

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий

(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

(наименование)

09.03.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Бизнес-информатика

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Проект интеграции мобильных технологий в информационную инфраструктуру
организации»

Студент

Ю.П. Арисова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент, Т.А. Агошкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Тема бакалаврской работы – «Проект интеграции мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации».

Мобильные технологии обеспечивают менеджеров организации на разных уровнях управления эффективными средствами для просмотра аналитической отчетности в режиме реального времени. Для реализации указанных возможностей необходимо обеспечить интеграцию мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Объектом исследования бакалаврской работы является интеграция мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Предметом исследования бакалаврской работы является проект интеграции мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Цель бакалаврской работы – проектирование ИТ-решения для интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке проектного решения для интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации, обеспечивающей повышение эффективности управления последней.

Данная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы.

Результаты бакалаврской работы представляют научно-практический интерес и могут быть рекомендованы для бизнес-аналитиков и разработчиков веб-приложений, занимающихся проблемами интеграции мобильных устройств в ИТ-инфраструктуру организации.

Бакалаврская работа состоит из 45 страниц текста, 18 рисунков, 7 таблиц и 24 источников.

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1 Постановка задачи на проектирование и выбор метода интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации	7
1.1 Постановка задачи на проектирование.....	7
1.2 Анализ моделей и выбор метода интеграции мобильного устройства с корпоративным сайтом организации	8
1.2.1 Модель интеграции «Точка -Точка».....	8
1.2.2 Модель интеграции по шине сервисов.....	10
1.2.3 Методы интеграции мобильных технологий на основе технологий API.....	11
1.2.4 Метод оптимизации веб-клиента под мобильные устройства	13
1.3 Разработка технического задания на проектирование.....	15
Глава 2 Реализация проектного решения интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.....	19
2.1 Анализ подходов и выбор способа оптимизации приложения веб-клиента ERP-системы организации	19
2.1.1 Разработка отдельного мобильного веб-сайта.....	19
2.1.2 Адаптивный дизайн веб-сайта.....	20
2.1.3 Применение шаблонов и плагинов для оптимизации веб-сайта	22
2.2 Выбор системы управления контентом для реализации веб-клиента ERP-системы.....	23
2.2.1 Система управления контентом Wordpress.....	24
2.2.2 Система управления контентом Drupal	26
2.3 Разработка среды оптимизации веб-клиента	28
2.4 Оптимизация веб-клиента под мобильные устройства	30

Глава 3 Тестирования и оценка эффективности проектного решения интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации	35
3.1 Тестирование проектного решения.....	35
3.2 Оценка экономической эффективности проектного решения.....	38
Заключение	41
Список используемой литературы	43

Введение

Как показывает практика, для успешного ведения бизнеса владельцы предприятий или компаний должны обеспечить своих менеджеров современными информационными технологиями, обеспечивающими повышение эффективности управления организацией.

Одной из ключевых задач ИТ-менеджмента является своевременное предоставление менеджерам аналитической информации для поддержки принятия решений с помощью информационных панелей или дашбордов.

В последнее время для решения данной задачи в системах управления предприятиями и компаниями активно применяются современные мобильные технологии.

Мобильные технологии обеспечивают менеджеров организации на разных уровнях управления эффективными средствами для просмотра аналитической отчетности в режиме реального времени.

Это ускоряет и упрощает процесс принятия управленческих решений.

Для реализации указанных возможностей необходимо обеспечить интеграцию мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Проектирование ИТ-решения, обеспечивающего интеграцию мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации, представляет актуальность и научно-практический интерес.

Объектом исследования бакалаврской работы является интеграция мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Предметом исследования бакалаврской работы является проект интеграции мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Цель выпускной квалификационной работы – проектирование ИТ-решения для интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- выполнить постановку задачи, произвести анализ моделей и выбрать метод интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации;
- выполнить реализацию проектного решения для интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации;
- выполнить тестирование и оценить эффективность предлагаемого проектного решения интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Методы исследования – методы интеграции мобильных технологий в деятельность предприятия, веб-технологии.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке проектного решения для интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации, обеспечивающей повышение эффективности управления последней.

Данная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы.

Первая глава посвящена постановке задачи на проектирование и выбору метода интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Во второй главе рассматривается реализация проектного решения интеграции.

Третья глава посвящена тестированию и оценке эффективности проектного решения интеграции.

В заключении описываются результаты выполнения выпускной квалификационной работы.

Бакалаврская работа состоит из 45 страниц текста, 18 рисунков, 7 таблиц и 24 источников.

Глава 1 Постановка задачи на проектирование и выбор метода интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации

1.1 Постановка задачи на проектирование

ИТ-интеграция или системная интеграция - это соединение данных, приложений, API-интерфейсов и устройств в организации для повышения эффективности, продуктивности и гибкости.

Интеграция является ключевым моментом при решении задач трансформации бизнеса - фундаментальных изменений в том, как ведется бизнес, чтобы адаптироваться к изменениям рынка, поскольку ее результатом является получение единого информационного пространства и организация поддержки сквозных бизнес-процессов предприятий и организаций.

Интеграция не только соединяет, но и повышает ценность за счет новых функций, обеспечиваемых соединением функций различных систем.

В настоящее время интеграция мобильных технологий предоставляет менеджменту инновационные способы эффективной работы и дает возможность использовать всю ИТ-инфраструктуру организации.

Таким образом, у пользователей появляется надежная и удобная структура обслуживания и простой в использовании пользовательский интерфейс.

Сегодня не вызывает сомнений необходимость внедрения мобильных устройств в существующую ИТ-инфраструктуру компании. Вопрос только в том, на каком уровне и каким образом это нужно делать эффективно.

Следует выделить следующие задачи интеграции ИТ-инфраструктуры организации с мобильными технологиями [6]:

- интеграция с корпоративным сайтом организации;
- интеграция с корпоративной ERP-системой;
- интеграция с корпоративной CRM-системой;

- интеграция с системой бухучета (например, интеграция мобильного устройства с программой «1С-Бухгалтерия»).

Как показывает практика, ключевым компонентом корпоративной информационной системы (КИС) предприятия или компании является ERP-система, обеспечивающую автоматизацию основных бизнес-процессов организации.

Кроме того, ERP-система предоставляет менеджменту организации необходимую аналитическую отчетность для принятия управленческих решений.

В этой связи представляет интерес проектирование ИТ-решения, обеспечивающего интеграцию мобильных устройств с ERP-системой организации.

Цель проекта – разработка ИТ-решения для интеграции мобильных устройств сотрудников организации с ее ERP-системой.

Результатом успешной реализации проекта будет предоставление функций, обеспечивающих совместную работу мобильных устройств с ERP-системой организации, причем эти функции должны выполняться так, как будто пользователь мобильного телефона является веб-клиентом ERP-системы.

1.2 Анализ моделей и выбор метода интеграции мобильного устройства с корпоративным сайтом организации

Рассмотрим известные модели интеграции мобильных технологий с ИТ-инфраструктурой организации [13, 24].

1.2.1 Модель интеграции «Точка -Точка»

В подходе «Точка -Точка» («Point-to-point») бизнес-приложения связаны друг с другом через одну ссылку.

Данный метод является самым простым из известных моделей интеграции.

Например, организации может потребоваться обновить базу данных кадровых ресурсов информацией из системы ERP. В этой модели местом назначения является очередь, предоставляемая брокером интеграции, в которую отправитель может помещать сообщения (данное сообщение помещается в отдельную очередь) (рисунок 1).

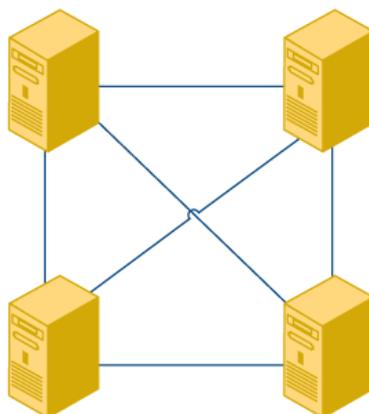


Рисунок 1 – Модель интеграции «Точка-точка»

Двухточечная интеграция используется, когда отправитель должен отправить сообщение одному получателю (то есть существует соотношение 1: 1) [20].

Алгоритм метода «Точка-Точка» состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Отправитель помещает сообщение в очередь.

Шаг 2. Брокер интеграции пересылает сообщение соответствующему получателю. Перед пересылкой сообщения брокер также может выполнить дополнительную обработку, например, преобразовать сообщение.

Шаг 3. Получатель получает сообщение и обрабатывает его соответствующим образом.

Такие интегрированные системы мобильных технологий легко реализуются, но имеют ограниченную масштабируемость.

1.2.2 Модель интеграции по шине сервисов

В этом подходе используется система служебной шины предприятия, которая представляет собой многоуровневое решение для ИТ-компаний.

Эта система служебной шины предприятия использует несколько сложных бизнес-приложений. Система распределяет операции обработки данных между другими частями сети (рисунок 2) [18].

