



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования**
**«Уральский государственный экономический университет»
(УрГЭУ)**

<i>Направление подготовки</i>	09.03.03 Прикладная информатика
<i>Направленность (профиль)</i>	Прикладная информатика в экономике

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРИАТ)**

<i>Тема</i>	Проектирование информационно-аналитической системы измеряемых параметров электрического режима
-------------	---

<i>Обучающийся</i>	Половнева Анна Вячеславовна
<i>Группа</i>	ЗЭИ-17
<i>Руководитель</i>	Кислицын Евгений Витальевич Кандидат экономических наук, доцент
<i>Консультант (при наличии)</i>	

<i>Кафедра</i>	Информационных технологий и статистики
<i>Институт</i>	Институт непрерывного образования

<i>Нормоконтролер</i>	Панова Марина Валерьевна
	старший преподаватель, ученый секретарь кафедры

<i>Дата</i>	20.06.2020
-------------	------------

<i>защиты</i>	
<i>Оценка</i>	

Екатеринбург
2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Аналитическая часть	6
1.1 Информация о предприятии	6
1.1.1 Общая характеристика предприятия	6
1.1.2 Организационная структура предприятия	8
1.1.3 Стратегия развития информационных технологий	10
1.1.4 Состояние информационных технологий	11
1.1.5 Продукты, разрабатываемые компанией	12
1.1.6 Обоснование выбора задачи	15
1.1.7 Информационная модель	16
1.2 Экономико-информационная сущность задачи	19
1.2.1 Актуальность информационных технологий в секторе энергетики	19
1.2.2 Большие данные в электроэнергетике	25
1.2.3 Системы обработки данных в интеллектуальных электросетях	29
1.2.4 Основные требования к системе	38
2 Проектная часть	40
2.1 Информационное обеспечение задачи	40
2.2 Программное обеспечение	42
2.3 Техническое обеспечение	44
2.3.1 Обоснование проектных решений по техническому обеспечению	44

2.3.2 Организация информационной базы	51
2.4 Руководство пользователя	52
2.5 Порядок работы	57
2.6 Тестирование и оценка качества информационной системы	57
2.7 Расчет экономической эффективности	61
Заключение	67
Список использованной литературы	70

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день тему информационно-аналитических систем для энергетики можно считать актуальной, ведь в последние годы произошли изменения, заставившие пересмотреть требования к объектам генерации, сетевой инфраструктуре и в целом к организации электроэнергетики и электроэнергетических рынков. В настоящее время во всем мире данная сфера переходит к принципиально новому этапу развития и переживает кардинальную трансформацию, основным драйвером которой выступают технологические нововведения.

Внедрение комплекса новых решений (начиная с «зеленой» энергетики и новых поколений ядерных реакторов и заканчивая интеллектуальными автоматическими, т. н. «умными» электросетями и потребительскими сервисами на основе технологий «Интернета вещей») приводит к увеличению инвестиций и затрат на НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) в отрасли, росту венчурного финансирования и иным процессам.

Визуализация данных в секторе энергетики является важным аспектом для принятия бизнес-решений. Визуализация – преобразование снимаемых и не снимаемых измерений в визуальный образ для более простого представления информации. На сегодняшний день, визуализаторы могут выступать отдельным приложением, плагином или частью другого приложения. Возможности визуализаторов очень велики. Одни из самых простых способов визуализации – двумерные временные диаграммы, столбчатые диаграммы. Измерения объектов откладываются по оси в зависимости от временного промежутка. Каждая точка соответствует снимаемому или загруженному объекту из базы данных. Одна из основных задач визуализации данных в секторе энергетики – повышение энергоэффективности. Как правило, компании, которые ведут разработку софта именно для направления энергетики используют базу продуктов с открытым исходным кодом, что позволяет значительно сэкономить на отчислениях на лицензии другим разработчикам. Программное обеспечение, разрабатываемое для сектора энергетики должно выдерживать высокие нагрузки, так как, как правило, количество снимаемых измерений со станций довольно велико.

Рынок ИТ в энергетике с каждым годом все более неоднороден. В целом можно сказать, что в отрасли востребованы ПО и технологии, повышающие производительность и обеспечивающие бесперебойность работы энергетического комплекса. Однако это могут быть как традиционные инструменты автоматизации работы крупных компаний, такие как системы электронного документооборота (ЕСМ) или бизнес-

анализа (BI), так и инновационные продукты: прогнозная аналитика на базе алгоритмов машинного обучения, интернет вещей (IoT) или искусственный интеллект (AI) для оптимизации производственных и бизнес-процессов.

При этом, нужно отметить, передовые технологии более популярны за рубежом и только в последние несколько лет начинают проникать на российскую почву. Отечественный промышленный сектор делает первые шаги к инновационной трансформации бизнеса.

Необходимость выполнения данного проекта обусловлена потребностью в сокращении времени, затрачиваемого сотрудниками электростанции разных уровней аппарата, как правило диспетчерами на процесс анализа параметров электрического режима.

Данная потребность возникла из-за:

- отсутствия понимания полной картины работы колебаний мощности для устранения неполадок работы станции;
- отсутствия понимания износа оборудования станции или возможных поломок.

Бизнес-цель: получить инструмент для быстрой работы сотрудников станции.

Цель выпускной квалификационной работы: разработать ИАС.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- провести анализ деятельности компании ООО «Альтеропауэр»;
- описать организационную структуру компании ООО «Альтеропауэр»;

- описать используемые технологии компании ООО «Альтеропауэр»;
- обосновать выбор задачи для выпускной квалификационной работы;
- обосновать выбор проектных решений;
- спроектировать ИАС;
- разработать ИАС.

Местом проектируемой и разрабатываемой ИАС является информационно-аналитическая система измеряемых параметров электрического режима.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух глав. В первой главе проведен анализ деятельности предприятия ООО «Альтеропауэр», описана его организационная структура, рассмотрено разрабатываемое программное обеспечение, охарактеризованы существующие бизнес процессы. Кроме этого, сделана характеристика предметной области разработки систем для сектора энергетики, рассмотрены какие существуют системы, а также методы их разработки.

Во второй главе приведено обоснование выбора проектных решений по техническому и программному обеспечению для решения поставленных задач, а также описан весь процесс создания системы для заказчика.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ

1.1.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

ООО «Альтеропауэр» (далее - Общество) является компанией, которая имеет огромный опыт в разработке и внедрении сложных территориально-распределенных информационных систем в крупнейших компаниях и государственных структурах РФ: ОАО «СО ЕЭС», Центральном Банке РФ, Федеральной таможенной службе, Федеральной службе судебных приставов и других.

На текущий момент в компании накоплены значительные компетенции в области решений по автоматизации в электроэнергетике: в области систем мониторинга параметров электроэнергетических режимов, параметров оборудования ЛЭП и ПС, генерирующего оборудования, обработки данных в режимах реального времени, систем противоаварийного управления и управления режимами.

Компания разрабатывает программное обеспечение для автоматизации технологических и бизнес-процессов. Разработку ведет на базе продуктов с открытым исходным кодом, применение которых не требует лицензионных отчислений другим разработчикам программного обеспечения.

Компания располагает всеми исходными кодами компонентов наших решений и продуктов и наши разработки могут

проходить любые проверки на отсутствие недокументированных возможностей и т.п.

Наиболее часто решаемые задачи, с которыми приходилось сталкиваться, требуют обработки больших объемов данных о состоянии и параметрах работы технических объектов и оборудования. Количество измеряемых и вычисляемых параметров достигает, в некоторых случаях, сотен тысяч, а частота поступлений измерений по каждому из них — до 200 в секунду.

Для приема, хранения и обработки такого количества и типа данных применяются специализированные СУБД, ориентированные на работу с так называемыми «временными рядами» (time series data).

