



Факультет
Компьютерных наук

Программная инженерия

Разработка веб-приложения для комплексной автоматизации процессов поискового продвижения веб-сайтов

API Gateway, Frontend SPA, Management
Service, Client API Gateway, Адаптеры
Командный программный проект

Научный руководитель:
Доцент: Факультет компьютерный
наук/Департамент программной инженерии
Нестеров Роман Александрович

Выполнил студент 2 курса Зобов Арсений Александрович БПИ245

Сокомандник: Пухова Александра Игоревна БПИ245



Описание предметной области

ПОИСКОВАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ (SEO)

Комплекс мер по повышению позиций веб-сайта в органической выдаче поисковых систем (Google, Яндекс). Включает технический аудит, работу с контентом, ссылочный профиль и мониторинг позиций.

РЫНОК SEO-ИНСТРУМЕНТОВ

Делится на три сегмента: аналитические платформы (Ahrefs, Semrush), технические краулеры (Screaming Frog) и системы автоматизации продвижения (PromoPult, Rookee). Ни один сегмент не охватывает полный цикл.

ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ

Малый и средний бизнес, владельцы сайтов на WordPress и Tilda, SEO-специалисты — те, кому недоступны Enterprise-решения, но необходима автоматизация полного цикла продвижения.





Основные термины и сокращения

HITL — HUMAN-IN-THE-LOOP

Паттерн, при котором критические решения системы требуют явного подтверждения человека перед выполнением.

SPA — SINGLE PAGE APPLICATION

Веб-приложение, загружающее единственный HTML-документ и динамически обновляющее содержимое без перезагрузки страницы.

CMS — CONTENT MANAGEMENT SYSTEM

Система управления контентом сайта. В проекте: WordPress и Tilda — целевые платформы для автоматического внедрения SEO-изменений.

FF-SCORE — FITNESS & FIX SCORE

Интегральная метрика SEO-здоровья проекта, агрегирующая данные технического аудита и семантики.

API GATEWAY

Единая точка входа, обеспечивающая маршрутизацию, авторизацию и балансировку запросов к внутренним микросервисам.

HMAC-SHA256

Алгоритм аутентификации сообщений на основе хэш-функции SHA-256 и секретного ключа; используется для верификации запросов к Client API Gateway.

JWT — JSON WEB TOKEN

Стандарт передачи аутентификационных данных в виде подписанного токена; применяется для авторизации пользователей в системе.

C4-МОДЕЛЬ

Иерархический подход к документированию архитектуры ПО:
Context → Container → Component → Code.



Актуальность работы

ПРОБЛЕМА 1 — СТОИМОСТЬ

Коммерческие SEO-инструменты (Ahrefs, Semrush, Similarweb) — от \$99–499/мес. Для малого и среднего бизнеса недоступны.

ПРОБЛЕМА 2 — КОНТРОЛЬ

Инструменты либо полностью ручные (Screaming Frog), либо автоматизированы без контроля критических изменений → риск SEO-катастроф.

ПРОБЛЕМА 3 — РАЗРЫВ КОНТУРА

Нет единого пути от рекомендации до внедрения. Рынок закрывает SEO «по частям»: аудит, задачи и CMS — отдельные продукты.

Audit / Semantic
Пухова А.И.



Management Service
приоритизация



HITL-UI
одобрение



Client API GW
HMAC deploy



WordPress / Tilda
сайт клиента



Цель и задачи

ЦЕЛЬ (ЗОБОВ А.А.)

Разработать управляющие, пользовательские и интеграционные компоненты микросервисного веб-приложения, обеспечивающие управление SEO-задачами, пользовательское взаимодействие, Human-in-the-Loop контроль и безопасное внедрение изменений на сайт клиента.

ЗАДАЧИ

- Разработка Management Service (оркестрация, HITL, приоритизация Impact×Effort)
- Разработка API Gateway (маршрутизация, авторизация, публичные эндпоинты)
- Разработка Frontend SPA (публичная и приватная части, HITL-UI)
- Разработка Client API Gateway (HMAC-SHA256, PATCH, rollback)
- Разработка адаптеров WordPress и Tilda
- Обеспечение событийного взаимодействия (Celery / RabbitMQ)

ИЗ ЗОНЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ИСКЛЮЧЕНЫ

- Технический аудит сайта (Audit Service)
- Семантический анализ, расчёт FF-Score и E-E-A-T (Semantic Service)
- Генерация SEO-рекомендаций с LLM
- Формирование CSV-отчётов (Reporting Service)

ЗОНА ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПУХОВОЙ А.И.