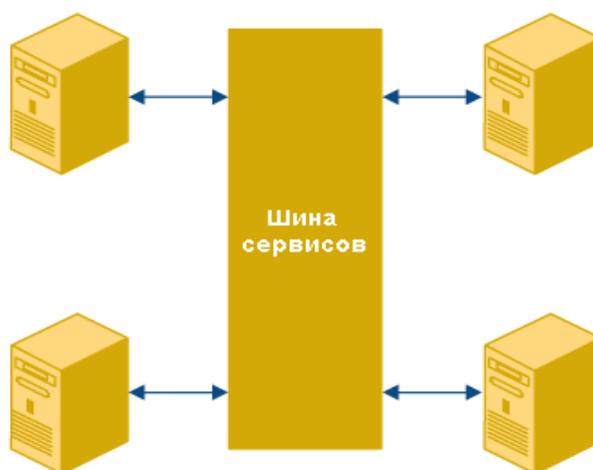


Рисунок 2 – Модель интеграции по шине сервисов

ESB (Enterprise Service Bus) или служебная шина предприятия, представляет собой архитектурный шаблон, посредством которого централизованный программный компонент выполняет интеграцию между приложениями.

Она выполняет преобразования моделей данных, обрабатывает возможности подключения, выполняет маршрутизацию сообщений, преобразует протоколы связи и потенциально управляет составом нескольких запросов.

ESB может сделать эту интеграции и преобразования доступными в виде служебного интерфейса для повторного использования новыми приложениями.

Шаблон ESB обычно реализуется с использованием специально разработанной среды выполнения интеграции и набора инструментов, которые обеспечивают максимально возможную производительность.

Вместе с тем необходимо отметить, что интеграция по шине сервисов представляет собой относительно сложный и затратный процесс.

1.2.3 Методы интеграции мобильных технологий на основе технологий API

API (Application Programming Interface) - это интерфейс для программирования приложений, позволяет удаленно обращаться к функциям приложения и выполнять какие-либо действия в нем.

Чаще всего используется для получения данных для мобильных приложений, интернет порталов и интеграции с внешними системами (например, интернет магазинами) [19].

Существуют два основных стиля API — SOAP и REST, они имеют различные архитектуры, но в большинстве случаев используют общий транспорт — HTTP-протокол (рисунок 3) [5].

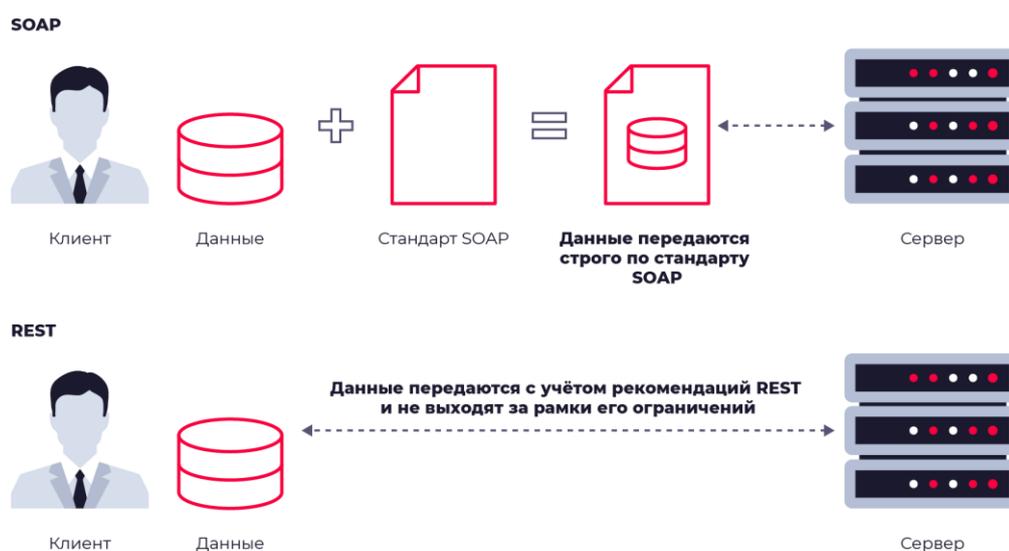


Рисунок 3 – Технологии SOAP и REST

SOAP (Simple Object Access Protocol) это протокол обмена сообщениями между компьютерами на основе XML. SOAP - это приложение спецификации XML.

SOAP позволяет клиентским приложениям легко подключаться к удаленным службам и вызывать удаленные методы.

Хотя SOAP может использоваться в различных системах обмена сообщениями и может быть доставлен через множество транспортных протоколов, первоначальное внимание SOAP уделяется удаленным вызовам процедур, передаваемым через HTTP.

Различные платформы, включая CORBA, DCOM и Java RMI, предоставляют функциональные возможности, аналогичные SOAP, но сообщения SOAP полностью написаны на XML и поэтому не зависят от платформы и языка.

Архитектура REST (REpresentational State Transfer) REST или REST API (передача репрезентативного состояния) предназначена для использования преимуществ существующих протоколов.

Пример интеграции веб-платформенного решения 1С на основе метода REST представлен на рисунке 4 [3].

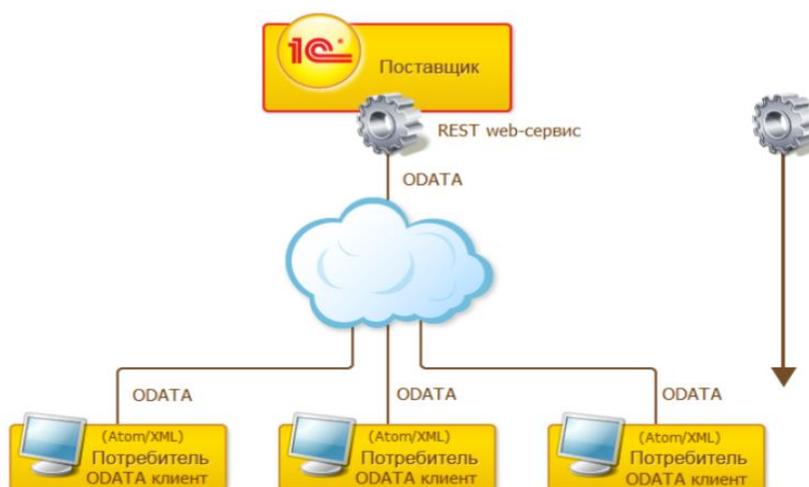


Рисунок 4 - Пример интеграции веб-платформенного решения 1С на основе метода REST

«Хотя REST можно использовать практически с любым протоколом, он обычно использует преимущества HTTP при использовании для веб-API.

Это означает, что разработчикам не нужно устанавливать библиотеки или дополнительное программное обеспечение, чтобы воспользоваться преимуществами дизайна REST API. Поскольку данные не привязаны к методам и ресурсам, REST может обрабатывать несколько типов вызовов, возвращать разные форматы данных и даже структурно изменяться при правильной реализации гипермедиа. В отличие от SOAP, REST не ограничивается XML, но вместо этого может возвращать XML, JSON, YAML или любой другой формат в зависимости от того, что запрашивает клиент» [14].

Поэтому данная архитектура является более предпочтительной по сравнению с SOAP.

1.2.4 Метод оптимизации веб-клиента под мобильные устройства

Современная ERP-система строится на основе трехуровневой модели архитектуры «клиент-сервер» (рисунок 5) [15].

Как следует из представленного решения, мобильное устройство используется в качестве веб-клиента.

Веб-клиент является первым уровнем или фронт-эндом архитектуры ERP-системы и представляет собой веб-приложение, которое выполняется в среде интернет-браузера (Google Chrome, Mozilla Firefox или Opera).

Взаимодействие с веб-сервером осуществляется по протоколам HTTP и HTTPS [2].

Для использования веб-клиента на платформе мобильного устройства необходимо выполнить оптимизацию приложения или сайта веб-клиента.

Оптимизация сайта под мобильные устройства – это технические мероприятия по его модернизации для обеспечения одинаково удобного визуального восприятия посетителями с настольных и мобильных устройств,

которые, как правило, имеют разные разрешения экранов [1].

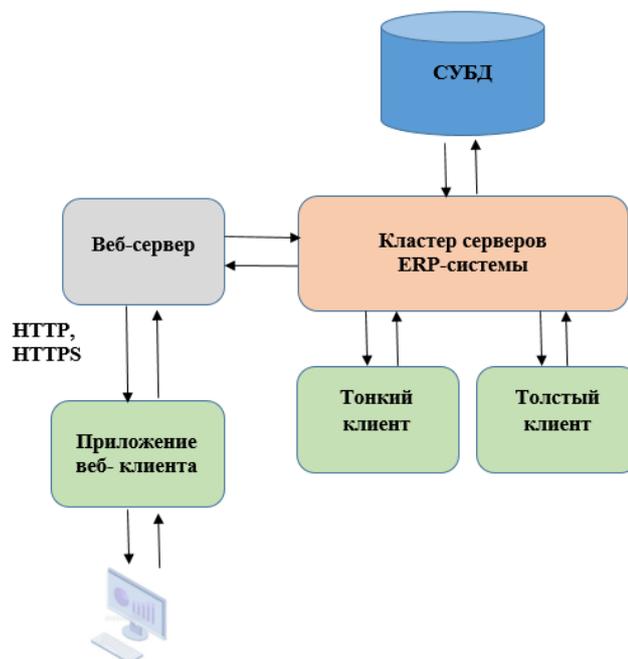


Рисунок 5 – Трехуровневая модель архитектуры ERP-системы

В настоящее время оптимизация сайта для мобильных устройств имеет особое место в формировании полезного ресурса и получения весомого дополнительного трафика.