Взяв в качестве базового программного обеспечения такие продукты, как Apache TomCat, Apache Cassandra, OrientDB и PostgreSQL, компания разработала набор инструментов (framework) для создания высокопроизводительных, отказоустойчивых, распределенных и масштабируемых систем сбора, обработки и хранения различных видов измерений промышленных объектов и систем.

Важно отметить, что разработка может работать не только в сфере электроэнергетики и интегрируется как встраиваемое решение в системы промышленной автоматизации (такие как MES, например).

Механизмы кластеризации позволяют задействовать 65 535 серверов, создавая мощные хранилища и системы обработки данных (технологии BigData). Частота изменений принимаемых значений для каждого параметра — до 200 в секунду.

Компания обеспечивает высокое качество разработки, внедрения и сопровождения наших программных продуктов и решений за счет внедрения управляемых процессов и их автоматизации на всех этапах жизненного цикла программного обеспечения.

Предоставляет комплексные услуги по исследованию, разработке или адаптации программно-технических решений, внедрению и сопровождению наших решений и продуктов.

Автоматизация бизнес-процессов на базе OpenSource продуктов, охватывающих крупные территориально распределенные предприятия с большим количеством сотрудников — еще одна сфера компетенций.

Компания осуществляет научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области технологий сбора и обработки информации, управления электрическими энергосистемами и оборудованием.

Корпоративными ценностями Общества являются:

- профессионализм – глубокое знание своей специальности, своевременное и качественное выполнение поставленных задач, постоянное совершенствование профессиональных знаний и умений;

- инициативность – активность и самостоятельность работников в оптимизации производственного процесса;

- бережливость – ответственный и бережный подход к использованию активов Общества, к собственному рабочему времени и рабочему времени других работников;

- взаимное уважение – командный дух в работе, доверие, доброжелательность и сотрудничество в процессе решения поставленных задач;
- открытость к диалогу – открытый и честный обмен информацией, готовность совместно выработать оптимальное решение;
- преемственность – уважение к труду и опыту старших поколений, профессиональное обучение и наставничество;
- имидж – использование приемов и стратегий, направленных на создание позитивного мнения об Обществе.

1.1.2 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ

Организационная структура Общества имеет линейно-функциональный тип, соответственно все решения в компании принимаются сверху-вниз. При таком типе есть четкая система функций и подразделений, четкая ответственность, один руководитель сосредотачивает в своих руках руководство всеми процессами, имеющих общую цель, а также быстрая реакция исполнительных подразделений на прямые указания вышестоящих. Организационная структура Общества представлена на рисунке 1.

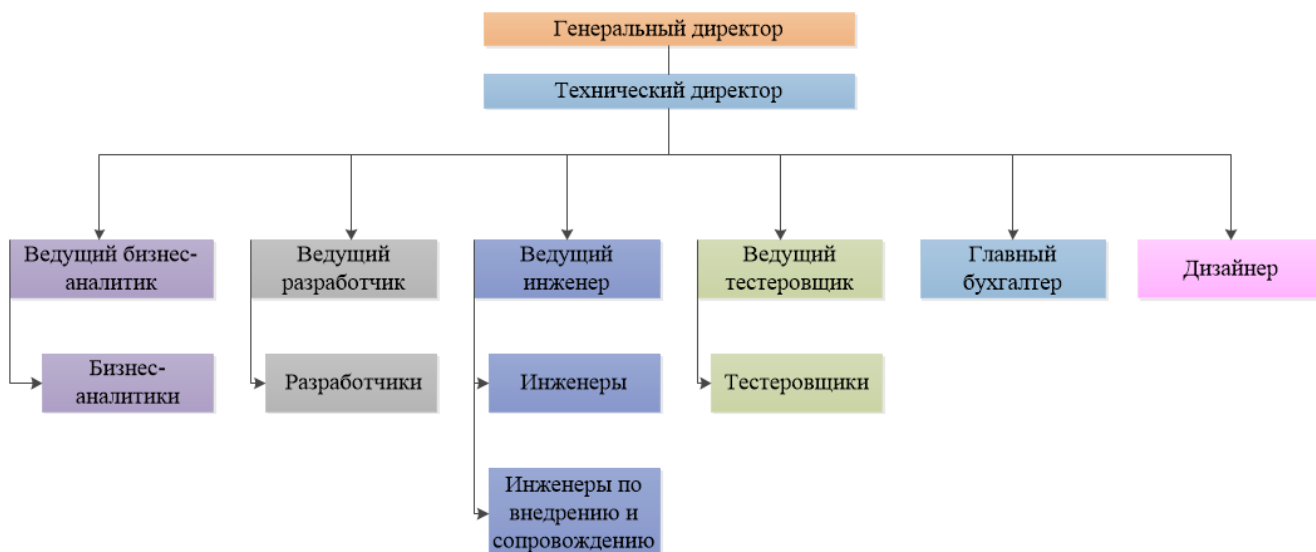


Рисунок 1 – Организационная структура Общества¹

В Обществе за осуществлением какого-либо производственного процесса закреплен технический директор, в подчинении которого находится несколько подразделений занятых определенным видом производственной деятельности. Общее руководство деятельностью Общества осуществляется генеральным директором.

Генеральный директор отвечает за управление персоналом, отслеживанием конкурсов на разработку программного обеспечения по профилю, подбору персонала, развитие компании и сотрудников при необходимости, так как направление самой организации достаточно специфичное и найти сотрудника под необходимые требования достаточно сложно.

Технический директор отвечает за технические решения во время разработки системы, также отвечает за внутреннее регулирование вопросов в рабочем коллективе.

Бизнес-аналитики напрямую общаются с заказчиком, могут ему определиться с требованиями, консультируют з

¹ Составлено автором в Microsoft Visio

аказчика по поводу уже внедренной системы, разрабатывают техническую и пользовательскую документацию, занимаются ручным тестированием и контролируют выполнение разработанных функций для систем.

Разработчики занимаются разработкой системы и исправлением текущих багов по ранее внедренным системам.

Инженеры занимаются внедрением и сопровождением уже разработанных систем.

Тестировщики занимаются ручным и автоматическим тестированием системы.

Главный бухгалтер занимается текущей организационной документацией и бухгалтерией.

Дизайнер занимается разработкой макетов для сложных многофункциональных систем.

1.1.3 СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ИТ-стратегия является основным инструментом выполнения бизнес-стратегии и достижения стратегической миссии Общества. Таким образом, все принципы, закладываемые в основу ИТ-стратегии и все мероприятия ИТ-стратегии должны быть направлены на реализацию бизнес-целей организации. Основными приоритетами ИТ по осуществлению бизнес-целей Общества являются:

- сохранение текущей информационной базы;
- оптимизация и ускорение существующих бизнес-процессов;

- обеспечение масштабируемости, гибкости и взаимосвязанности систем, что позволяет поддерживать изменения ИТ в случае изменений рыночной ситуации и законодательства;
- стандартизация ИТ-процессов для повышения эффективности функционирования;
- наличие контроля затрат на ИТ, включая капитальные и операционные расходы.

Управление ИТ и стратегия развития ИТ сосредоточены на целях Общества, стратегических инициативах, использования технологий для наращивания бизнеса и возможностей для удовлетворения бизнес-требованиям.

1.1.4 СОСТОЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Состояние ИТ-архитектуры Общества находится на уровне достаточном для обеспечения всем необходимым бизнес-процессы организации. Общая схема ИТ-архитектуры общества приведена на рисунке 2.

