонентами посредством сетевых запросов. Такой подход обеспечивает гибкость разработки и масштабирования программных систем, однако одновременно усложняет наблюдение за их работой и поиск причин возникающих отклонений.

При обработке одного пользовательского запроса в микросервисной системе могут последовательно или параллельно взаимодействовать несколько сервисов. В результате ошибка или увеличение времени выполнения отдельного компонента способны повлиять на всю цепочку обработки запроса. Анализ журналов отдельных сервисов при этом не всегда позволяет получить целостное представление о происходящих в системе процессах.

Одним из средств наблюдения за работой распределенных систем является распределенная трассировка. Трассировка отражает путь выполнения запроса через систему и состоит из отдельных операций – spans, содержащих информацию о выполняемой операции, времени ее начала, продолжительности и взаимосвязях с другими операциями [6, 7]. Представление трассировки в виде совокупности связанных spans позволяет анализировать не только работу отдельных компонентов, но и структуру их взаимодействия.

Для хранения, поиска и анализа распределенных трассировок могут использоваться специализированные программные средства. Одним из них является Jaeger – система распределенной трассировки, позволяющая исследовать выполнение распределенных запросов, анализировать зависимости сервисов и выявлять причины возникновения ошибок и снижения производительности [2].

Особый интерес представляет возможность автоматического выявления аномального поведения микросервисных систем на основе накопленных трассировочных данных [3]. Для разработки и экспериментальной проверки соответствующих методов необходимы данные, содержащие примеры как нормальной работы системы, так и работы при наличии известного отклонения.

Целью настоящей работы является формирование и предварительный анализ набора распределенных трассировок микросервисной системы, включающего нормальное и контролируемое аномальное поведение, а также подготовка полученных данных для последующего применения методов выявления аномалий.

Организация экспериментальной среды

Для проведения эксперимента требовалась распределенная система с большим количеством взаимодействующих микросервисов, позволяющая получать распределенные трассировки. В качестве такой системы была выбрана OpenTelemetry Demo.

OpenTelemetry Demo представляет собой демонстрационное приложение, включающее совокупность взаимодействующих сервисов и предназначенное для демонстрации и исследования возможностей OpenTelemetry [4]. Использование готовой микросервисной среды позволило проводить эксперимент с реальными взаимодействиями компонентов без необходимости предварительной разработки собственной распределенной системы.

Для развертывания экспериментальной среды на компьютере был установлен Docker Desktop, после чего получен исходный код OpenTelemetry Demo [5]. Компоненты системы запускались в отдельных Docker-контейнерах. Для эксперимента использовалась минимальная конфигурация OpenTelemetry Demo, запускаемая предусмотренной проектом командой `make start-minimal`.

После запуска была выполнена проверка работоспособности системы. В Docker Desktop отобразилась запущенная группа контейнеров OpenTelemetry Demo (Рисунок 1).

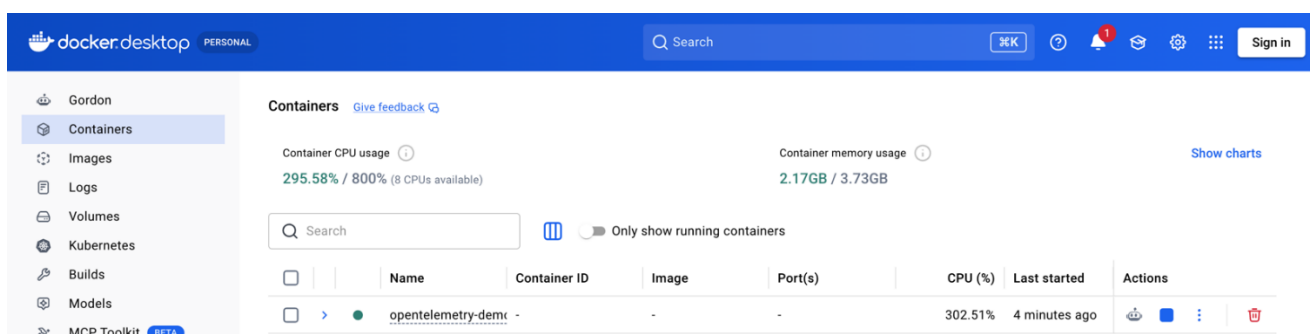


Рисунок 1. Запущенная система OpenTelemetry Demo в Docker Desktop

Для автоматического формирования пользовательских запросов использовался входящий в состав OpenTelemetry Demo компонент `load-generator`. Он имитирует действия пользователей и создает нагрузку на приложение. При

обработке этих запросов микросервисы взаимодействуют между собой, в результате чего формируются распределенные трассировки.