Для сравнения представленных моделей и методов используем таблицу 1, составленную на основе анализа блогов по данной тематике.

Критерии оценивания:

- 0 – полное несоответствие требованиям;
- 1 – значительное несоответствие требованиям;
- 2 – незначительное несоответствие требованиям;
- 3 – полное соответствие требованиям.

Таблица 1 – Сравнительный анализ моделей и методов интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации

Характеристика/балл	Точка-Точка	Использование шины сервисов	REST API	Оптимизация приложения веб-клиента
гибкость	1	3	3	2
масштабируемость	0	2	2	3
простота реализации	2	1	2	3
производительность	1	2	1	3
затраты	2	0	2	2
Итого	6	8	10	13

По результатам сравнительного анализа выбираем в качестве метода интеграции мобильных технологий в ИТ-инфраструктуру организации метод оптимизации приложения веб-клиента ERP-системы под мобильное устройство.

1.3 Разработка технического задания на проектирование

Согласно ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание (ТЗ) является основным документом, определяющим требования и порядок создания (развития или модернизации) автоматизированной системы (АС), в соответствии с которым проводится разработка АС и ее приемка при вводе в действие» [4].

Алгоритм интеграции мобильных устройств с ERP-системой организации представлен на рисунке 6.

Для разработки требований к проекту интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации используем методологию FURPS+.

FURPS+ - это метод проверки приоритетных требований после понимания потребностей и потребностей клиента. Аббревиатура FURPS означает «функциональность, удобство использования, надежность, производительность и возможность поддержки».

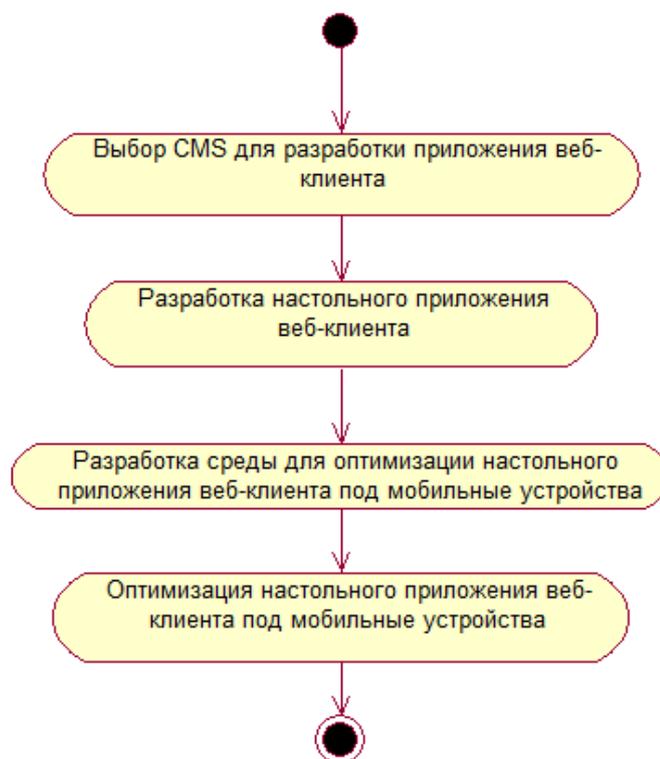


Рисунок 6 – Алгоритм интеграции мобильных устройств с ERP-системой организации

Методология FURPS+ в классификации требований делает упор на понимание различных типов нефункциональных требований [9].

В таблице 2 представлены основные требования к проекту интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации с учетом особенностей методологий FURPS+ и RUP.

Разработанный набор требований является основой для реализации проектного решения интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации.

Таблица 2 – Требования к проекту интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации

№	Требование	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Functionality — Функциональные требования					
1.	Обеспечение интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации	Одобренное	Критическая	Средний	Низкая
2.	Обеспечение эффективного взаимодействия между мобильным устройством и ERP-системой в режиме онлайн	Одобренное	Критическая	Средний	Низкая
Usability— Требования к удобству использования					
3.	Простота управления контентом	Одобренное	Критическая	Средний	Низкая
Reliability— Требования к надежности					
4.	Допустимая частота/периодичность сбоев: 1 раз в 300 часов	Одобренное	Важная	Средний	Средняя
5.	Среднее время сбоев: 1 раб. день	Одобренное	Важная	Средний	Средняя
6.	Возможность восстановления системы после сбоев: 1 раб. день	Одобренное	Важная	Средний	Средняя
7.	Режим работы: 7/24/365	Одобренное	Важная	Средний	Средняя
Performance — Требования к производительности					
8.	Допустимое количество одновременно работающих пользователей: 10	Предложенное	Важная	Средний	Средняя
9.	Время реакции на возникновение аварийной ситуации: 10 с	Предложенное	Важная	Средний	Средняя
Supportability — Требования к поддержке					
10.	Онлайн-администрирование	Предложенное	Важная	Средний	Средняя
11.	Время устранения критических проблем: в течение рабочего дня	Предложенное	Важная	Средний	Средняя

Продолжение таблицы 2

Проектные ограничения					
12	Оптимизация веб-клиента под мобильные устройства	Предложенное	Критическая	Средний	Низкая
13	Операционные системы: Windows, Android	Предложенное	Критическая	Средний	Низкая
14	Веб-браузеры Google Chrome, Opera и Mozilla Firefox	Предложенное	Критическая	Средний	Низкая
15	Низкая стоимость проекта	Предложенное	Критическая	Средний	Низкая

Выводы к главе 1

Первая глава посвящена постановке задачи на проектирование и выбору метода интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы.

Представляет интерес разработка проектного решения, обеспечивающего интеграцию мобильных устройств сотрудников организации с ее ERP-системой.

Сравнительный анализ известных моделей и методов интеграции мобильных технологий с ERP-системой организации показал, что для решения поставленной задачи наиболее подходящим является метод оптимизации приложения веб-клиента под современные мобильные устройства.

Для разработки требований к проекту интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации использована методология FURPS+.

Разработанный набор требований является основой для реализации проектного решения интеграции мобильного устройства с ERP-системой организации.

Глава 2 Реализация проектного решения интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации

2.1 Анализ подходов и выбор способа оптимизации приложения веб-клиента ERP-системы организации

В зависимости от ИТ-проекта существует множество подходов к разработке веб-приложения, независимого от типа устройств: отдельные мобильные веб-сайты, шаблоны мобильных веб-сайтов, адаптивный дизайн и плагины для систем управления контентом.

Рассмотрим вышеперечисленные подходы [21].

2.1.1 Разработка отдельного мобильного веб-сайта

Мобильные веб-сайты состоят из HTML-документов, которые создаются независимо от домашней страницы и предназначены исключительно для мобильного использования под отдельным URL-адресом.

В идеале у каждого сайта должна быть мобильная версия, но она не обязательно должна быть идентична версии для персонального компьютера.

В этом случае будет 2 сайта: десктопный и мобильный.

Версия для мобильных размещается на новом домене (например, m.site.ru).

Мобильные веб-сайты не обязательно должны быть субдоменами.

Обычно они оптимизируются для смартфонов с адаптацией для экрана меньшего размера, кнопок большего размера и графики с меньшим объемом данных. Когда дело доходит до других мобильных устройств, таких как планшеты, мобильные веб-сайты не будут отображаться оптимальным образом, если они были разработаны для смартфонов.

Вот почему необходимо создавать отдельные мобильные сайты.

Преимущества подхода:

- разработчики могут точно указать, какой контент веб-сайта следует оптимизировать для мобильных устройств и какую информацию они предпочли бы хранить в версии для настольных компьютеров;
- обе версии веб-сайта можно настраивать отдельно, при этом изменения не влияют на другую версию;
- при создании мобильных сайтов веб-разработчики имеют возможность ввести технические требования к устройству (обычно смартфону);
- благодаря уменьшенному отображению можно создавать веб-сайты меньшего размера, которые будут быстро загружаться даже при ограниченной скорости передачи данных.

Недостатки подхода:

- каждый отдельный веб-сайт, созданный как мобильная версия, должен обслуживаться индивидуально;
- изменения, внесенные в настольную версию, не будут автоматически внесены в мобильную версию.

Когда разработчики веб-сайтов создают мобильную версию, это может означать, что создается дублированный контент, потому что материал копируется прямо из десктопной версии.