Audit Service · Semantic Service · Reporting Service ·
события CrawlCompleted и FFScoreRecalculated



Требования к программному продукту

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- Регистрация/авторизация пользователей (JWT)
- Управление проектами и их интеграциями (WordPress, Tilda)
- Отображение SEO-задач с приоритизацией по Impact×Effort
- HITL-очередь: просмотр diff изменений, одобрение / отклонение
- Автоматический деплой одобренных изменений в CMS через Client API Gateway
- Откат изменений (rollback) через Client API Gateway
- Публичный аудит по URL без авторизации
- Ежедневный пересчёт FF-Score (Celery Beat)

НЕФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- **Безопасность:** HMAC-SHA256 подпись запросов к Client API GW, хэширование паролей
- **Масштабируемость:** микросервисная архитектура, Celery-воркеры масштабируются независимо
- **Надёжность:** changelog каждого деплоя, возможность отката
- **Технологический стек:** Python 3.11 / FastAPI (backend), React 18 / TypeScript (frontend)
- **Контейнеризация:** Docker + Docker Compose для всех сервисов
- **Тестируемость:** pytest (backend), Vitest + RTL (frontend)

ОГРАНИЧЕНИЯ

- Поддерживаемые CMS в MVP: WordPress и Tilda
- PATCH-операции через Client API Gateway — только разрешённый список полей



Анализ существующих решений — аналитика и краулинг

Критерий	Ahrefs	Semrush	MegaIndex	Screaming Frog	Netpeak Spider	Наша разработка
Публичный API данных	+	+	+	-	-	+
Мониторинг позиций	+	+	+	-	+	+
JS/SPA краулинг	-	-	-	+	+	+
Автоматизация запусков	-	Частично	-	+	-	+
Параллельная работа с проектами	+	+	+	-	+	+
НITL-контроль изменений	-	-	-	-	-	+
Безопасное внедрение в CMS	-	-	-	-	-	+



Анализ существующих решений — автоматизация продвижения

Критерий	PromoPult	Rookeе	WebEffector	REG.RU Seowizard	Timeweb	Наша разработка
Запуск из ЛК/панели	+	+	+	+	+	+
Аудит + рекомендации	Частично	+	+	+	Частично	+
НITL ручной контроль	-	-	-	-	-	+
Безопасное внедрение в CMS	-	-	-	-	-	+
Мониторинг позиций	+	+	+	+	-	+
Прозрачная аналитика (FF-Score)	Частично	+	+	+	-	+



Функционал индивидуальной части

MANAGEMENT SERVICE

- Оркестрация SEO-задач (SEO Robot)
- Приоритизация: Impact × Effort
- HITL-логика и хранение одобрений
- Деплой изменений через Client API GW
- Celery Beat: ежедневный пересчёт

API GATEWAY + FRONTEND SPA

- Маршрутизация запросов, авторизация JWT
- Публичная часть: форма аудита, результаты
- Приватная часть: Dashboard, ProjectAuditReport
- HITL-UI + DiffViewer (react-diff-viewer)
- Страницы: KeywordResearch, Backlinks, Settings

CLIENT API GW + АДАПТЕРЫ

- HMAC-SHA256 аутентификация запросов
- Ограниченные PATCH-операции
- Rollback: /internal/deploy/{id}/rollback
- WordPress Plugin (PHP): meta-filter, api-handler
- Tilda Adapter (JS): Webhook + AP

РЕЖИМЫ ОРКЕСТРАЦИИ ПО FF-SCORE

FF-Score < 40 — «Спасение»