Полученные трассировки передавались в Jaeger. Его веб-интерфейс использовался для первоначального просмотра сформированных трассировок и отдельных операций, входящих в их состав (Рисунок 2).

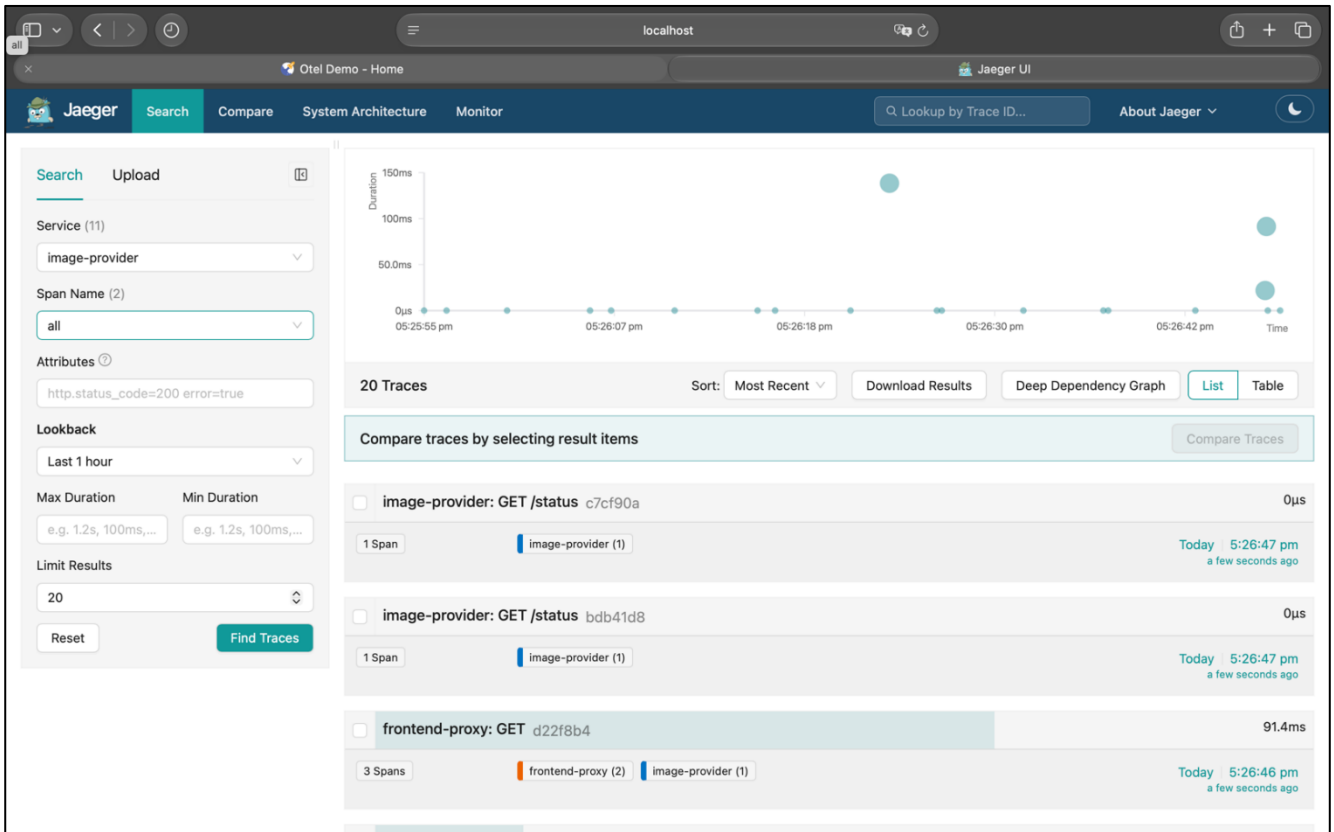


Рисунок 2. Интерфейс Jaeger с полученными распределенными трассировками

Ручная работа через графический интерфейс удобна для изучения отдельных трассировок, однако при формировании экспериментальной выборки требуется обработка значительно большего объема данных. Поэтому дальнейшее получение трассировок выполнялось программно через API Jaeger.

Получение набора нормальных трассировок

На первом этапе через API Jaeger был получен список сервисов, для которых в системе были доступны трассировки. В результате было обнаружено 16 сервисов.

Для предварительной проверки структуры данных было получено несколько трассировок сервиса frontend. Полученные данные сохранялись в формате JSON.