Это может снизить рейтинг используемой поисковой системы.

2.1.2 Адаптивный дизайн веб-сайта

Альтернативой разработке отдельного веб-сайта для мобильного использования является создание макета, который автоматически адаптируется к соответствующему устройству [12].

На уровне разработки адаптивный дизайн – это конфигурация, в которой сервер отправляет одинаковый HTML-код на любые устройства, а размеры элементов страницы корректируются с помощью CSS (таблицы стилей страниц сайта).

CSS – это формальный язык описания внешнего вида веб-страницы, написанного с использованием языка разметки (HTML или XHTML).

Представление веб-сайта основано на видимой части экрана (области просмотра).

Адаптивный дизайн зависит от заранее заданных точек останова - относительно жесткой сетки дизайна, которая предлагает различные представления для точно описанных окон просмотра [7].

Варианты макета для дисплеев настольных компьютеров, планшетов и смартфонов являются общими. Плавная регулировка соответствующего размера экрана не может быть реализована с адаптивными веб-сайтами.

Медиа-запросы используются в качестве технической основы для адаптивного дизайна. Сюда входит концепция CSS3, которая регулирует выделение таблиц стилей средству вывода в соответствии с его свойствами.

Веб-сайты с адаптивным дизайном обычно оптимизированы для определенных типов устройств. Веб-разработчики ориентируются на популярные продукты, такие как iPhone или iPad, а это означает, что релевантные веб-сайты не всегда оптимизированы для выбранного устройства.

Преимущества подхода:

- относительная простота реализации;
- поскольку адаптивный дизайн поддерживает только ограниченное количество дисплеев, операторы веб-сайтов имеют больший контроль над тем, как отображается контент;
- в отличие от отдельных мобильных веб-сайтов, требуется поддерживать только одну версию адаптивного дизайна;
- отсутствие лишней нагрузки на SEO-специалистов;
- адаптивные сайты быстрее сканируются роботом Googlebot, а страницы индексируются точнее.

Недостаток подхода заключается в том, что из-за того, что в адаптивном дизайне используются дисплеи определенных размеров, могут возникать

проблемы с отображением на устройствах разных форматов;

Следует также отметить, что настольная и мобильная версии будут отображать одинаковый контент.

Для мобильных устройств возможно только частичное сокращение объема данных из-за их технических особенностей.

2.1.3 Применение шаблонов и плагинов для оптимизации веб-сайта

Плагин – это программный блок, который можно будет подключить в основное приложение для расширения его функциональности.

Плагины предлагают для уже существующих веб-сайтов, разработанных на платформе системы управления контентом, экономичный и быстрый способ оптимизации для мобильных устройств.

Этот вариант особенно рекомендуется, когда разработчики веб-сайтов придерживаются исходной темы рабочего стола и просто хотят распространить ее на мобильные устройства.

Популярным сторонним решением является плагин WPtouch для наиболее часто используемой в мире системы управления контентом WordPress.

Плагин позволяет операторам веб-сайтов создавать независимую, удобную для мобильных устройств версию своего проекта, которая по сути представляет собой отдельный мобильный веб-сайт.

Оптимизированная версия будет отображаться исключительно на мобильных устройствах и не зависит от основного сайта.

Альтернативой WPtouch является WP Mobile Edition.

Преимущество подхода:

- использование плагинов для адаптации - простое и экономичное решение. Базовые версии обычно доступны бесплатно.
- Недостатки подхода:
- независимо от того, работает ли ваш веб-сайт без сбоев, результат

зависит от поддержки стороннего программного обеспечения;

- на все устройства доставляется одинаковый контент. Это означает, что разработчики веб-сайтов имеют меньше свободы реагировать на конкретные требования, касающиеся использования мобильных устройств, чем при использовании отдельных веб-страниц для мобильных устройств.

Для сравнения представленных способов оптимизации используем таблицу 3.

Критерии оценивания:

- 0 – полное несоответствие требованиям;
- 1 – значительное несоответствие требованиям;
- 2 – незначительное несоответствие требованиям;
- 3 – полное соответствие требованиям.

Таблица 3 – Сравнительный анализ способов оптимизации приложения веб-клиента

Характеристика/балл	Отдельный веб-сайт	Адаптивный дизайн	Применение шаблонов и плагинов
гибкость	1	3	2
простота реализации	1	2	2
управление контентом	2	2	2
затраты	1	2	2
Итого	5	9	8

По результатам сравнительного анализа выбираем в качестве способов оптимизации приложения веб-клиента адаптивный дизайн.

2.2 Выбор системы управления контентом для реализации веб-клиента ERP-системы

Система управления контентом или CMS – это программное

обеспечение, которое помогает пользователям создавать и изменять контент на веб-сайте, а также управлять им без специальных технических знаний.

Для выбора системы управления контентом рассмотрим для реализации настольного веб-клиента ERP-системы рассмотрим характеристики бесплатных CMS-платформ Wordpress и Drupal.

2.2.1 Система управления контентом Wordpress

«Wordpress - это инструмент для создания веб-сайтов с открытым исходным кодом, написанный на PHP в комплекте с СУБД MySQL или MariaDB. По мнению разработчиков, это, вероятно, самая простая и мощная из существующих сегодня CMS.

Возможности включают в себя архитектуру плагинов и систему шаблонов, называемых в WordPress-темами.

CMS WordPress изначально создавалась как система публикации блогов, но развивалась для поддержки других типов веб-контента, включая более традиционные списки рассылки и форумы, медиа-галереи, сайты участников и онлайн-магазины (рисунок 7)» [17].

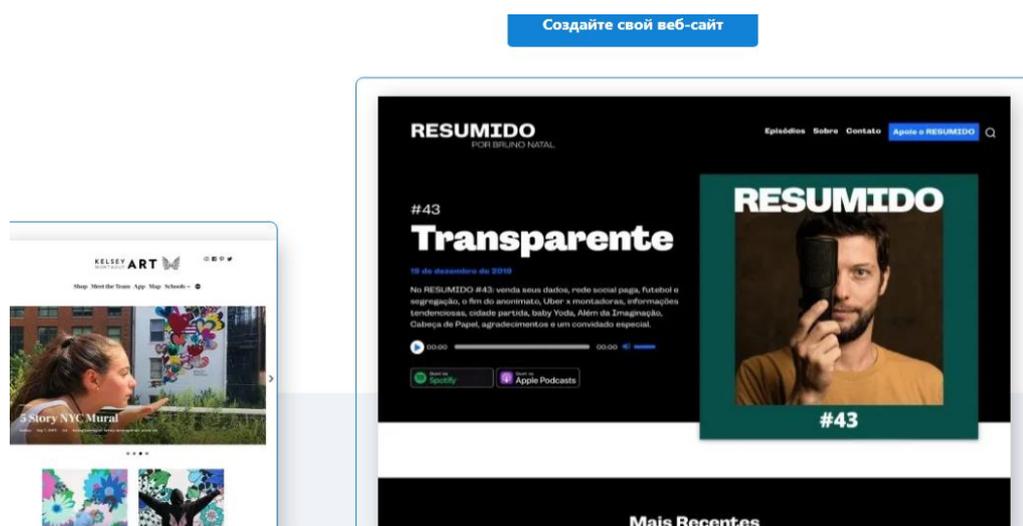


Рисунок 7 – Главная страница сайта wordpress.com

Основные достоинства платформы WordPress:

- бесплатная лицензия на использование системы;
- есть бесплатные или недорогие темы, можно самостоятельно внести изменения в код темы, чтобы адаптировать ее под свой фирменный стиль;
- код открытый, можно разработать свои плагины и темы;
- простая и достаточно удобная панель управления административной частью, которая дает возможность легко управлять контентом через визуальный редактор;
- работа с редактором простая, в нем используется набор инструментов, похожих на текстовый процессор Word;
- большой набор различных дополнений и плагинов, которые можно бесплатно скачать на специализированных ресурсах.

Компонентная модель CMS WordPress представлена на рисунке 8.