CWV · 404 · robots.txt · Schema.org



$40 \leq FF \leq 60$ — Сбалансированный

Технические + контентные задачи



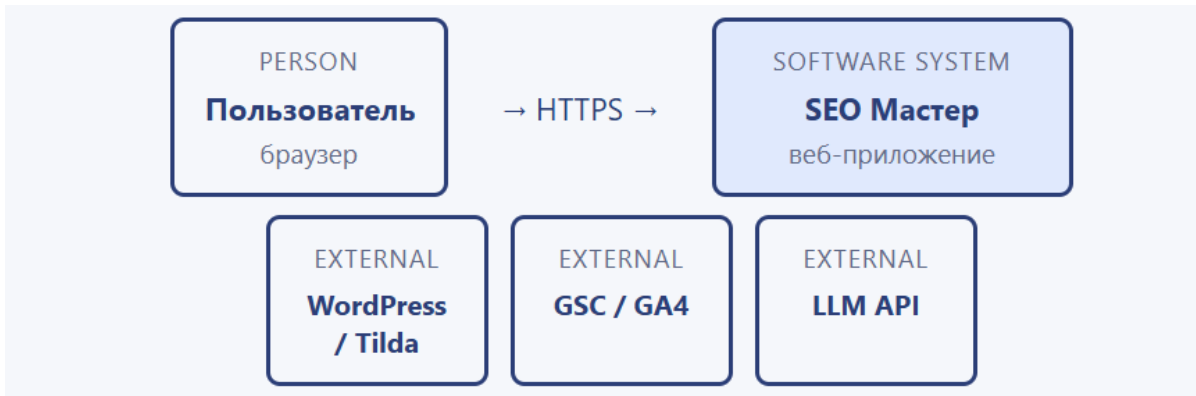
FF-Score > 60 — «Рост»

Content Gap · E-E-A-T · перелинковка

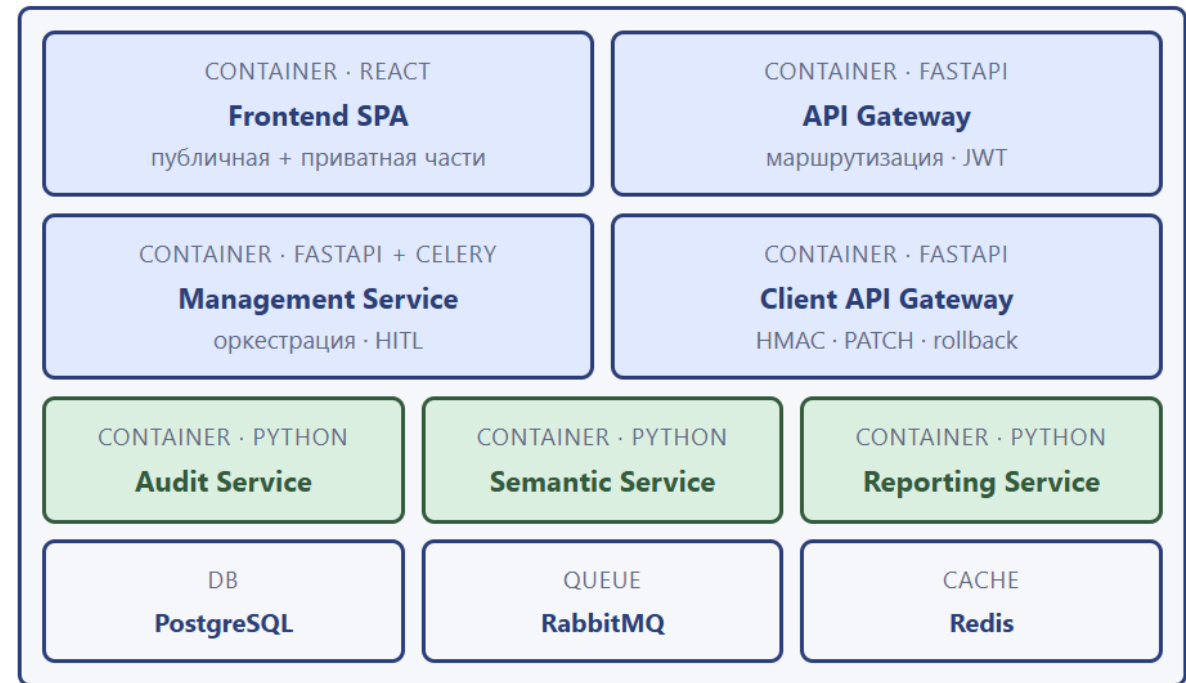


Уровни контекст и контейнера

CONTEXT — СИСТЕМА И ВНЕШНИЕ АКТОРЫ



CONTAINER — КЛЮЧЕВЫЕ КОНТЕЙНЕРЫ (ЗОНА ЗОБОВ А.А. ВЫДЕЛЕНА)



□ Зона Зобов А.А. □ Зона Пухова А.И.