Анализ структуры показал, что трассировка содержит идентификатор traceID, набор отдельных операций spans, названия операций operationName, информацию о связях между операциями references, время начала startTime, продолжительность duration, дополнительные параметры tags, а также

идентификатор процесса processID. Фрагмент структуры полученной распределенной трассировки представлен на Рисунке 3.

Отдельные spans связаны между собой отношениями родительских и дочерних операций. За счет этого трассировка позволяет восстановить последовательность обработки запроса различными компонентами системы. В модели Jaeger трассировка может рассматриваться как ориентированный ациклический граф spans [2].

```
[MacBook-Anastasia ~ % python3 -m json.tool traces.json | head -80
{
  "data": [
    {
      "traceID": "fe2f726c3d6ef44ba292fbb960bb45d7",
      "spans": [
        {
          "traceID": "fe2f726c3d6ef44ba292fbb960bb45d7",
          "spanID": "faf5570f9cf85582",
          "operationName": "router frontend egress",
          "references": [
            {
              "refType": "CHILD_OF",
              "traceID": "fe2f726c3d6ef44ba292fbb960bb45d7",
              "spanID": "f8ec847616dfc209"
            }
          ],
          "startTime": 1789569677884426,
          "duration": 17122,
          "tags": [
            {
              "key": "otel.scope.name",
              "type": "string",
              "value": "envoy"
            },
            {
              "key": "otel.scope.version",
              "type": "string",
              "value": "b579d07d3ad7ee11d32b105e91a5a39ad24718d7/1.39.1/Clean/RELEASE/BoringSSL"
            },
            {
              "key": "component",
              "type": "string",
              "value": "proxy"
            },
            {
              "key": "http.protocol",
              "type": "string",
              "value": "HTTP/1.1"
            },
            {
              "key": "http.status_code",
```

Рисунок 3. Фрагмент структуры распределенной трассировки в формате JSON

После проверки структуры данных был сформирован основной набор нормальных трассировок. Через API Jaeger было запрошено до 1000 трассировок сервиса frontend. Полученные данные были сохранены в отдельный JSON-файл.

В результате был сформирован набор из 1000 распределенных трассировок, содержащих в общей сложности 4878 отдельных операций.

Для последующего проведения эксперимента исходный набор был разделен на обучающую и тестовую выборки. Трассировки случайным образом перемешивались, после чего распределялись между двумя наборами. Для обеспечения воспроизводимости эксперимента использовалось фиксированное

значение `random.seed(42)`, благодаря чему при повторном выполнении разделения сохраняется одинаковое распределение данных.

В результате были сформированы две выборки:

- обучающая выборка (800 нормальных трассировок);
- тестовая выборка (200 нормальных трассировок).

Разделение выполнялось для того, чтобы одни и те же трассировки не использовались одновременно при формировании характеристики нормального поведения и при последующей проверке метода. Таким образом, обучающая выборка предназначена для построения профиля нормального поведения системы, а тестовая – для независимой проверки на ранее не использованных нормальных данных.

Дополнительно была выполнена программная проверка структуры исходного набора. Она показала, что трассировки отличаются количеством входящих в них операций: число spans в отдельных трассировках изменялось от 3 до 110. Следовательно, нормальное функционирование рассматриваемой микросервисной системы характеризуется не единственной фиксированной структурой трассировки, а совокупностью различных вариантов взаимодействия компонентов.

Формирование контролируемой аномалии

Для последующей проверки возможности выявления отклонений требовалось сформировать отдельный набор трассировок, соответствующих заранее известному аномальному состоянию системы.

В OpenTelemetry Demo предусмотрен механизм Feature Flags, позволяющий моделировать различные проблемные сценарии работы отдельных сервисов. Одним из реализованных в проекте сценариев является `adFailure`, предназначенный для генерации ошибок при выполнении операции `GetAds` сервиса рекламы [5].

Данная возможность была использована для создания контролируемой аномалии. Под контролируемой аномалией в настоящей работе понимается преднамеренно создаваемое и заранее известное изменение состояния системы, позволяющее получить трассировки с определенным типом отклонения.

Перед формированием аномальной выборки сценарий `adFailure` находился в выключенном состоянии. Для проведения эксперимента он был активирован, после чего генерация пользовательских запросов продолжалась.

В результате стали формироваться новые распределенные трассировки, содержащие обращения к сервису рекламы и ошибки, возникающие при выполнении соответствующего сценария.