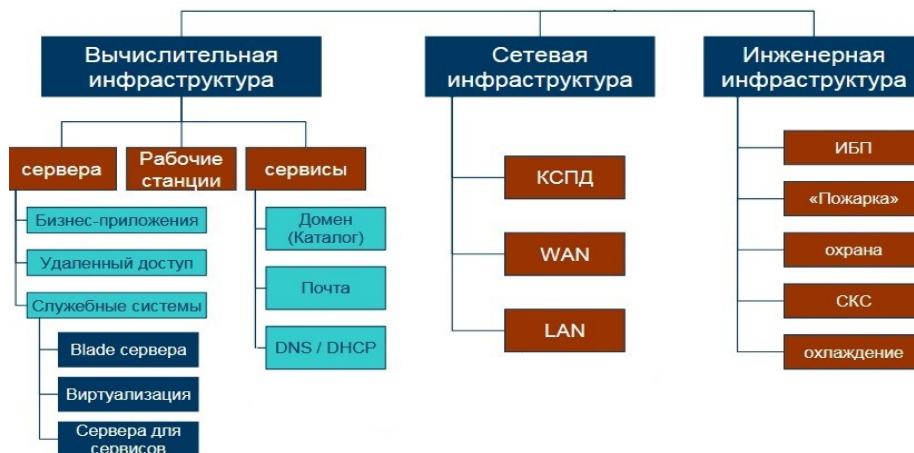


Рисунок 2 – ИТ-архитектура Общества²

² Составлено автором в Microsoft Visio

На рисунке 2 видно, что в состав ИТ-архитектуры входят такие инфраструктуры как вычислительная, сетевая и инженерная. Ни одна инфраструктура не может работать без другой, так как все они тесно взаимосвязаны между собой и по отдельности не имеют никакой ценности для Общества.

Производительные мощности ИТ-оборудования, в том числе рабочие станции сотрудников, имеют достаточные запасы для уверенного соответствия стратегии развития Общества на несколько лет вперед или же резкого изменения необходимости внедрения новых технологий под воздействием внешних факторов (законодательных, планам развития г. Екатеринбурга и т.п.).

Управлением конфигурацией оборудования и рабочих станций осуществляется системным администратором, а набором используемого программного обеспечения компании по согласованию с генеральным директором. Данная согласованность позволяет лучше обеспечивать уровень защиты ИТ-инфраструктуры организации.

1.1.5 ПРОДУКТЫ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ КОМПАНИЕЙ

Один из продуктов компании ООО «Альтеропауэр» является продукт APDC - Advanced Phasor Data Concentrator.

APDC (Advanced Phasor Data Concentrator) – это мощная, гибкая и широко масштабируемая платформа для создания как относительно простых систем уровня энергообъекта, так и сложных многоуровневых распределённых WAMS уровня ОЭС / ЕЭС.

ПО «APDC» предназначено для создания как относительно простых систем уровня энергообъекта, так и сложных многоуровневых распределённых WAMS / WACS / WAPS (Wide Area Monitoring / Control / Protection System) уровня энергосистемы.

На основе данных решений создана и функционирует в промышленной эксплуатации Автоматическая система сбора информации с регистраторов СМПП (АС СИ СМПП) в ОАО «СО ЕЭС».

АС СИ СМПП обеспечивает сбор данных с более чем 400 регистраторов СМПП, установленных на более чем 70 энергообъектах ЕЭС.

ПО «APDC» установлено и работает на крупных электростанциях РФ.

Ключевыми особенностями системы являются:

- Открытая архитектура на базе технологии Java
- Отсутствие проприетарных западных продуктов в составе решения
- Поддержка широкого спектра операционных систем (включая Linux и другие open-source ОС)
- Веб-технологии для визуализации
- Использование больших распределённых массивов данных для хранения СВИ (Big Data)
- Система распределённых вычислений.

APDC разработан как веб-приложение с использованием высокопроизводительных распределённых вычислений. Это предоставляет возможности для внедрения APDC в современную ИТ-инфраструктуру.

APDC поддерживает мобильные платформы, хранилища виртуальных данных и облачные решения.

Решения по сбору и передаче измерений

В системе реализованы адаптеры

к источникам данных:

- Клиент С37.118-2011/2008 (для сбора с регистраторов СМНР)
- Клиент МЭК 60870-5-104
- Прием в формате С37.111-1991 (COMTRADE)
- Прием в формате CSV (файлы)
- Клиент OPC
- Modbus RTU Master
- MQTT
- RTdbcon

Собственные протоколы распределённого взаимодействия между узлами системы

(PDC-to-PDC):

- Сервер С37.118-2011
- Решение на основе протокола UDP (unicast, multicast) — обмен оперативными данным
 - с низкими задержками
 - Веб-сервисы для передачи архивов по запросу
 - REST API / JSON
 - Thrift API

Данные решения используются для создания распределённых многоуровневых WAMS, охватывающих сеть PMU и диспетчерских центров.

Такая система обладает следующими возможностями:

- Данные хранятся распределённо

- Исторические данные автоматически доставляются с нужного сервера при обращении к ним пользователя
- Online-данные доставляются по подписке с нужного источника (например PMU)
- Alteropower APDC обеспечивает:
 - Онлайн-мониторинг колебаний активной мощности.
 - Определение параметров колебаний - величина, частота, демпфирование.
 - Обнаружение незатухающих колебаний.
 - Проведение спектрального анализа

Основные возможности APDC:

1. Спектральный анализ. Спектрограмма — это специальный инструмент, который позволяет представлять спектр сигнала в исторической перспективе. Указывая на интересующее время и частоту, можно увидеть спектр для всех частот на всем временном интервале вместе с амплитудами (разности амплитуд отображаются с помощью цветового градиента).

2. Анализ исторических колебаний. В качестве дальнейшего развития системы обнаружения колебаний, APDC предоставляет инструмент для анализа исторических колебаний. Этот инструмент позволяет исследовать нелинейный и нестационарный характер колебаний. Параметры для нелинейных колебаний (частота, амплитуда, фаза, коэффициент демпфирования) рассчитываются на протяжении всего процесса.

3. Перманентные моды. Анализатор перманентных мод – инструмент для обнаружения низкоамплитудных мод, которые постоянно присутствуют в энергосистеме. Этот инструмент позволяет обрабатывать большие объемы данных — часы, дни, не

дели, месяцы. Это необходимо, поскольку эти режимы неразличимы на небольших временных интервалах, когда они подвлияются шумом сигнала. Например, одна и та же мода всегда появляется, когда электростанция начинает работать утром, и исчезает вечером, когда ее двигатели выключаются.

4. Контроль синхронных качаний активной мощности. В качестве дальнейшего развития системы обнаружения качаний (особенно высокоамплитудных), APDC предоставляет инструменты для мониторинга перетоков мощности в контролируемых сечениях в режиме реального времени. Этот инструмент содержит несколько оконных форм с комплексным представлением контролируемых сечений и контролируемых параметров.

1.1.6 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЗАДАЧИ

Малый бизнес занимает важное место в экономике любой страны. Этот сектор является неотъемлемым, объективно необходимым элементом любой развитой хозяйственной системы, без которого экономика и общество в целом не могут нормально существовать и развиваться. С каждым годом растет масштаб потребления этой отрасли новых информационных технологий.

Основной вид прибыли компании – выигранный конкурс на тендере от государственных заказчиков, как правило. Перед подачей заявки на конкурс проходит тщательная подготовка в виде определения основных потребностей заказчика и определение возможностей компании. Далее тщательно собираются все необходимые документы для участия, как правило б

изнес-аналитиком. Также, у компании есть дополнительные виды дохода – такие, как поддержка программного обеспечения. Компания сотрудничала со следующими организациями: «Системный оператор единой энергетической системы», «Россети», «Enel», «Рус Гидро», «Т плюс», «МРСК Урала» и многие другие. В рамках одного из проектов встала задача по разработке системы, которая будет отображать информацию о динамике потребления электроэнергии по областям по загруженной сводке технологов, которые работают на станциях.

1.1.7 ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

Создание системы для заказчика состоит из нескольких этапов, представленных на рисунке 3.



Рисунок 3 – Алгоритм создания системы³

Формирование требований - один из самых важных этапов при создании системы. На данном этапе происходит встреча с заказчиком и получение всех необходимых требований к будущей системе. От того, насколько точно и полно будут учтены все пожелания в процессе проектирования системы, и будет зависеть итоговый результат: получится ли «для галочки» или это будет эффективный инструмент бизнеса, который будет приносить прибыль своему владельцу.