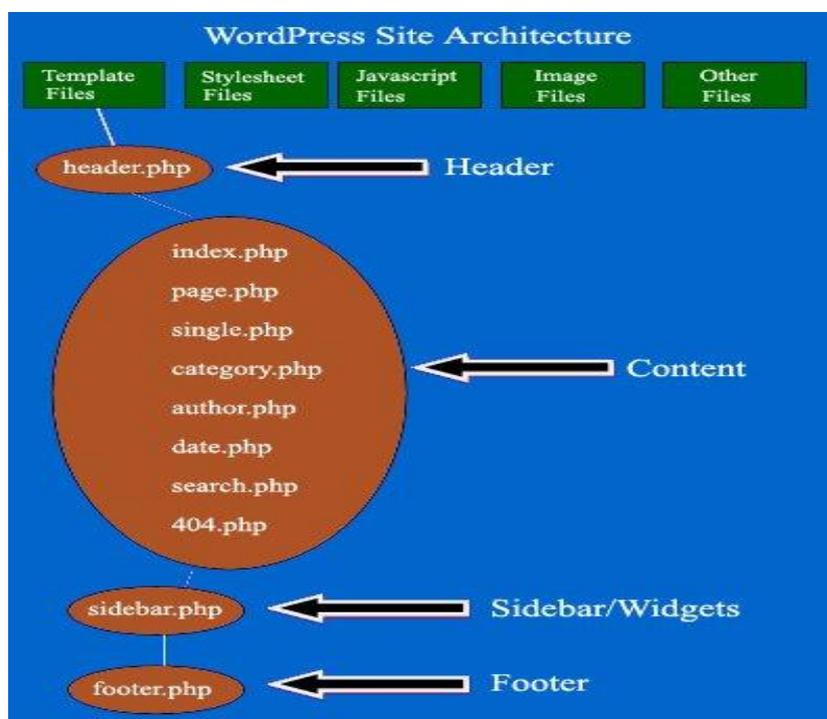


Рисунок 8 – Компонентная модель WordPress

В состав программной архитектуры WordPress входят следующие PHP-компоненты:

- index.php – шаблон главной страницы сайта. По умолчанию отображает список последних постов и подгружает информацию с sidebar.php;
- style.css – стилевое оформление блога;
- header.php - глобальный файл, который отображает мета-данные страницы;
- sidebar.php – отвечает за генерацию боковой колонки сайта;
- footer.php – отвечает за вывод футера, нижнего меню, копирайта и закрытие HTML-тегов;
- single.php – отвечает за отображение отдельных постов;
- page.php – формирует отдельные страницы (например, «Контакты», «О нас» и т.п.);
- archive.php – отвечает за вывод страницы архива записей;
- category.php – шаблон страницы, которая выводит посты по категориями;
- functions.php – позволяет добавлять пользовательский код PHP и может влиять на основные элементы темы. Работает как плагин;
- date.php – отвечает за архивирование (за год, месяц и день);
- 404.php – страница вывода ошибки обращения к сайту и др.

Состав программной архитектуры платформы WordPress может изменяться в зависимости от используемой версии данной CMS.

Необходимо добавить, что функциональность платформы WordPress позволяет создавать адаптивные мобильные сайты.

2.2.2 Система управления контентом Drupal

CMS Drupal – это система управления цифровым интерфейсом для управления веб-контентом и многоканальным персонализированным

интерфейсом.

CMS-платформа Drupal - это бесплатное ПО с открытым исходным кодом. Она основан на таких принципах, как сотрудничество, глобализм и инновации. Drupal обладает отличными стандартными функциями, такими как простое создание контента, надежная производительность и отличная безопасность (рисунок 9).



Рисунок 9 – Страница сайта Drupal для веб-разработчиков

По мнению разработчиков платформы, главным ее достоинства является гибкость.

«Модульность является одним из основных принципов Drupal.

Встроенный инструментарий помогает создавать универсальный, структурированный контент, который нужен динамическому веб-интерфейсу.

CMS Drupal ориентирована на платформу LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), но возможны варианты использования другого системного ПО.

В настоящее время разработчикам предлагается версия Drupal 8.x» [16].

Для сравнения CMS-платформ используем таблицу 4.

Критерии оценивания:

- 0 – полное несоответствие требованиям;
- 1 – значительное несоответствие требованиям;
- 2 – незначительное несоответствие требованиям;
- 3 – полное соответствие требованиям.

Таблица 4 – Сравнительный анализ CMS WordPress и Drupal

Характеристика	WordPress	Drupal
адаптивный дизайн	3	2
применение шаблонов тем и плагинов	3	2
предпочтение разработчика	3	0
Итого:	9	4

Таким образом, на основании сравнительного анализа в качестве платформы для реализации веб-клиента ERP-системы используем CMS WordPress.

2.3 Разработка среды оптимизации веб-клиента

Для отражения функционального аспекта среды оптимизации веб-клиента ERP-системы применим диаграмму вариантов использования UML.

Диаграмма вариантов использования - это визуальная модель, которая отображает ключевые системные функции, к которым имеют доступ субъекты, которые находятся за пределами системы, а также акторы, которые взаимодействуют с этими функциями [11].

Для упрощения процесса построения диаграммы вариантов использования используем методологию проектирования RUP (Rational Unified Process) [22].

Акторами в процессе оптимизации веб-клиента являются:

- Веб-Разработчик.
- Bootstar - свободный набор инструментов для создания сайтов и веб-

приложений. Включает в себя HTML- и CSS-шаблоны оформления для типографики, веб-форм, кнопок, меток, блоков навигации и прочих компонентов веб-интерфейса, включая JavaScript-расширения.

- Elementer PRO – это мощный и простой в использовании плагин, превращающий сайт на WordPress в удобный конструктор с визуальным редактором.

- WordPress Customizer - это API для создания функционала предварительного просмотра любых изменений в WordPress во фронте в реальном времени без перезагрузки страницы. Это универсальный интерфейс для настройки разных опций темы: цвета, маркеры, виджеты, меню и т.д.

Варианты использования (прецеденты) представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Адаптивный дизайн сайта

Прецедент: Адаптивный дизайна сайта
ID: 1
Краткое описание: разработка адаптивного дизайна сайта
Главный актер: Веб-разработчик
Второстепенные акторы: Bootstrap, Elementor PRO
Предусловие: создание настольного сайта
Постусловие: нет
Основной поток: Веб-разработчик выполняет адаптацию дизайна сайта
Альтернативные потоки: нет

Таблица 6 – Настройка дизайна сайта

Прецедент: Настройка дизайна сайта
ID: 2
Краткое описание: настройка дизайна сайта
Главный актер: Веб-разработчик
Второстепенный актер: WordPress Customizer
Предусловие: оптимизация сайта
Основной поток: Веб-разработчик выполняет настройку дизайна сайта
Постусловие: нет
Альтернативные потоки: нет

На рисунке 10 изображена диаграмма вариантов использования среды

оптимизации веб-клиента ERP-системы для мобильного устройства, построенная на основе описанных рекомендаций.

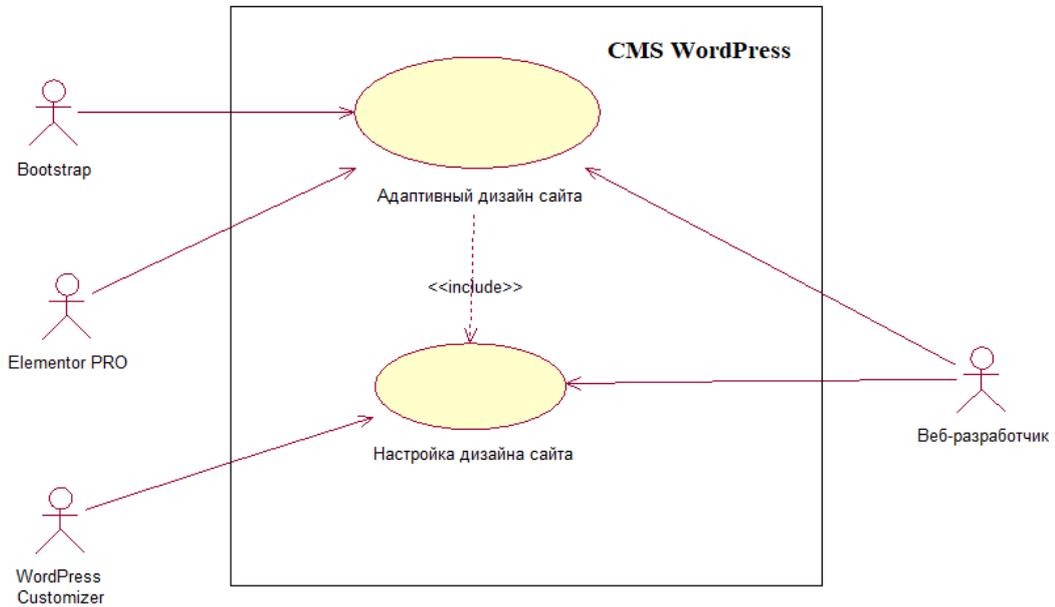


Рисунок 10 – Диаграмма вариантов использования среды оптимизации веб-клиента ERP-системы для мобильного устройства

Представленная диаграмма отражает функциональный аспект среды адаптации веб-клиента.

2.4 Оптимизация веб-клиента под мобильные устройства

Диаграмма компонентов веб-клиента представлена на рисунке 11.

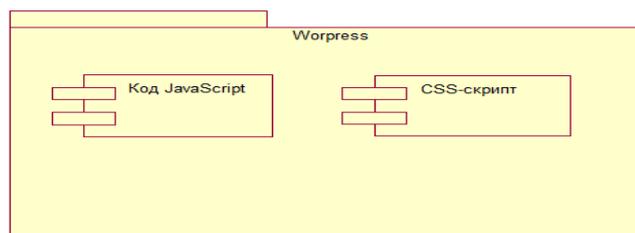


Рисунок 11 – Диаграмма компонентов приложения веб-клиента

На рисунке 12 представлена модель интеграции мобильного устройства с ИТ-инфраструктурой предприятия с помощью адаптации сайта.