Полученные после активации `adFailure` трассировки были выгружены из Jaeger в отдельный JSON-файл. Для получения данных использовался запрос к API Jaeger с указанием сервиса `ad` и ограничением количества результатов. В результате было получено 257 распределенных трассировок, содержащих spans сервиса рекламы (Рисунок 4).

```

[MacBook-Anastasia ~/opentelemetry-demo % curl -s 'http://localhost:8080/jaeger/ui/api/traces?service=ad&limit=500' > ad_traces_demo.json
[MacBook-Anastasia ~/opentelemetry-demo % python3 -c 'import json; d=json.load(open("ad_traces_demo.json")); print("Получено трассировок:", len(d["data"]))'
Получено трассировок: 257

```

Рисунок 4. Получение трассировок сервиса ad через API Jaeger

Из полученного набора требовалось выделить только трассировки, непосредственно содержащие проявление созданной аномалии. В качестве соответствующего признака использовалось значение `grpc.status_code = 14`. Согласно спецификации gRPC, код 14 соответствует статусу UNAVAILABLE и означает, что сервис в данный момент недоступен [1].

Для автоматического отбора был разработан скрипт `find_ad_anomalies.py`. Он анализировал сохраненные трассировки, просматривал теги входящих в них spans и выделял трассировки, содержащие заданный код ошибки.

В результате из 257 полученных трассировок было выделено 20 аномальных трассировок. Общее количество spans в них составило 264. Отобранные данные были сохранены в отдельный файл `anomaly_adFailure_demo.json` и использовались в дальнейшем эксперименте.

Такой способ формирования выборки позволяет установить непосредственную связь между изменением состояния микросервисной системы и полученными трассировочными данными. В отличие от поиска неизвестных отклонений в исходном наборе контролируемый сценарий обеспечивает заранее известную причину аномального поведения.

Формирование профиля нормального поведения

Одним из возможных признаков состояния микросервисной системы является структура взаимодействий между ее компонентами. Поэтому для дополнительной характеристики полученных трассировок был проведен анализ межсервисных связей.

Для каждого span устанавливался соответствующий ему сервис. Затем на основании родительских и дочерних отношений между spans определялись пары взаимодействующих сервисов. Каждая такая пара рассматривалась как ориентированная связь графа взаимодействия микросервисов. Полученный для нормальной обучающей выборки граф межсервисных связей представлен на Рисунке 5.