Уровни контекст и контейнера

CONTEXT — СИСТЕМА И ВНЕШНИЕ АКТОРЫ



АЛГОРИТМ ПРИОРИТИЗАЦИИ

$priority_score = impact_score \times (1 / effort_score)$
`tasks.sort(key=priority_score, reverse=True)`

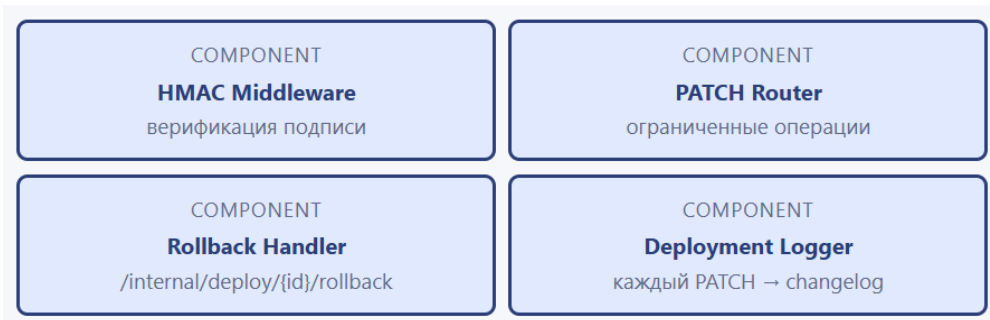
HITL-ПРОЦЕСС (8 ЭТАПОВ)

- Management Service: Детектирование критического изменения, impact_score
- Semantic Service: Черновик изменения: Title / Description / H1 / Schema.org
- Management Service: Создание hitl_approvals с diff_data JSONB (before/after)
- HITL-UI / DiffViewer: Пользователь видит сравнение «до/после»
- Пользователь: approve / reject + обязательный комментарий при отклонении
- API Gateway: Публикация события HITLApproved → RabbitMQ
- Client API Gateway: HMAC-подписанный PATCH → WordPress / Tilda adapter
- Changelog: Запись: что / когда / кем / auto или HITL / status=applied



Уровни контекст и контейнера

КОМПОНЕНТЫ CLIENT API GATEWAY



HMAC-SHA256 — ФОРМУЛА ПОДПИСИ

```
HMAC_SHA256(  
    secret_key,  
    timestamp + METHOD + path + sha256(body)  
)
```

Заголовки: X-Project-ID · X-Timestamp · X-Signature

АДАПТЕР WORDPRESS (PHP)

- SEO-MASTER-PLUGIN.PHP
- ХУКИ, ЗАГРУЗКА КОМПОНЕНТОВ
- META-FILTER.PHP
- ПЕРЕХВАТ TITLE / DESCRIPTION / SCHEMA.ORG
- API-HANDLER.PHP
- HMAC-ВЕРИФИКАЦИЯ ВХОДЯЩЕГО PATCH
- СОВМЕСТИМОСТЬ: WORDPRESS 6.4+, YOAST SEO, RANKMATH

АДАПТЕР TILDA (JS)

- ИНТЕГРАЦИЯ ЧЕРЕЗ TILDA API + WEBHOOK
- MOCK-MODE ДЛЯ E2E-ТЕСТИРОВАНИЯ
- ROLLBACK: REVERSE PATCH ИЗ DEPLOYMENT CHANGE

Ключевое ограничение: изменение применяется на сайт клиента только после явного одобрения в HITL-UI. Без одобрения — запрет.