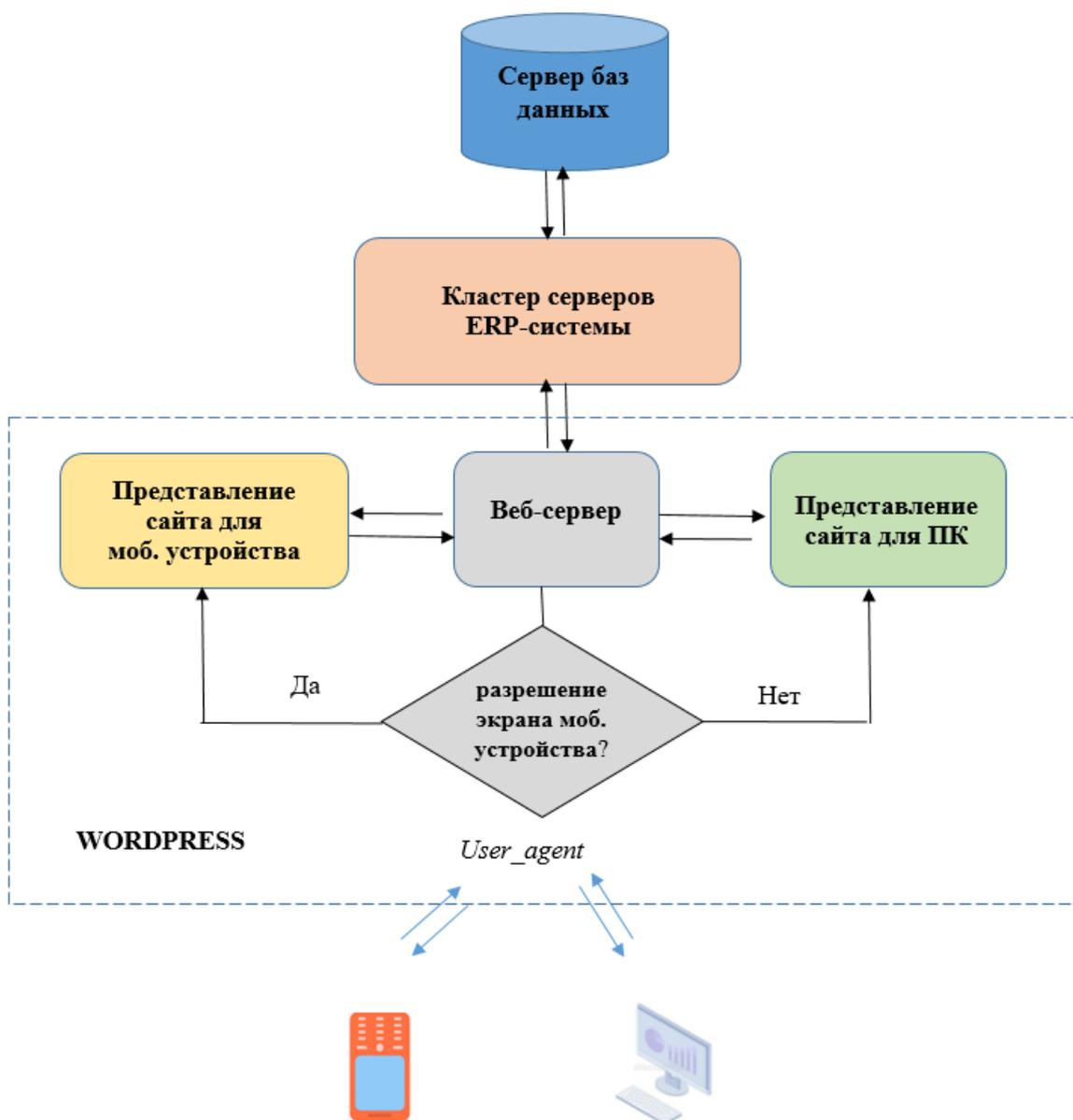


Рисунок 12 - Модель интеграции мобильного устройства с ИТ-инфраструктурой предприятия с помощью адаптации сайта

Для адаптации сайта используем медиа-запросы.

Медиа запросы (media queries) - это правила CSS, которые позволяют управлять стилями элементов в зависимости от значений технических параметров устройств.

Иными словами, это конструкции, которые позволяют определять на основании некоторых условий какие стили необходимо использовать на веб-странице, а какие нет.

Учитывая огромное количество подключаемых к интернету устройств, медиа-запросы являются очень важным инструментом при создании веб-сайтов и приложений, которые будут правильно работать на всех доступных пользовательских устройствах.

Для адаптации дизайна веб-клиента используем программное средство Bootstrap, для которого разработаны медиа-запросы, представленные в листинге 1.

Листинг 1

```
/* Устройства с очень маленьким экраном (смартфоны, меньше 768px)
*/

/* Стили CSS (по умолчанию) - для ширины viewport <768px */
/* Устройства с маленьким экраном (планшеты, 768px и выше) */
@media (min-width: 768px) {
  /* Стили для устройств с шириной viewport, находящейся в диапазоне
768px - 991px */
}
/* Устройства со средним экраном (ноутбуки и компьютеры, 992px и
выше) */
@media (min-width: 992px) {
  /* Стили для устройств с шириной viewport, находящейся в диапазоне
992px - 1199px */
}
/* Устройства с большим экраном (компьютеры, 1200px и выше) */
@media (min-width: 1200px) {
  /* Стили для устройств с шириной viewport >1200px */
}
```

Для автоматической идентификации мобильного устройства используется строка User agent.

User agent — идентификационная строка клиентского приложения, использующая определённый сетевой протокол; обычно используется для приложений, осуществляющих доступ к веб-сайтам — браузеров, поисковых роботов и «пауков», мобильных телефонов и других устройств со встроенным доступом к веб-ресурсам.

При посещении веб-сайта клиентское приложение обычно посылает веб-серверу информацию о себе — текстовую строку, являющуюся частью HTTP-запроса, начинающуюся с User-agent, и обычно включающая такую информацию, как название и версию приложения, операционную систему компьютера и язык.

У «пауков» эта строка часто содержит URL и email-адрес, по которым веб-мастер может связаться с оператором «паука» [23].

На уровне веб-сервера Apache создаем скрипт, который периодически генерирует набор правил перезаписи, проверяющих User-agent (листинг 2).

Листинг 2

```
RewriteEngine On
RewriteCond %{HTTP_USER_AGENT}
(OneMobileUserAgent|AnotherMobileUserAgent|...)
RewriteRule (.*) mobile/$1
```

Таким образом, если будет идентифицировано разрешение экрана мобильного устройства, произойдет автоматическая загрузка соответствующего представления сайта.

Выводы к главе 2

Вторая глава посвящена реализации проектных решений по интеграции

мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы.

Веб-сайты оптимизируются для смартфонов с адаптацией для экрана меньшего размера, кнопок большего размера и графики с меньшим объемом данных.

На уровне разработки адаптивный дизайн – это конфигурация, в которой сервер отправляет одинаковый HTML-код на любые устройства, а размеры элементов страницы корректируются с помощью CSS.

Сравнительный анализ показал, что наилучшими характеристиками для реализации и адаптации веб-клиента ERP-системы обладает CMS WordPress.

Для отражения функционального аспекта среды оптимизации веб-клиента ERP-системы разработана ее диаграмма вариантов использования UML.

Для адаптации сайта используются медиа-запросы, представляющие собой правила CSS, которые позволяют управлять стилями элементов в зависимости от значений технических параметров устройств.

Для автоматической идентификации мобильного устройства применяется идентификационная строка клиентского приложения User agent, которая использует определённый сетевой протокол.

При идентификации разрешения экрана мобильного устройства, произойдет автоматическая загрузка соответствующего представления сайта.

Глава 3 Тестирования и оценка эффективности проектного решения интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации

3.1 Тестирование проектного решения

Для проверки работоспособности предлагаемого решения используется метод функционального тестирования [8].

На рисунке 13 представлен пример исходного десктопного веб-приложения.