³ Составлено автором в Microsoft Visio

Анализ необходимого функционала реализуется в составлении подробного технического задания. Далее составляется список необходимых ресурсов для реализации задачи (программное обеспечение, хостинг и т.д.). Затем производится примерная оценка времени выполнения задачи.

Разработка структуры подразумевает под собой используемую логику и мелкие детали отображения.

Создание прототипа страницы – это не отрисовка готового дизайн-макета, а всего лишь схематичный набросок, выполненный для понимания того, как будут отображаться данные.

Создание демо-площадки происходит на отдельном сервере с целью ограждения текущей функциональности от более ранней версии.

Программирование функционала также происходит в текстовом редакторе с использованием языка программирования JavaScript.

Тестирование определённо важная часть процесса, когда необходимо проверить работают ли все компоненты. Лишь после финального тестирования можно переходить к этапу переноса системы на основную площадку.

Перенос системы на основную площадку является заключительным этапом. Производится настройка основного сервера, создание архива созданной системы на демо-площадке, перенос и распаковка архива на основную площадку и проверка работоспособности системы после переноса.

Взаимодействия объектов можно рассматривать во времени, и тогда для представления временных особенностей передачи и

приема сообщений между объектами используется диаграмма последовательности. Взаимодействующие объекты обмениваются между собой некоторой информацией. При этом информация принимает форму законченных сообщений. Другими словами, хотя сообщение и имеет информационное содержание, оно приобретает дополнительное свойство оказывать направленное влияние на своего получателя.

На рисунке 4 представлена диаграмма последовательности работы.

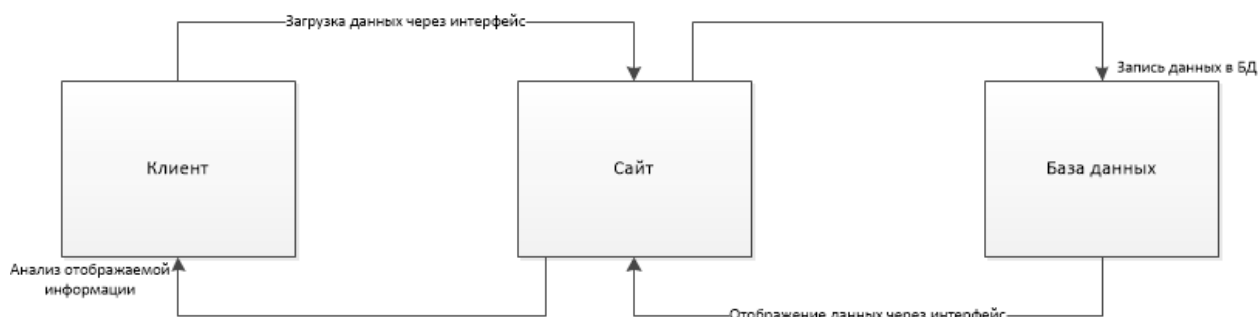


Рисунок 4 – Диаграмма последовательности ввода пользователем логина и пароля⁴

Взаимодействующими объектами на рисунке 5 являются:

- клиент;
- сайт;
- база данных.

Клиент заходит на сайт и осуществляет загрузку данных. Происходит загрузка данных в базу данных, далее в интерфейсе отображаются загруженные данные.

⁴ Составлено автором в Microsoft Visio

1.2 ЭКОНОМИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СУЩНОСТЬ ЗАДАЧИ

1.2.1 АКТУАЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕКТОРЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Мировая энергетика столкнулась со следующими ключевыми вызовами:

- Вызовы роста спроса. В мире в силу грядущего выхода из рецессии, увеличения уровня благосостояния жителей развивающихся стран и роста населения будет наблюдаться рост энергопотребления. Потенциально к 2035 году новыми потребителями станут порядка 1,3 млрд человек, не имеющих в настоящее время доступ к электроэнергии; 2,7 млрд человек, которые «готовят на дровах»; еще 1,6 млрд человек за счет прироста населения в мире. Это приведет к тому, что за обозначенный период потребление электроэнергии вырастет на 40–50%;

- вызовы изменения качественных характеристик спроса. Новая индустриализация в рамках разворачивающейся в мире т. н. четвертой промышленной революции будет происходить на новой технологической базе (цифровые системы, аддитивные и высокоточные производства), зачастую чувствительной к надежности энергоснабжения и качеству электроэнергии. Это определяет появление и развитие «цифрового спроса», доля которого в ряде стран, по некоторым оценкам, составит 20–30% к 2030 году;

- экологические вызовы. По данным Международного энергетического агентства, электроэнергетика является источником 42% антропогенных выбросов парниковых газов. Но даже

безотносительно к вопросам глобального потепления, рост использования ископаемых топлив ведет к ухудшению экологической обстановки, что сказывается не только на качестве жизни, но и на уровне расходов государства и корпоративного сектора на социальное обеспечение, здравоохранение, экологические мероприятия и т. д. В странах с более высоким уровнем доходов фиксируется рост платежеспособного спроса на экологичную, надежную, доступную энергетику как важный элемент качества жизни;

- инвестиционные вызовы. В силу того, что энергосистемы развитых стран в их текущем виде были созданы не позднее 1950–1960-х, они требуют существенных затрат на поддержание, обновление и модернизацию. Традиционные энергосистемы индустриального типа строились в ситуации высокого уровня накоплений и мощного госинвестирования, а также инвестиций из частных источников. Но за последние 30 лет уровень накоплений в развитых странах заметно упал, государство сократило уровень вмешательства в экономику. Банковский же капитал не проявляет интереса к «большим» проектам;

- вызовы новой урбанизации. В 2012 году доля городского населения планеты превысила 50%, и урбанизация в развивающихся экономиках продолжается ускоряющимися темпами. Разрастание старых и появление новых городов формирует запрос на переход к городской энергетике нового поколения: с высокой концентрацией мощностей, существенным запасом прочности и возможностями роста с учетом экономии дорогостоящих городских земель для размещения энергетических объектов. Эти объекты должны обеспечивать пр

иемлемую стоимость присоединения к инфраструктуре и дифференцированную по различным характеристикам стоимость электроэнергии для потребителей;

Рынок ИТ в энергетике с каждым годом все более неоднороден. В целом можно сказать, что в отрасли востребованы ПО и технологии, повышающие производительность и обеспечивающие бесперебойность работы энергетического комплекса. Однако это могут быть как традиционные инструменты автоматизации работы крупных компаний, такие как системы электронного документооборота (ЕСМ) или бизнес-анализа (BI), так и инновационные продукты: прогнозная аналитика на базе алгоритмов машинного обучения, интернет вещей (IoT) или искусственный интеллект (AI) для оптимизации производственных и бизнес-процессов.

При этом, нужно отметить, передовые технологии более популярны за рубежом и только в последние несколько лет начинают проникать на российскую почву. Отечественный промышленный сектор делает первые шаги к инновационной трансформации бизнеса.

Ряд технологических новаций, таких как промышленный интернет вещей, информационно-технологические системы реального времени и решения в области оптимизации производства и распределения электроэнергии, вызвали глобальные изменения энергетической отрасли во всем мире, открыв ей качественно новые возможности роста. В этой связи на первый план выходит проблема выработки единых стандартов использования ИТ в территориально-распределенных компаниях.

Один из самых значимых рисков для таких организаций лежит в области защиты данных, поэтому особая роль в этих стандартах будет отведена организации системы информационной безопасности, средствам ее безопасного хранения и обработки

Большинство ИТ-продуктов, внедряемых в энергетических компаниях, относится к категории бизнес-критичных, а это значит, что к ним предъявляются повышенные требования в области защиты информации.