Актуальность работы



ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ПРОЕКТУ (АВТОРИЗАЦИЯ, ЗАГРУЗКА HITL-ЗАДАЧ)

HITL — РУЧНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ОТКРЫВАЕТ HITL-ЗАДАЧУ → ПРОСМАТРИВАЕТ DIFFVIEWER (ДО/ПОСЛЕ)

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ НАЖИМАЕТ «ОДОБРИТЬ» → FRONTEND: POST /API/HITL/{ID}/APPROVE

API GATEWAY ОБНОВЛЯЕТ СТАТУС HITL_APPROVALS → ПУБЛИКУЕТ HITLAPPROVED В RABBITMQ

ДЕПЛОЙ — АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОСЛЕ ОДОБРЕНИЯ

MANAGEMENT SERVICE CONSUMEHITLAPPROVED() → ВЫЗЫВАЕТ
DEPLOY_CHANGES(TASK_ID, CHANGES_DATA)

CLIENT API GATEWAY ПРОВЕРЯЕТ HMAC-ПОДПИСЬ → ВЫПОЛНЯЕТ PATCH → ПЕРЕДАЁТ
АДАПТЕРУ

WORDPRESS / TILDA ПРИМЕНЯЕТ ИЗМЕНЕНИЕ (TITLE/DESCRIPTION/SCHEMA.ORG) →
ВОЗВРАЩАЕТ 200 OK

MANAGEMENT SERVICE ФИКСИРУЕТ ЗАПИСЬ В CHANGELOG:
ЧТО/КОГДА/КЕМ/HITL/STATUS=APPLIED



Диаграмма потоков данных. Управление задачами и деплой изменения.

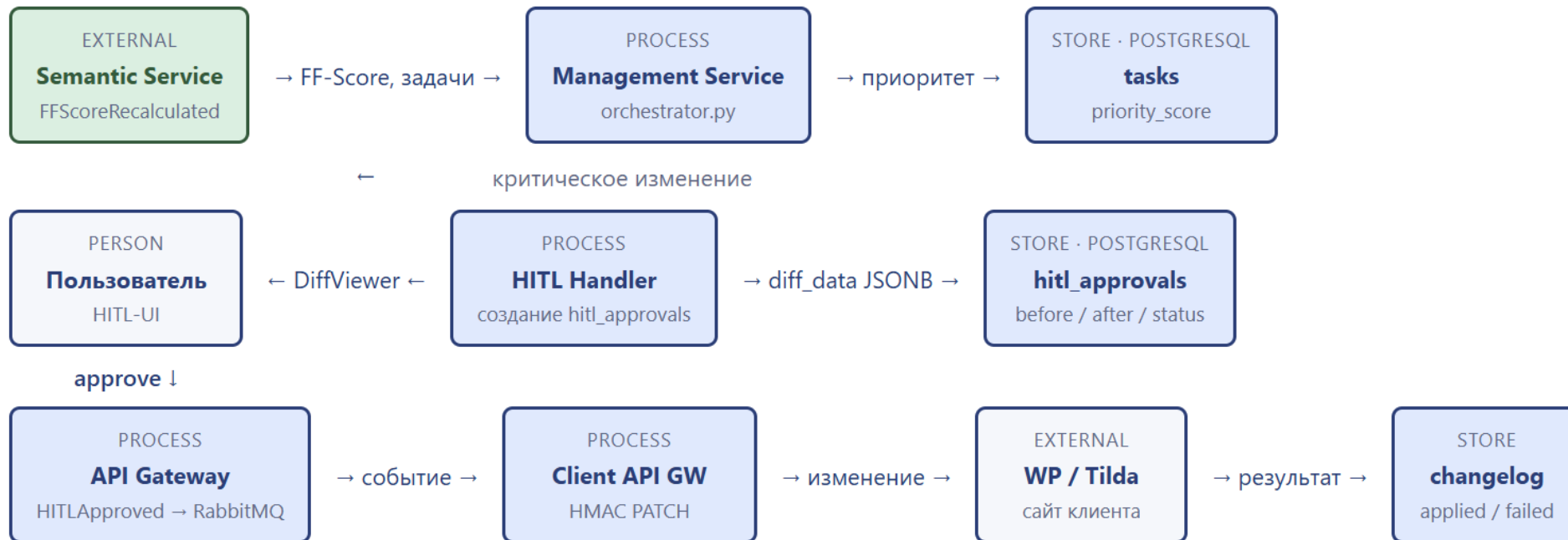




Схема базы данных — Management Service (PostgreSQL)