Граф межсервисных связей нормальной обучающей выборки

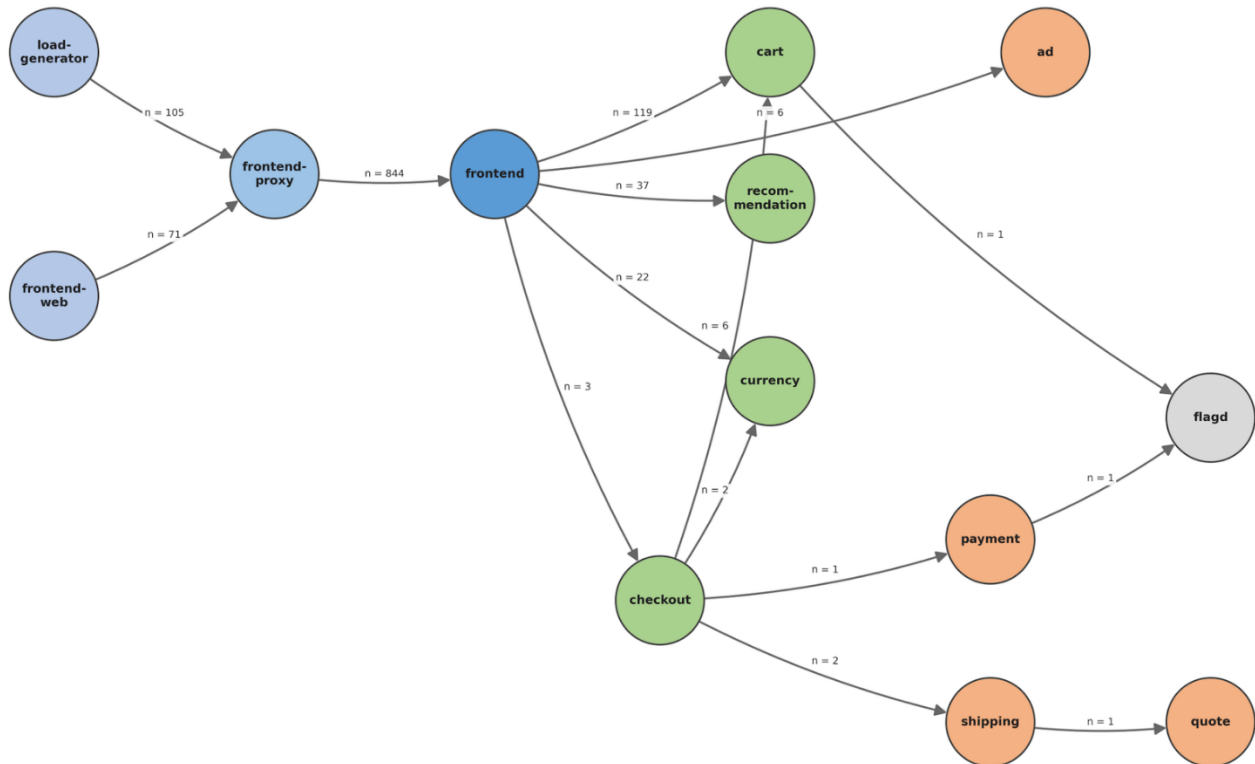


Рисунок 5. Граф межсервисных связей нормальной обучающей выборки

Анализ обучающей выборки из 800 нормальных трассировок показал наличие 15 уникальных межсервисных связей. Наиболее часто встречалась связь frontend-proxy → frontend, зарегистрированная 844 раза. Связь frontend → cart встретилась 119 раз, а load-generator → frontend-proxy — 105 раз.

Особый интерес в рамках выбранного сценария представляет связь frontend → ad, соответствующая взаимодействию с сервисом рекламы. В нормальной обучающей выборке она встретилась 6 раз.

Для аномального набора было обнаружено только три уникальные межсервисные связи (Рисунок 6). Связи load-generator → frontend-proxy и frontend-proxy → frontend встретились по 40 раз, а взаимодействие frontend → ad — 20 раз.

Полученные результаты показывают, что для характеристики нормального поведения целесообразно учитывать не только факт наличия связи между двумя сервисами, но и частоту ее появления.

Если при последующем анализе обнаруживается межсервисная связь, отсутствовавшая в обучающей выборке, ее появление может рассматриваться как сильный признак отклонения от сформированного профиля. Если связь присутствовала в нормальных данных, но наблюдалась редко, ее появление также может увеличивать степень аномальности, однако в меньшей степени. Напротив, часто встречающиеся при нормальной работе взаимодействия сами по себе практически не свидетельствуют об отклонении.

Таким образом, сформированный профиль нормального поведения содержит информацию о характерных взаимодействиях компонентов микросервисной системы и частоте их появления.