Сейчас на рынке популярны инструменты защиты как от внешних, так и от внутренних угроз, в числе которых криптографическое шифрование, антивирусные программы, а также централизованное управление и разграничение доступа к конфиденциальным данным в зависимости от позиции сотрудника в компании

Тренд на безопасность, в частности, безопасность АСУ ТП и КИИ, получил второе дыхание в связи с повышенным вниманием к нему со стороны государства, которое оценило цену рисков в области информационной безопасности энергетического комплекса и приняло соответствующие нормативные акты.

Большие данные, накапливаемые энергетическими компаниями, нужно где-то хранить и обрабатывать. В этой связи возникают потребности в новых ресурсах и непрерывной модернизации.

Прогноз на ближайшие 2 года - тренд на построение резервных площадок, создание резервных ЦОД, чтобы обезопасить ИТ-инфраструктуру и обеспечить ее бесперебойную работу независимо от форс-мажоров и других факторов

Увеличение числа цифровых инструментов для управления производством и бизнесом приводит руководителей энергопредприятий к вопросу, возможно ли выстроить ИТ-инфраструктуру таким образом, чтобы максимально реализовать потенциал каждого конкретного ИТ-решения и при этом получить высокий синергетический эффект от взаимодействия ИТ-систем.

На этом этапе они задумываются о том, чтобы отдать процессы установки, настройки, поддержки и модернизации ИТ-экосистемы на аутсорсинг – спрос на услуги ИТ-консалтинга и ИТ-поддержки растет. Одна из причин популярности ИТ-аутсорсинга – возможность четко определить KPI, за которые будет отвечать команда интегратора, от времени отклика на запрос клиента до количества сбоев в работе систем. Гарантированные показатели вносятся в SLA – соглашение о качестве оказания услуг. Это позволяет энергетическим предприятиям сделать полностью прозрачной и контролируемой работу подрядчика

Передача ИТ-функционала на аутсорсинг сторонним сервисным компаниям избавляет энергетиков от необходимости содержать собственный штат дорогих ИТ-специалистов и высвобождает ресурсы, необходимые для основной деятельности.

Одним из основных трендов для российских энергетических компаний становится внедрение современных стратегий ТОРО (техническое обслуживание и ремонт оборудования), основанных на расчёте индексов технического состояния оборудования и комплексных объектов инфраструктуры. Кроме оценки состояния оборудования, стандартом в этой области также становится испо

льзование методик оценки вероятности и последствий отказа оборудования.

В совокупности, эти процессы позволяют эффективно управлять техническими и экономическими ресурсами, использовать их там, где в этом есть максимальная необходимость, ремонтировать реально нуждающееся в этом оборудование и точно оценивать объемы таких работ. Результатом применения таких стратегий является оптимизация процессов ТОРО, приводящая к уменьшению операционных и капитальных затрат при сохранении высокого качества выполняемых работ по обслуживанию оборудования

Фактически методологии оценки рисков QRA, анализ надежности RAM и методики ее повышения RCM становятся стандартом для флагманских компаний отрасли.

Что касается систем для превентивного технического обслуживания, прогнозирования отказов оборудования и своевременного планирования ремонта – они востребованы рынком, их окупаемость достаточно быстрая, а ценность для производства – высока. В ближайшее время количество внедрений ПО с подобным функционалом будет расти

Еще одним важным трендом становится широкое распространение мобильных устройств в классических системах управления, используемых в энергетических компаниях. Прежде всего это нужно для оперативной оценки технического состояния любого элемента энергосистемы.

Мобильное рабочее место обходчика, контроллера позволяет закрывать потребность в плановых осмотрах, сбора показателей инструментального контроля на тех объектах

инфраструктуры, которые не оборудованы системами контроля в режиме реального времени

Компании, связанные с распределением энергии, в последние годы активно занимаются информатизацией своих мобильных бригад.

Но будущее, конечно, за системами онлайн-мониторинга, в которых с помощью датчиков можно будет в режиме реального времени следить за состоянием оборудования.

Все энергетические компании (как минимум, крупные игрок и рынка) так или иначе уже позаботились об автоматизации поддерживающих процессов, внедрив соответствующие системы (СЭД, ВРМ, ВІ и др.), которые они продолжают развивать, модернизировать, менять старые на более современные, расширять функциональность и т.д. Появляются также модифицированные решения – «выходцы» из стандартных систем автоматизации базовых бизнес-процессов – которые адаптированы под отрасль.

Но настоящая революция происходит в части автоматизации основной деятельности энергетических предприятий с ее уникальными задачами, которые требуют глубокого погружения в специфику отрасли.

Магистральные тренды формируются государственной программой «Цифровая экономика»: большие данные, искусственный интеллект, интернет вещей (IoT), дополненная и виртуальная реальность. Это технологии будущего, которые только начинают делать первые шаги с точки зрения реальной применимости на предприятиях отрасли.

Оценить реальную отдачу от них мы сможем только в будущем. Но уже сейчас для их реализации компании формируют с

специальные площадки апробаций новых технологий, анализируют свою готовность, выделяют ответственных за цифровую трансформацию. Для ряда компаний база для цифровой трансформации уже создана, другие – догоняют: обновляют парк датчиков для сбора информации, расширяют их сеть, дорабатывают техническую инфраструктуру, внедряют программные комплексы для аналитики больших данных.

Среди других трендов эксперты выделяют развитие так называемых SmartGrid (систем комплексного распределения и генерации энергии с использованием возобновляемых источников), систем дополненной и виртуальной реальности для визуализации объектов и технологических процессов, технологии промышленного интернета вещей, которые приходят на смену привычным АСУ ТП.

Еще одно важное направление связано с применением наукоемких технологий: алгоритмов машинного обучения, многофакторной оптимизации, анализа больших данных и т.п.

1.2.2 БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

На сегодняшний день системы для сектора электроэнергетики в большинстве стран модернизируются и развиваются на основе глубокой интеграции электроэнергетических сетей с различными протоколами взаимодействия. Различные протоколы взаимодействия позволяют получать огромные пакеты данных со станций в саму систему визуализации данных, что позволяет оперативно принимать решения по работе, будь то выключение станции из рабочего состояния из-за поломки, либо из

нашивания оборудования. Подобного рода схема взаимодействия получила название интеллектуальной энергосистемы – smart grid. Такого рода системы взаимодействия являются полностью интегрированными и саморегулирующимися.

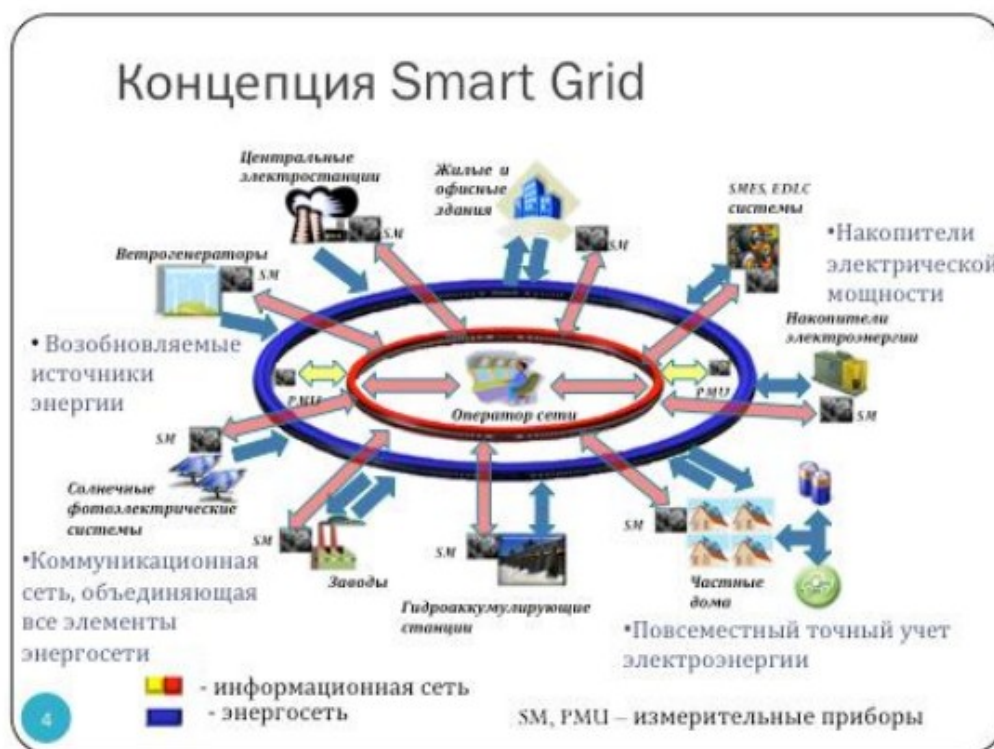


Рисунок 5 - Концепция Smart Grid⁵

Данная концепция, где все субъекты электроэнергетики принимают участие в передаче и распределении измеряемых параметров находится в России только на начальной стадии развития.