users PK user_id UUID email TEXT hashed_pwd TEXT created_at TIMESTAMPTZ	projects PK project_id UUID FK user_id url TEXT name TEXT created_at TIMESTAMPTZ	integrations FK project_id platform TEXT wp / tilda credentials_ref TEXT created_at TIMESTAMPTZ	tasks PK task_id UUID FK project_id status TEXT impact_score FLOAT effort_score FLOAT priority_score FLOAT
hitl_approvals PK id UUID FK task_id diff_data JSONB {"before": "...", "after": "...", "type": "..."} status TEXT pending/approved/rejected approved_by UUID FK comment TEXT	changelog PK id UUID FK task_id deployment_id UUID deployed_by UUID method TEXT auto / HITL status TEXT applied / failed created_at TIMESTAMPTZ	ИНДЕКСЫ idx_hitl_task(task_id) idx_hitl_status(status) idx_tasks_project(project_id) idx_tasks_priority(priority_score)	
		ХРАНЕНИЕ СЕКРЕТОВ HMAC-ключи — переменные окружения (prod: HashiCorp Vault). В БД секреты не хранятся. Ротация: 90 дней.	



Frontend SPA — карта роутинга и ключевые экраны

ПУБЛИЧНАЯ ЧАСТЬ (БЕЗ АВТОРИЗАЦИИ)

ROUTE / Лендинг форма ввода URL · SSR	ROUTE /AUDIT/[UID] Результаты аудита топ-5 проблем · CTA-блок
---	---

ПРИВАТНАЯ ЧАСТЬ (ПОСЛЕ АВТОРИЗАЦИИ)

DASHBOARD FF-Score · задачи · метрики	PROJECTAUDITREPORT агрегация аудита
HITL-UI очередь одобрений	DIFFVIEWER сравнение до/после
KEYWORDRESEARCH ключевые слова	CONTENTOPTIMIZATION контент-анализ
BACKLINKS ссылки	SETTINGS профиль · интеграции

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ (REDUX TOOLKIT)

store/

authSlice.ts — JWT, профиль

tasksSlice.ts — SEO-задачи, HITL-очередь

projectsSlice.ts — список проектов

selectPriorityTasks() → sort by priority_score

approveTask(id) → POST /api/hitl/{id}/approve

DiffViewer

- Библиотека: react-diff-viewer-continued
- Режимы: «Сторона-к-стороне» и «Объединённый»
- Поддержка: HTML · JSON (Schema.org) · текст
- Тест: renders pending diff + approve-flow (Vitest)



Технологический стек

BACKEND

Python 3.11

FastAPI

Uvicorn

SQLAlchemy

Alembic

Pydantic

aio-pika

ИНФРАСТРУКТУРА

PostgreSQL 14

RabbitMQ

Redis

Celery

Docker

Docker Compose

ТЕСТИРОВАНИЕ

pytest

Vitest

React Testing Library

coverage.py

FRONTEND

React 18

TypeScript

Vite

Redux Toolkit

React Router v6

Tailwind CSS

Axios

react-diff-viewer

АДАПТЕРЫ И ИНТЕГРАЦИИ

PHP 8

WordPress Plugin API

Tilda API

HMAC-SHA256



Демонстрация приложения



Тестирование и результаты

BACKEND · PYTEST

Модуль	Тестов	Результат
test_hitl_handler.py	3	✓ PASSED
test_client_gateway_rollback.py	4	✓ PASSED
test_tilda_meta_injector.py	6	✓ PASSED
test_project_integrations_service.py	9	✓ PASSED
прочие (audit, crawler...)	15	✓ PASSED
Итого backend	37	coverage 42%

FRONTEND · VITEST + REACT TESTING LIBRARY

Модуль	Тестов	Результат
hitlAPI.test.ts	2	✓ PASSED
Input.test.tsx	2	✓ PASSED
HITL.test.tsx	2	✓ PASSED
Итого frontend	6	coverage 7.9%

EXTENDED E2E — ИЗОЛИРОВАННЫЙ DOCKER-СТЕК (13 КОНТЕЙНЕРОВ)

✓ health API Gateway
✓ health Management Service
✓ health Client API Gateway
✓ HMAC PATCH → mock WordPress
✓ meta description applied в HTML
✓ deployment log: status="applied"
✓ Tilda PATCH → tilda-adapter mock-mode
✓ HITL endpoint
✓ public quick-audit endpoint
1 passed in 19.76s

НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ · K6 · CLIENT API GATEWAY · E2E-СТЕНД С MOCK WORDPRESS

P(95)
LATENCY
134.99
ms
порог <1000
ms ✓

AVG LATENCY
79.66
ms
med=76.21 ms

HTTP_REQ_FAILED
0.00%
71 / 71 успешно

CHECKS_SUCCEEDED
100%
71 из 71 checks



Основные результаты и выводы

ЧТО РАЗРАБОТАНО

- Management Service — оркестрация задач, HITL-логика, приоритизация Impact×Effort
- API Gateway — маршрутизация, JWT-авторизация, публичные и приватные эндпоинты
- Frontend SPA — Dashboard, HITL-UI с DiffViewer, карта роутинга (16 экранов)
- Client API Gateway — HMAC-защита, ограниченный PATCH, rollback, changelog
- Адаптеры — WordPress Plugin и Tilda Adapter

НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

- Первое открытое решение, замыкающее полный цикл: аудит -> задача -> HITL -> деплой в CMS
- HITL-контроль с DiffViewer исключает неконтролируемые SEO-изменения
- Возможна регистрация как РИД (программа для ЭВМ) — оригинальный алгоритм приоритизации и протокол HMAC-деплойа

ТЕСТИРОВАНИЕ

Модуль	Тестов	Итог
Backend (pytest)	37	✓ coverage 42%
Frontend (Vitest)	8	✓ PASSED

ВОЗМОЖНОСТЬ ПУБЛИКАЦИИ

- Архитектурное решение HITL + HMAC-деплой может быть описано в конференционной статье
- Открытый исходный код: github.com/kAmAZ07/SEO_Master



Возможные направления дальнейшей разработки

МАСШТАБИРОВАНИЕ

- Kubernetes для воркеров при > 100K страниц
- Browserless.io кластер для Playwright
- HA: ≥ 2 реплики каждого сервиса

Инфраструктура

НОВЫЕ АДАПТЕРЫ

- Bitrix24 CMS адаптер
- Shopify адаптер
- Custom REST-адаптер
- Реальный staging-тест WP/Tilda

Интеграции

КАЧЕСТВО КОДА

- Pydantic V2 migration (устранение 69 warnings)
- Lifespan вместо on_event (deprecated)
- Frontend coverage: цель $\geq 30\%$
- Нагрузочный тест: расширить до 50+ VU на staging

Технический долг

ПРОДУКТОВОЕ РАЗВИТИЕ

- A/B-валидация FF-Score (6–12 мес.)
- Мобильное приложение для HITL
- Публичный SaaS-режим

Продукт



Список использованных источников

- Документация Ahrefs API [Электронный ресурс]. – URL: <https://ahrefs.com/api> (дата обращения: 21.05.2026).
- Brown C., Hasan A. Search Engine Optimization: Theory and Practice [Text] / C. Brown, A. Hasan. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2022. – ISBN 978-1-492-09623-5.
- Celery Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.celeryq.dev> (дата обращения: 21.05.2026).
- FastAPI Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com> (дата обращения: 21.05.2026).
- Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture [Text] / M. Fowler. – Boston : Addison-Wesley, 2002. – ISBN 0-321-12742-0.
- OWASP. HMAC-based Authentication Guidelines [Электронный ресурс] // OWASP Foundation. – URL: https://owasp.org/www-project-cheat-sheets/cheatsheets/HMAC_Based_Authentication_Cheat_Sheet.html (дата обращения: 21.05.2026). Примечание: ссылка уточнена до конкретной страницы, так как общая owasp.org слишком обширна.
- React Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://react.dev> (дата обращения: 21.05.2026).
- Richardson L. RESTful Web APIs [Text] / L. Richardson, S. Ruby. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2013. – ISBN 978-1-449-35806-8.
- Similarweb. SEO Tools Market Overview, 2024 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.similarweb.com> (дата обращения: 21.05.2026).
- Simon Brown. The C4 model for visualising software architecture [Электронный ресурс] / S. Brown. – 2018. – URL: <https://c4model.com> (дата обращения: 21.05.2026).
- Tilda Publishing API Reference [Электронный ресурс]. – URL: <https://help.tilda.ws/api> (дата обращения: 21.05.2026).
- WordPress REST API Documentation [Электронный ресурс] // WordPress Developer Resources. – URL: <https://developer.wordpress.org/rest-api> (дата обращения: 21.05.2026).