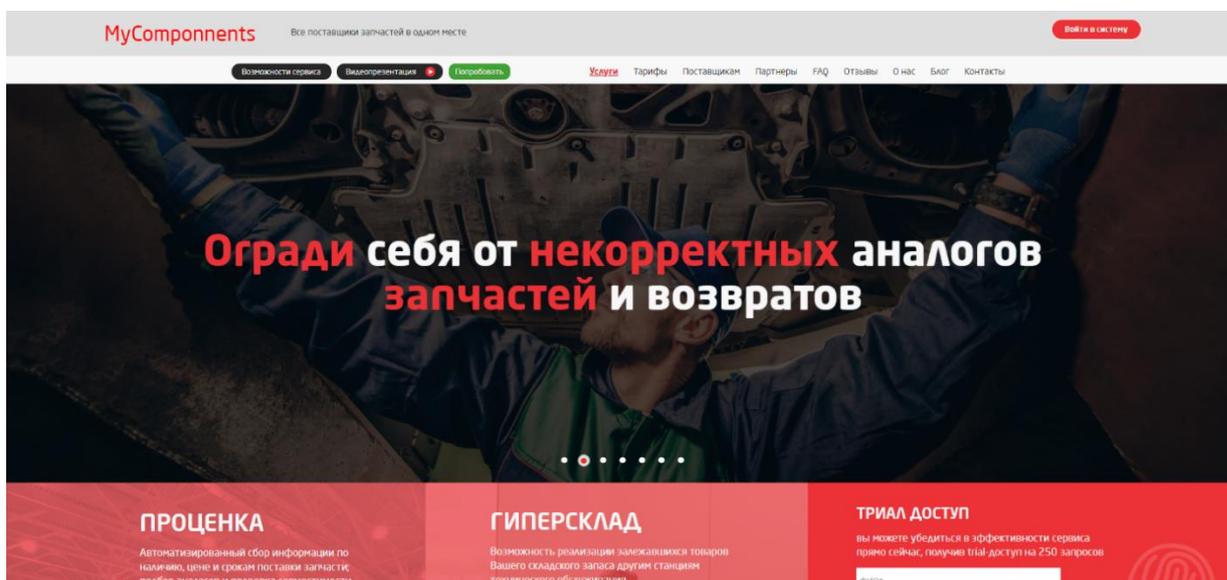


Рисунок 13 – Главное окно десктопного веб-приложения

Перед адаптацией сайта необходимо проверить его текущее состояние. Для это используем бесплатный Google-сервис проверки оптимизации сайта для мобильных устройств [10].

Если сайт не оптимизирован, появится сообщение, представленное на рисунке 14.

Страница не оптимизирована для мобильных устройств

- ✗ Слишком мелкий шрифт
- ✗ Ссылки слишком близко друг к другу
- ✗ Не задана область просмотра для мобильных устройств
- ✗ Контент шире экрана

Рисунок 14 – Окно сообщения для неоптимизированного сайта

Выполняем адаптацию сайта.

Сразу после адаптации сайта можно проверить веб-клиент на мобильность в Google.

В этом случае получим сообщение, представленное на рисунке 15.

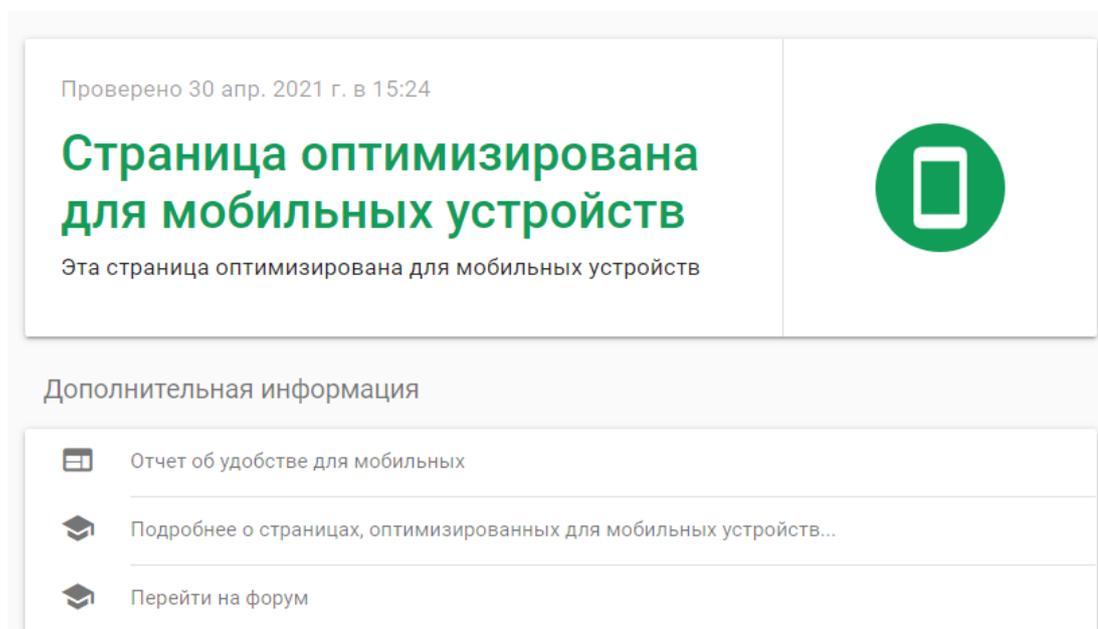


Рисунок 15 – Окно сообщения для оптимизированного сайта

На рисунках 16 и 17 показаны примеры представления адаптированного веб-приложения на смартфоне.

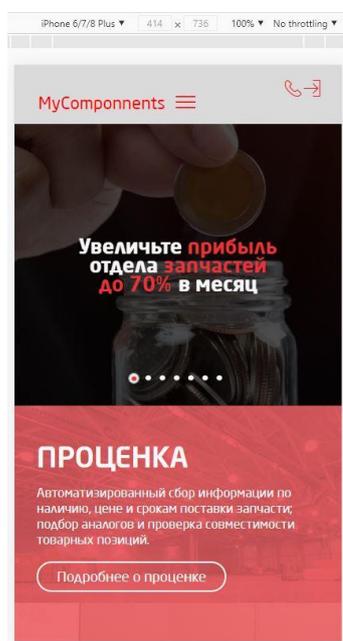


Рисунок 16 – Представление опции «Проценка» на смартфоне

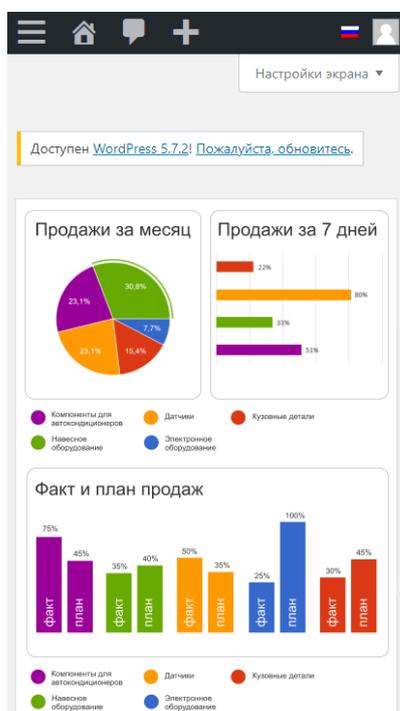


Рисунок 17 – Представление отчета анализа продаж на смартфоне

Таким образом, функциональное тестирование подтвердило работоспособность проектного решения.

3.2 Оценка экономической эффективности проектного решения

Для обоснования экономической эффективности работы предлагается методика сравнения себестоимостей отдельного веб-сайта для мобильного устройства (базовый вариант) и адаптированного веб-сайта (проектный вариант).

В процессе проектирования будут задействованы: администратор, программист и веб-дизайнер.

В калькуляцию себестоимости разработки ПО включаются следующие статьи затрат:

- основная зарплата;
- дополнительная зарплата;
- социальные страховые взносы;
- прочие прямые расходы;
- накладные расходы.

Формируем таблицу и графики показателей эффективности (таблица 7 и рисунок 18).

Таблица 7 – Показатели эффективности проекта интеграции

Показатели для расчета	Затраты		Абсолютное изменение затрат	Коэфф-т изменения затрат	Индекс изменения затрат
	Базовый вариант	Проектный вариант			
Стоимость	$C_{\text{баз}}$ (руб.)	$C_{\text{пр}}$ (руб.)	$\Delta C = C_{\text{баз}} - C_{\text{пр}}$ (руб.)	$K_C = \Delta C / C_{\text{баз}} \times 100\%$	$Y_C = C_{\text{баз}} / C_{\text{пр}}$
	120000	60000	60000	50	2