Граф межсервисных связей аномальных трассировок

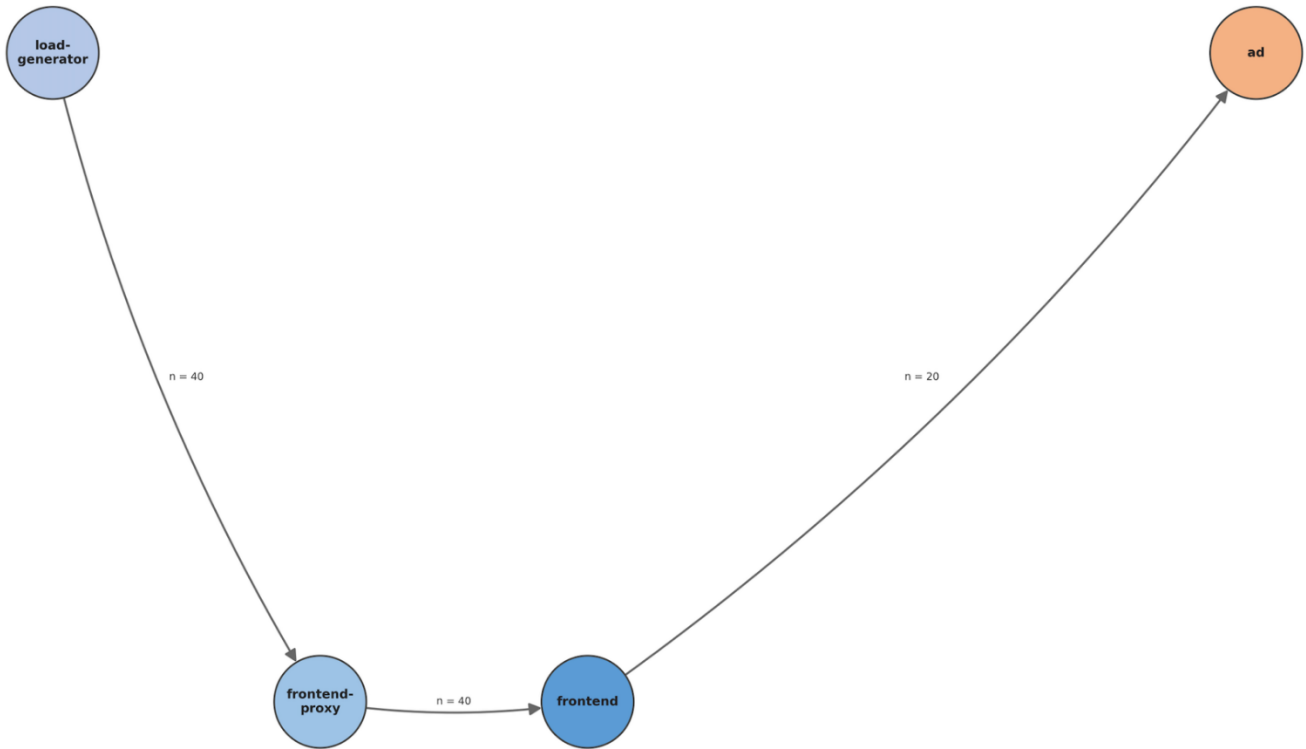


Рисунок 6. Граф межсервисных связей аномальной выборки

Извлечение признаков распределенных трассировок

Исходные данные Jaeger представлены в формате JSON и содержат подробное описание каждой операции. Для дальнейшего количественного анализа каждую распределенную трассировку необходимо представить в виде фиксированного набора числовых характеристик.

Для автоматического извлечения таких характеристик был разработан скрипт `extract_features.py`.

Для каждой трассировки определялись следующие признаки:

- количество spans;
- количество различных сервисов, участвующих в трассировке;
- количество spans с признаком ошибки;
- количество срабатываний сценария `adFailure`;
- общая длительность трассировки;
- средняя длительность span;
- максимальная длительность span.

Для определения сервисов, участвующих в обработке запроса, для каждого span устанавливалось имя соответствующего сервиса на основании связи с процессом, заданной параметром `processID`.

Ошибочными считались операции, для которых значение признака `otel.status_code` соответствовало состоянию `ERROR`.

Дополнительно для аномальных трассировок определялось количество обращений к сервису `ad`, завершившихся с кодом `rpc.grpc.status_code = 14`. Данная характеристика позволяла проверить, что сформированные трассировки действительно содержат проявление созданного в эксперименте сценария отказа.

Обработка выполнялась отдельно для трех сформированных наборов данных. В результате были получены:

- `normal_train_features.csv`: признаки 800 нормальных трассировок обучающей выборки;
- `normal_test_features.csv`: признаки 200 нормальных трассировок тестовой выборки;
- `anomaly_features.csv`: признаки 20 трассировок с контролируемой аномалией.

Фрагмент сформированного набора признаков распределенных трассировок представлен на Рисунке 7. Полученные данные содержат структурные и временные характеристики как нормальных, так и аномальных трассировок, что позволяет использовать их для последующего количественного анализа.

Представление признаков распределённых трассировок
Пример преобразования трассировок в набор числовых признаков

Набор	Трассировка	Spans	Сервисы	Ошибки	Длительность, мс	Средняя длительность span, мс	Макс. длительность span, мс
Обучающая	fb706df7...	14	4	0	126.00	52.75	126.00
Обучающая	e2373948...	3	2	0	9.31	8.48	9.31
Обучающая	3bbc5be1...	9	4	0	299.00	109.43	299.00
Обучающая	912a37af...	6	2	3	62325.77	42227.43	62324.98
Обучающая	358517cb...	3	2	0	25.96	19.36	25.13
Тестовая	b8c2dc54...	9	4	0	220.00	51.37	220.00
Тестовая	a13549bf...	7	3	0	64156.48	38048.97	64152.97
Тестовая	e20d4e89...	9	4	0	47.00	13.25	47.00
Тестовая	e948c34f...	3	2	0	6.64	5.88	6.64
Тестовая	5c2a24cd...	3	2	0	129.09	122.06	129.09
Аномальная	15927e47...	13	4	8	338.16	175.51	338.16
Аномальная	1f499ec6...	13	4	8	611.49	310.88	611.49
Аномальная	fe0522ad...	13	4	8	99.88	47.32	99.88

Рисунок 7. Фрагмент результатов извлечения признаков распределенных трассировок

Таким образом, исходные JSON-данные были преобразованы в структурированный набор числовых характеристик, пригодный для

последующего количественного анализа и расчета степени отклонения отдельных трассировок от нормального поведения.

Заключение

В работе рассмотрен процесс формирования экспериментального набора распределенных трассировок микросервисной системы для последующего исследования методов выявления аномального поведения.

В качестве экспериментальной среды использована OpenTelemetry Demo, позволяющая моделировать работу распределенного приложения и получать телеметрические данные о взаимодействии его компонентов. С использованием Jaeger был сформирован исходный набор из 1000 нормальных распределенных трассировок, содержащих 4878 отдельных операций.