В составе ИЭС электрическая сеть из пассивного устройства транспорта и распределения электроэнергии превращается в активный элемент, параметры и характеристики которой изменяются в зависимости от режимов работы энергосистемы. Практическое воплощение данных направлений осуществляется

⁵ Заимствовано В.В. Крылов, С.В. Крылов «Большие данные и их приложения в электроэнергетике»

во взаимосвязи и развитии положений стратегических документов ОАО «ФСК ЕЭС» – Программы инновационного развития и Политики инновационного развития и модернизации. Согласно документам программы можно выделить особенности новой концепции энергосетей.

Основные новые качества ИЭС ААС:

Обеспечение равного доступа любых производителей и потребителей электрической энергии к услугам инфраструктуры. Создание специальных интерфейсов для унифицированного и надежного подключения к сетям возобновляемых и нетрадиционных источников энергии на условиях параллельной работы в составе энергосистемы.

Участие в управлении режимом работы ИЭС генерации, управляемых элементов сетевой инфраструктуры, потребителей электроэнергии.

Обеспечение «активности» потребителей электроэнергии за счет их оснащения интеллектуальными системами учета с возможностью ситуативного управления спросом. Обеспечение за счет применения этих систем рационального использования энергии в нормальных режимах и управления потреблением электроэнергии с целью поддержания требуемых параметров функционирования ИЭС.

Наличие достаточных объемов информации о текущем состоянии электрической сети и ее элементов (включая векторные измерения), и о внешней среде (освещенность, осадки, гололед, ветровые нагрузки и другие метеофакторы), а также современной системы управления, позволяющей в реальном времени обрабатывать указанную информацию.

Обеспечение максимальной самодиагностики элементов ИЭС, использование ее результатов в алгоритмах функционирования автоматических систем режимного и противоаварийного управления.

Наличие распределенных и иерархических централизованных систем режимного и противоаварийного управления, основанных на адаптивных алгоритмах реального времени.

Применение быстродействующих программ и вычислительных ресурсов, обеспечивающих как выработку автоматических управляющих воздействий, так и предоставление рекомендаций (с помощью экспертных и других систем) диспетчерскому, оперативно-технологическому и ремонтному персоналу для реализации управляющих воздействий и проведения необходимых работ.

Целевые функции новой концепции развития сетей электроэнергетики Smart Grid в более общем виде отражены в документах Министерства энергетики США (DOE - Department of Energy). Согласно этим документам Smart Grid нацелена на удовлетворение ключевых ценностей (keygoals) :

Доступность - обеспечение потребителей энергией без ограничений в зависимости от того, когда и где она им необходима, и в зависимости от оплачиваемого качества

Надежность - возможность противостояния физическим и информационным негативным воздействиям без тотальных отключений или высоких затрат на восстановительные работы, максимально быстрое восстановление (самовосстановление) работоспособности;

Экономичность - оптимизация тарифов на электрическую энергию для потребителей и снижение общесистемных затрат

Эффективность - максимизация эффективности использования всех видов ресурсов, технологий и оборудования при производстве, передаче, распределении и потреблении электроэнергии.

Органичность взаимодействия с окружающей средой - максимально возможное снижение негативных экологических воздействий;

Безопасность - не допущение ситуаций в электроэнергетике, опасных для людей и окружающей среды.

Столь сложное и разнообразное взаимодействие регулируется протоколами, охватывающими от физического до прикладного уровня, обеспечивая эффективное взаимодействие и поддерживая технический прогресс в совершенствовании всех компонент энергосистемы. Отметим, что несмотря на существование общей концепции и ее поддержку во всех странах, существует национальная специфика в требованиях на применение различных протоколов на сетях того или иного государства. Особо выделяется здесь требование регулятора в Германии, где необходимо обеспечить открытые протоколы взаимодействия, так, чтобы оборудование и программное обеспечение любых поставщиков могло работать совместно, позволяя потребителю выбирать поставщиков на конкурентном принципе, исходя из собственных требований и потребностей.

В последующем изложении мы остановим внимание только на тех сторонах интеллектуальных энергосистем, которые касаются обработки информации с целью придания этим систе

мам новых отличных от традиционных энергосистем функций. Другие важные аспекты, такие как архитектуры и протоколы для построение инфокоммуникационных сетей, управления генерирующим оборудованием и звеньями сети энергопередачи останутся в стороне нашего изложения.

1.2.3 СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Чтобы понять, почему современные системы обработки данных в интеллектуальных энергосетях развиваются в направлениях, оперирующими с большими данными, нужно, прежде всего, исходить из базовых трендов развития современной электроэнергетики. Выделим здесь несколько из них, которые оказывают наибольшее влияние на информационную составляющую.

Во-первых, это постоянно растущие требования как к экологичности так и к повышению энергетической эффективности энергосистем и сетей. Это привело к, использованию широкого спектра источников возобновляемой энергии, таких как ветрогенераторов и солнечных электрогенераторов. Однако, в силу нестабильного характера их характеристик генерации появились требования к эффективному быстрому управлению нагрузками в энергосистемах. Наряду с динамичностью, здесь особенно нужно отметить и бурный рост распределенности узлов генерации по сети. Практически каждый включенный в сеть потребитель может оказаться источником энергии, если его потребности окажутся на каком-то интервале времени меньше

ими, чем возможности принадлежащих ему локальных электрогенераторов. Характерно, что существенная распределенность и высокая динамичность появляются даже в тех случаях, когда в работе сети участвуют не только возобновляемые источники, но более традиционные, но современные, такие как набирающие популярность микрогазовые турбины, биогенераторы. Во-вторых, аспект связан с появлением и внедрением на сетях накопителей электроэнергии различного уровня присоединения. Сегодня появление аккумуляторных батарей поддержки группы домохозяйств становится весьма популярным решением для выравнивания энергопотребления и переноса пиков потребления с часов повышенной оплаты на другие интервалы времени менее дорогого тарифа. Таким образом главными катализаторами развития систем больших данных в электроэнергетике являются:

- Активное управление нагрузочными характеристиками потребителей
- Эффективное управление распределенными системами генерации с большим числом источников
- Эффективное управление и мониторинг для многочисленных

Но, разумеется, более традиционные задачи энергосистем и сетей также не остаются вне сферы обслуживания новых систем обработки данных. Мы будем рассматривать далее такие из них как:

- Прогнозирование нагрузки и эффективное управление элементами сети с целью энергосбережения и предотвращения перегрузок

- Гибкая тарификация и детектирование утечек и хищений
- Управление имуществом и техническое обслуживание
- Функционирование в режиме устранения аварии

Все системы, предназначенные для обработки данных в энергосетях, как правило основаны на сборе информации от многочисленных (миллионов) измерителей в том числе интеллектуальных приборов учета потребителей (Smart Meters) и промышленных приборов и систем учета (АСКУЭ). Также теперь это всевозможные сенсоры на оборудовании энергосети, отражающие работу и состояние оборудования, сенсоры и информационные системы погодных условий и климата. Ввиду исключительно больших объемов обрабатываемых данных, их разнообразия по форме и семантике, требований к оперативной и целостной их обработки, компьютерные системы, дающие возможность имплементировать новые функции в энергосети и энергосистемы, относятся к категории Big data (больших данных). Для выделения систем и технологий, относящихся к обработке данных в Smart Grid используется термин Soft Grid. Анализ текущего состояния и наиболее успешных примеров из Soft Grid изложен в последующих параграфах.