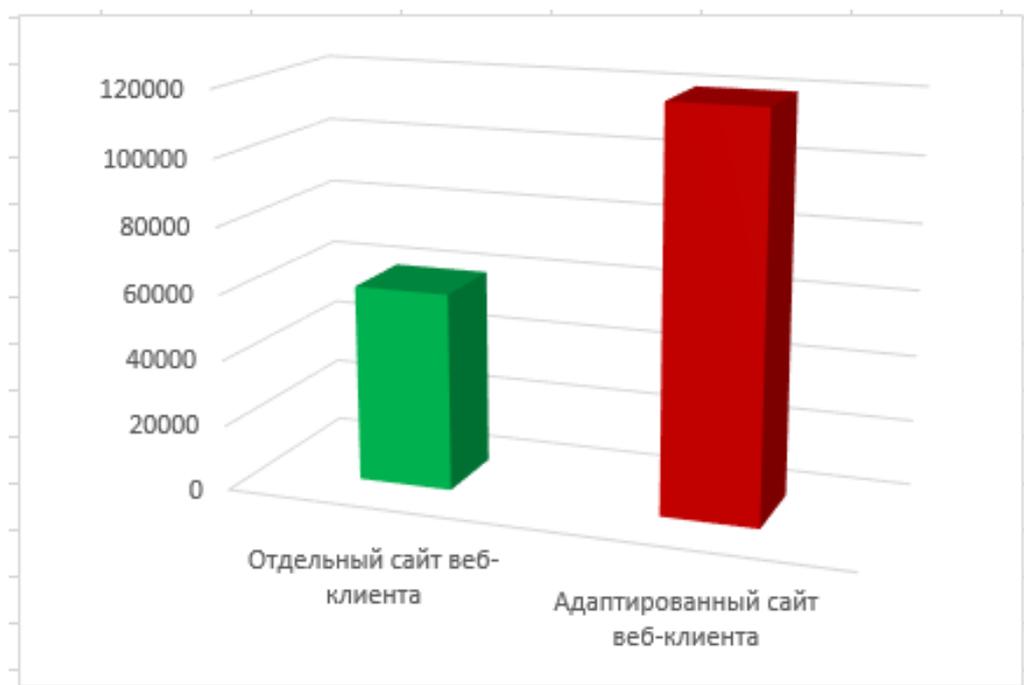


Рисунок 18 – Графики затрат базового (отдельный сайт) и проектного (адаптированный сайт) вариантов интеграции

Помимо рассмотренных показателей целесообразно также рассчитать срок окупаемости затрат на внедрение предлагаемого проектного решения интеграции.

Срок окупаемости затрат на внедрение предлагаемого проектного решения интеграции ($T_{ок}$) определяется по формуле:

$$T_{ок} = K_{П} / \Delta C \text{ (мес.)}, \quad (1)$$

где $K_{П}$ – затраты на реализацию проектных решений (проектирование и внедрение).

Единовременные затраты сфере использования в данном случае складываются из затрат на проектирование решения.

Следовательно, срок окупаемости адаптированного сайта равен:

$$T_{ок} = 60000 / 60000 = 1 \text{ мес.} \quad (2)$$

Таким образом, представленные расчеты подтвердили эффективность проектного решения.

Выводы к главе 3

Третья глава посвящена тестированию и оценки эффективности проектного решения.

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы.

Для проверки работоспособности предлагаемого решения используется метод функционального тестирования.

Функциональное тестирование подтвердило работоспособность проектного решения.

Для обоснования экономической эффективности работы используется методика сравнения себестоимостей отдельного веб-сайта для мобильного устройства (базовый вариант) и адаптированного веб-сайта (проектный вариант).

Анализ эффективности, основанный на расчете затрат, подтвердил эффективность проектного решения.

Срок окупаемости адаптированного сайта равен 1 мес.

Заключение

Выпускная квалификационная работа посвящена актуальной проблеме проектирования ИТ-решения для интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации.

Мобильные технологии обеспечивают менеджеров организации на разных уровнях управления эффективными средствами для просмотра аналитической отчетности ERP-системы организации в режиме реального времени.

Это ускоряет и упрощает процесс принятия управленческих решений.

Для реализации указанных возможностей необходимо обеспечить интеграцию мобильных технологий в информационную инфраструктуру организации.

Цель проекта – разработка ИТ-решения для интеграции мобильных устройств сотрудников организации с ее ERP-системой.

Для поставленной в работе цели в процессе проектирования решены следующие задачи:

- дано определение системной интеграции и выполнена постановка задачи на проектирование. Произведен анализ моделей интеграции мобильного устройства в информационную инфраструктуру организации. По результатам сравнительного анализа в качестве метода интеграции мобильных технологий в ИТ-инфраструктуру организации выбран метод оптимизации приложения веб-клиента ERP-системы под мобильное устройство;
- выполнена реализация предлагаемого проектного решения. Сравнительный анализ показал, что наилучшими характеристиками для реализации и адаптации веб-клиента ERP-системы обладает CMS-платформа WordPress. Для адаптации сайта использованы медиа-запросы, представляющие собой правила CSS, которые позволяют управлять стилями элементов в зависимости от значений технических

параметров устройств. Для автоматической идентификации мобильного устройства использована строка User agent;

- выполнена проверка работоспособности предлагаемого решения с помощью метода функционального тестирования. Для обоснования экономической эффективности проектного решения использована методика сравнения себестоимостей отдельного веб-сайта для мобильного устройства (базовый вариант) и адаптированного веб-сайта (проектный вариант). Анализ эффективности, основанный на расчете затрат, подтвердил эффективность предлагаемого проектного решения. Срок окупаемости адаптированного сайта равен 1 мес.

В результате внедрения проектного решения реализованы функции, обеспечивающие совместную работу мобильных устройств сотрудников организации с ее ERP-системой. Это способствовало ускорению и упрощению процесса принятия управленческих решений.

Результаты бакалаврской работы представляют научно-практический интерес и могут быть рекомендованы бизнес-аналитикам и разработчикам веб-приложений, занимающимся проблемами интеграции мобильных технологий в ИТ-инфраструктуру организации.

Список используемой литературы

1. Адаптация сайта для мобильных устройств [Электронный ресурс]. URL: <https://pgdv.ru/blog/adaptaciya-saita-pod-mobilnye-ustroistva> (дата обращения: 14.04.2021).
2. Архитектура платформы 1С: Предприятие 8 [Электронный ресурс]. URL: <https://v8.1c.ru/platforma/web-klient/> (дата обращения: 14.04.2021).
3. Вичугова А.А. Инструментальные средства информационных систем: учебное пособие. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 136 с.
4. ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы [Электронный ресурс]. URL: <https://gostexpert.ru/gost/gost-34.602-89> (дата обращения: 14.04.2021).
5. Интеграция корпоративного приложения с внешними системами [Электронный ресурс]. URL: <https://simpleone.ru/blog/integraciya-korporativnogo-prilozheniya-s-vneshnimi-sistemami/> (дата обращения: 14.04.2021).
6. Интеграция мобильных приложений [Электронный ресурс]. URL: <https://mobsolutions.ru/integration/> (дата обращения: 14.04.2021).
7. Как адаптировать сайт под мобильные устройства [Электронный ресурс]. URL: <https://serpstat.com/ru/blog/kak-adaptirovat-sajt-pod-mobilnye-ustrojstva/> (дата обращения: 14.04.2021).
8. Карпович Е. Е. Методы тестирования и отладки программного обеспечения [Электронный ресурс] : учебник. М. : Издательский Дом МИСиС, 2020. 36 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/106722.html> (дата обращения: 01.07.2021).
9. Подходы к управлению требованиями в IBM OpenUP и FURPS+ [Электронный ресурс]. URL: <https://analytics.infozone.pro/requirements-in-ibm-openup-furps/> (дата обращения: 14.04.2021).
10. Проверка оптимизации для мобильных устройств [Электронный

ресурс]. URL: https://search.google.com/test/mobile-friendly?utm_source=mft&utm_medium=redirect&utm_campaign=mft-redirect (дата обращения: 14.04.2021).

11. Самуйлов С. В. Объектно-ориентированное моделирование на основе UML [Электронный ресурс]: учебное пособие. Саратов : Вузовское образование, 2016. 37 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/47277.html> (дата обращения: 14.04.2021).

12. Способы адаптации и оптимизации сайта под мобильные устройства [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plerdy.com/ru/blog/optimize-site-for-mobile/> (дата обращения: 14.04.2021).

13. Технологии рабочих процессов в интеграции приложений [Электронный ресурс]. URL: <https://ecm-journal.ru/docs/Tekhnologii-rabochikh-processov-v-integracii-prilozhenijj.aspx> (дата обращения: 14.04.2021).

14. First архитектура или рассуждения на тему: толстый сервер против тонкого [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/205560/> (дата обращения: 14.04.2021).

15. Vesejski-Vujaklija D. Integration of mobile devices with ERP systems, XV International Scientific Conference on Industrial Systems, Novi Sad, 2011.

16. CMS Drupal [Электронный ресурс]. URL: <https://drupal.com> (дата обращения: 14.04.2021).

17. CMS Wordpress [Электронный ресурс]. URL: <https://wordpress.com> (дата обращения: 14.04.2021).

18. ESB (Enterprise Service Bus) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibm.com/cloud/learn/esb> (дата обращения: 14.04.2021).

19. Mobile application integration [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mulesoft.com/resources/api/mobile-application-integration> (дата обращения: 14.04.2021).

20. Models of Integration [Электронный ресурс]. URL: <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=28713&seqNum=2> (дата обращения: 14.04.2021).

21. Optimizing your website for mobile devices [Электронный ресурс]. URL:<https://www.ionos.com/digitalguide/websites/website-creation/optimizing-your-website-for-mobile-devices> (дата обращения: 14.04.2021).

22. Rational Unified Process [Электронный ресурс]. URL: <https://techterms.com/definition/rup> (дата обращения: 14.04.2021).

23. User agent [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Headers/User-Agent> (дата обращения: 14.04.2021).

24. What is mobile app integration? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.allerin.com/blog/what-is-mobile-app-integration> (дата обращения: 14.04.2021).