Исходные данные были разделены на обучающую выборку из 800 и тестовую выборку из 200 нормальных трассировок. Такое разделение позволяет независимо формировать профиль нормального поведения и проводить последующую проверку метода.

Для получения данных с известным отклонением использован предусмотренный OpenTelemetry Demo сценарий adFailure. В результате была создана контролируемая аномалия и сформирована отдельная выборка из 20 трассировок, содержащих соответствующий признак ошибки.

Проведенный анализ показал возможность использования структуры межсервисных взаимодействий и частоты возникновения отдельных связей для характеристики нормального поведения микросервисной системы. Дополнительно для каждой трассировки сформирован набор числовых признаков, включающий структурные и временные характеристики, а также сведения об ошибочных операциях.

Полученные обучающая, тестовая и аномальная выборки создают основу для следующего этапа исследования – разработки метода количественной оценки степени отклонения распределенной трассировки от нормального поведения и экспериментальной проверки возможности автоматического обнаружения аномалий в микросервисных системах.

Список использованных источников и литературы:

1. gRPC. Status Codes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://grpc.io/docs/guides/status-codes/> (дата обращения: 16.09.2026).
2. Jaeger. Documentation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.jaegertracing.io/docs/> (дата обращения: 20.08.2026).
3. Liu P., Xu H., Ouyang Q. et al. Unsupervised Detection of Microservice Trace Anomalies through Service-Level Deep Bayesian Networks // 31st IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE). 2020.
4. OpenTelemetry. OpenTelemetry Demo [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://opentelemetry.io/docs/demo/> (дата обращения: 04.08.2026).
5. OpenTelemetry Demo: исходный код проекта [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/open-telemetry/opentelemetry-demo> (дата обращения: 11.08.2026).

6. Shkuro Y. Mastering Distributed Tracing: Analyzing Performance in Microservices and Complex Systems. Birmingham: Packt Publishing, 2019. 444 p.

7. Sigelman B. H., Barroso L. A., Burrows M. et al. Dapper, a Large-Scale Distributed Systems Tracing Infrastructure. Google, 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://research.google/pubs/dapper-a-large-scale-distributed-systems-tracing-infrastructure/> (дата обращения: 19.08.2026).

List of References:

1. gRPC. Status Codes [Electronic resource]. Access mode: <https://grpc.io/docs/guides/status-codes/> (date of access: 16.09.2026).

2. Jaeger. Documentation [Electronic resource]. Access mode: <https://www.jaegertracing.io/docs/> (date of access: 20.08.2026).

3. Liu P., Xu H., Ouyang Q. et al. Unsupervised Detection of Microservice Trace Anomalies through Service-Level Deep Bayesian Networks // 31st IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE). 2020.

4. OpenTelemetry. OpenTelemetry Demo [Electronic resource]. Access mode: <https://opentelemetry.io/docs/demo/> (date of access: 04.08.2026).

5. OpenTelemetry Demo: Project Source Code [Electronic resource]. Access mode: <https://github.com/open-telemetry/opentelemetry-demo> (date of access: 11.08.2026).

6. Shkuro Y. Mastering Distributed Tracing: Analyzing Performance in Microservices and Complex Systems. Birmingham: Packt Publishing, 2019. 444 p.

7. Sigelman B. H., Barroso L. A., Burrows M. et al. Dapper, a Large-Scale Distributed Systems Tracing Infrastructure. Google, 2010. [Electronic resource]. Access mode: <https://research.google/pubs/dapper-a-large-scale-distributed-systems-tracing-infrastructure/> (date of access: 19.08.2026).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Артеев Михаил Сергеевич

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
магистрант кафедры Вычислительной
техники, информационных систем
и технологий

Arteev Mikhail Sergeevich

Ukhta State Technical University, Ukhta;
Master's student, Department of
Computer Engineering, Information
Systems,
and Technologies

E-mail: hjr2010@inbox.ru

Бакунина Наталия Сергеевна

Российский технологический
университет (МИРЭА), г. Москва;
студент

Bakunina Natalia Sergeevna

Russian Technological University
(MIREA), Moscow

E-mail: nbelka258@gmail.com

Борисова Анастасия Олеговна

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
магистрант кафедры Вычислительной
техники, информационных систем
и технологий

Borisova Anastasia Olegovna

Ukhta State Technical University,
Ukhta;
magistr of the Department of Computer
Science, Information Systems and
Technologies

E-mail: eyfeleva@yandex.ru

Гарусов Трофим Дмитриевич

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
начальник отдела разработки,
сопровождения и обслуживания
информационных систем