Рыночный срез поставщиков решений по секторам, определяемым объемами обрабатываемых данных представлен на рисунке. Диаграмма не претендует на исчерпывающее представление всех игроков, однако достаточно репрезентативна:

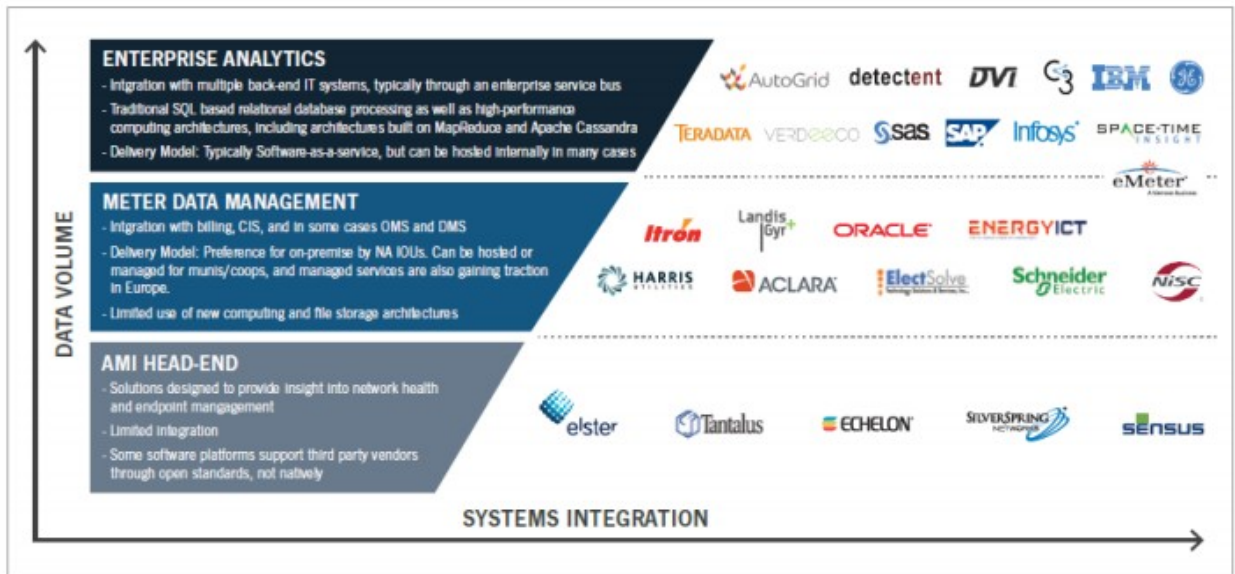


Рисунок 6 - Таксономия поставщиков решений для информационных систем в электроэнергетике⁶

Современные энергосети включают в свой состав немало элементов, которые еще недавно были редкими и требовали особого, уникального подхода как при проектировании сети, так и при эксплуатации. К таким элементам прежде всего стоит отнести накопители электрической энергии. Существует немало различных видов накопителей электрической энергии, которые могут использоваться сегодняшними потребителями. Это и большие аккумуляторные батареи, и системы сжатого воздуха, маховики, воздушные охладители, промышленные моторы, водяные помпы т.п. Но вопрос, как измерить их ценность и окупаемость при использовании на энергосетях, является весьма сложным. И дело не только в том, что это новые технологии и существует немало проблем просто для их подключения к сети, но и проблем экономических и регуляторных. Конечно в первую очередь интересуются тем как будут возвращаться инвестиции в

⁶ Заимствовано В.В. Крылов, С.В. Крылов «Большие данные и их приложения в электроэнергетике»

эти весьма недешевые устройства для их владельцев. Но не менее важно понимание их ценности для сети в целом, где наличие накопителей влияет на сглаживание пиков нагрузки, существенно уменьшает нестабильность ветровых и солнечных источников энергии и способствует решению других подобных проблем. Моделирование системного влияния накопителей на работу сети является самостоятельной сложной задачей и ее решение стало предметом исследований из Electric Power Research Institute (EPRI). Одним из результатов их исследований стал программный инструмент Energy Storage Valuation Tool (ESVT). С его помощью можно превратить данные о сети с накопителями в измерения ценные для энергопредприятий, сетевых операторов, производителей накопителей, проектировщиков новых сетей.

Рассмотрим пользовательский интерфейс этого инструмента, который позволяет в весьма простой форме задавать исходные параметры сети и получать как технические, так и финансовые результаты использования накопителей. На рисунке показан графический пользовательский интерфейс в явном виде задающий четыре шага анализа.

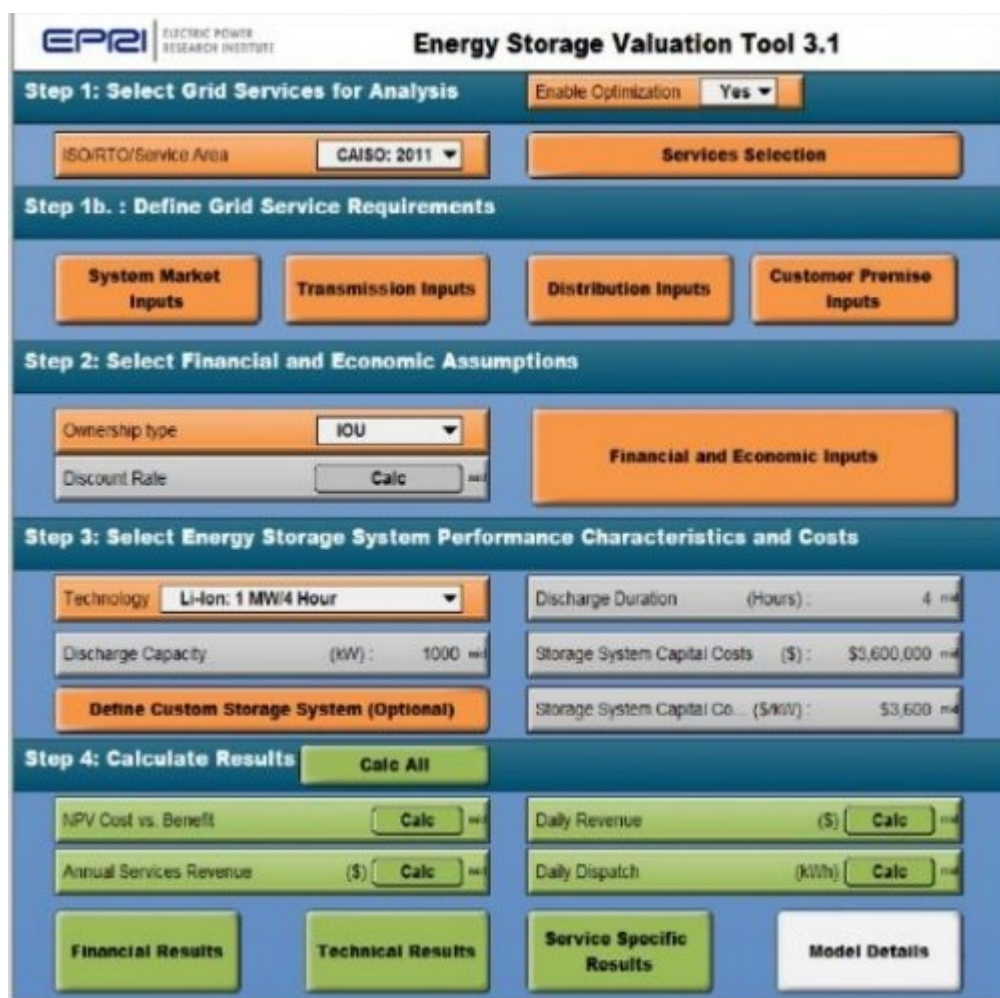


Рисунок 7 - Пользовательский интерфейс аналитического инструмента ESVT для оценивания эффективности развращения накопителей в сети⁷