Garusov Trofim Dmitrievich

Ukhta State Technical University,
Ukhta; Head of the Information
Systems Development, Support, and
Maintenance Department

E-mail: garusov.fima@gmail.com

Григорьевых Андрей Викторович

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
кандидат технических наук,
доцент кафедры Вычислительной
техники, информационных систем и
технологий

Grigorievyh Andrey Viktorovich

Ukhta State Technical University,
Ukhta; Candidate of Technical
Sciences,
Associate Professor of the Department
of Computer Science, Information
Systems and Technologies

E-mail: grigorevykh@rambler.ru

Жифарский Виталий Дмитриевич

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
студент кафедры Вычислительной
техники, информационных систем и
технологий

Zhifarsky Vitaly Dmitrievich

Ukhta State Technical University,
Ukhta; student of the Department of
Computer Science, Information
Systems and Technologies

E-mail: vitalikg02@mail.ru

Красовский Роман Валерьевич

Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет; г. Пермь;
аспирант

Krasovsky Roman Valeryevich

Perm National Research Polytechnic
University; Perm;
Postgraduate student

E-mail: romus-kras@mail.ru

Кудряшова Ольга Михайловна

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
доцент кафедры Вычислительной
техники, информационных систем и
технологий, доцент

Kudryashova Olga Mikhailovna

Ukhta State Technical University,
Ukhta; Associate Professor,
Department of Computer Engineering,
Information Systems and Technologies

E-mail: okudryashova@ugtu.net

Маркович Андрей Сергеевич

Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения (ГУАП), Институт
аэрокосмических приборов и систем, г.
Санкт-Петербург; магистрант кафедры
Аэрокосмических компьютерных и
программных систем

Markovich Andrey Sergeevich

Saint Petersburg State University of
Aerospace Instrumentation (SUAI),
Institute of Aerospace Instruments and
Systems, Saint Petersburg; Master's
student, Department of Aerospace
Computer and Software Systems

E-mail: andreymarkovich@rambler.ru

Рожков Евгений Викторович

АО АКИБ «Почтобанк»,
г. Пермь

Rozhkov Evgeny Viktorovich

Postobank
Perm

E-mail: yevgeniy.1975@internet.ru

Рочев Константин Васильевич

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры Вычислительной
техники, информационных систем
и технологий

Rochev Konstantin Vasilievich

Ukhta State Technical University,
Ukhta; Candidate of Economic
Sciences, Associate Professor of the
Department of Computer Science,
Information Systems and Technologies

E-mail: konstatos@ya.ru

Семяшкина Анастасия Викторовна

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
специалист по учебно-методической
работе кафедры вычислительной
техники, информационных систем и
технологий

Semyashkina Anastasia Viktorovna

Ukhta State Technical University,
Ukhta; Educational and
Methodological Specialist
Department of Computer
Engineering, Information Systems
and Technologies

E-mail: asemyashkina@ugtu.net

Сочко Светлана Сергеевна

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
старший преподаватель кафедры
Вычислительной техники,
информационных систем и технологий

Sochko Svetlana Sergeevna

Ukhta State Technical University,
Ukhta;
Senior Lecturer of the Department of
Computer Science,
Information Systems and Technologies

E-mail: s.sochko@mail.ru

Уляшев Никита Павлович

Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта;
студент кафедры Вычислительной
техники, информационных систем
и технологий

Ulyashev Nikita Pavlovich

Ukhta State Technical University,
Ukhta; graduate of the Department of
Computer Science and Information
Systems
and technologies

E-mail: zarnikus@gmail.com

Шипелькевич Ульяна Николаевна

Shipelkevich Ulyana Nikolaevna

ООО «Консалт-Информ», г. Ухта;
Инженер-программист

Consult-Inform LLC, Ukhta;
Software Engineer

E-mail: ulyanagamova0505@gmail.com

Шпаковский Дмитрий Владимирович

Shpakovsky Dmitry Vladimirovich

ООО «Консалт-Информ», г. Ухта;
Исполнительный директор

Consult-Inform LLC, Ukhta;
Executive Director

E-mail: mrdiamond@mail.ru

Ухтинский государственный технический университет

Информационные технологии
в управлении и экономике
2026, № 03

Information technology
in management and economics
2026, No 03

ISSN 2225-2819

Свидетельство о регистрации Эл. № ФС77-65216

Адрес редакции: 169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13

Интернет-сайт: <http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>, <http://итуэ.рф>

Электронная почта: info@itue.ru

Телефон: 8 (8216) 700-247

Главный редактор: *К. В. Рочев*

Дизайн и компьютерная вёрстка: *А. В. Семяшкина*