На первом шаге выбирается вид сетевого сервиса, который требуется подвергнуть анализу. Инструмент позволяет анализировать системы передачи, распределения энергии, пользовательские сервисы, рыночное позиционирование. На втором шаге задаются финансовые и экономические параметры. На шаге три инструмент позволяет задать технологии используемых накопителей из широкого спектра: аккумуляторные батареи

⁷ Заимствовано В.В. Крылов, С.В. Крылов «Большие данные и их приложения в электроэнергетике»

различного типа, накопители на сжатом воздухе (CAES), насосные гидроаккумуляторы и др. Здесь задаются и количественные характеристики применяемых накопителей. Четвертый шаг запускает процесс анализа и позволяет получить результаты в различной удобной для дальнейшего использования форме. Проведенные исследования позволили получить множество данных о затратах на киловатт и стоимости киловатт часа для различных технологий накопителей. С помощью этого инструмента можно анализировать как миллисекундный отклик балансировки сети так и долгосрочные колебания нагрузки. Свои исследования ERPI проводил по контракту с Калифорнийским регуляторным органом - California Public Utilities Commission. Интересными результатами использования являются также предложения по появлению новых рыночных структур, отсутствующих в сегодняшней энергетике, но которые могут эффективно существовать при широком использовании накопителей. Поскольку в настоящее время имеется масса непонимания в этой области, моделирование позволяет увидеть как влияет появление технологий накопителей на рынок и технические характеристики, и в этом состояло выполненное исследование. Но это можно считать только первыми двумя шагами в направлении, определенным исследователями. В общем случае обработка данных в ESVG может быть представлена основными этапами, показанными на рисунке , где ключевым является хорошая модель.

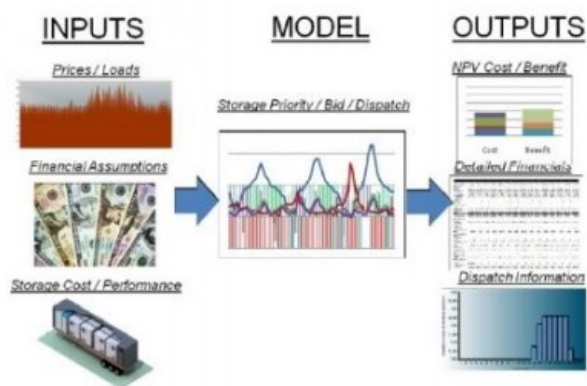


Рисунок 8 - Базовый поток обработки в ESVT. Ключевым элементом системы является модель, учитывающая множество аспектов⁸

Следующий шаг развития этого инструмента будет направлен на анализ непрямого влияния развертывания накопителей на сетях и в том числе на окружающую среду. А затем предполагается получить описание бизнес-кейсов, описывающих монетизируемую ценность для владельцев накопителей в условиях реального технического, экономического и регуляторного окружения.

Накопители как постоянные элементы в сети позволяют не просто сглаживать нестабильность возобновляемых источников энергии, но и существенно увеличивать надежность при распределении энергии потребителям. Для решения таких задач требуется использование весьма точных моделей сетей, например, таких, как разработанных компанией AutoGrid. Основой модели является сочетание двух составляющих рынка электроэнергии – физическое и человеческое поведение. Специально разработанная программная система Energy Data

⁸ Заимствовано В.В. Крылов, С.В. Крылов «Большие данные и их приложения в электроэнергетике»

Platform использует жидкостную физическую модель сети, принимая во внимание все компоненты, соединенные друг с другом: зданий, измерителей, промышленных построек, зарядников электромобилей, квартирных комплексов, линий передачи и т.п.

В качестве примера успешного применения этой программной системы можно привести ликвидацию проблемы постоянных отказов из-за понижения уровня напряжения на одном из фидеров сети университета Washington State University во время пиковых периодов. При использовании пятиминутных выборок значений напряжения через платформу сбора данных OpenWay компания поставщик энергии идентифицировала проблемный фидер и применила развертывание батарейного накопителя для ликвидации проблем напряжения.

В более сложных случаях системы сбора распределенных данных включают в себя геоинформационные системы и соответствующие модели интегрируются с моделями AMI (Advance Metering Infrastructure) соответствующими системами SCADA энергопредприятий для автоматического управления volt/VAR на основе моделирования потоков мощности и имитационного моделирования сети и потребителей.

Особое место в системах такого типа занимают модели для использования данных AMI для сетей с возобновляемыми источниками и микрогридами, содержащими накопители энергии. Бурное внедрение таких сетей в структуру традиционной экономики энергетики привело к возникновению нового взгляда на возможности управления потреблением, отличающегося от того, что типично для стран, где он был изобретен. В США, где впервые б

ыл придуман подход DR, описанный выше, энергопредприятие или оператор сети за день вперед или за час вперед предупреждают о необходимости уменьшить потребление отключая кондиционеры или водонагреватели или включить запасной генератор. В Европе нет такой всеобъемлющей сети кондиционеров в летнее время и имеются в наличие водяные резервуары для накопления энергии. Однако здесь нестабильность порождается большим числом ветрогенераторов и солнечных батарей. В некоторых городах доля такой энергии достигает 50%, а в среднем равна 10% в отличие от 2% в США. И солнечные батареи и ветрогенераторы - только один из главных вызовов, с которыми сегодня встречаются лицом к лицу энергетики. И здесь постоянно идут разработки, предлагающие инновации, объединяющие интеллектуальные измерители, новые интеллектуальные инверторы, системы мониторинга и управления оборудованием. Компания Clean Power Research разработала систему менеджмента солнечных генераторов с помощью виртуальных измерений. Используя спутниковые данные о состоянии погоды удается выполнять точные предсказания поминутное состояние генерации на каждой из солнечных панелей. Программное обеспечение для этого разработала компания SolarAnywhere FilletView, которая сотрудничает с сетевым оператором штата и получила грант от департамента энергетики. Построение модели использовало тонны данных от индивидуальных солнечных систем, таких как объем генерации и характеристики, отображение их на геокарте, информацию о взаимных соединениях в сети, к которой подключены источники. Эти данные сравниваются с результатами моделирования и данными от спутников

в реальном времени. Сегодня является рабочей версия программы для моделирования выходов всех 170000 солнечных станций, развернутых в Калифорнии, каждые полчаса и предсказания на каждые последующие получасовые интервалы. Используя следующий грант компания планирует произвести интеграцию этих данных с Automatic Load Forecasting System (ALFS) которая прогнозирует на часовой интервал и день вперед. Такая интеграция позволит выработать требования к балансу нагрузки на каждый час автоматически и с большой точностью.

В конечном итоге будет построена система автоматического реконфигурирования сети путем отключения отдельных фидеров. И чем выше гранулярность сети, тем больше может получаться эффект от такого управления. Калифорнийский университет в Сан-Диего получил грант в 499900 долларов чтобы продемонстрировать программу, которая может обеспечить лучшее предсказание в реальном времени эффектов от различного уровня проникновения солнечных станций с помощью кластерного анализа. Разрабатывается также система для прямого использования этих данных для управления линиями распределительной сети. Не все такие линии сегодня управляемы, но в работе определяется какие из них будут эффективно влиять на нагрузку и требуют первоочередной модернизации.

1.2.4 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

Основные функциональные требования к системе:

- система должна позволять загружать файлы csv формата со сводкой определенного типа, которые ранее были подготовлены технологами;
- система должна корректно отображать информацию из файла;
- все линии на графике должны иметь различные цвета для идентифицирования;
- график должен приближаться/уменьшаться при приближении колесика мыши;
- при увеличении графика должно быть дополнительное окно с отображением всей площади линии для понимания места увеличения графика;
- должна быть функция отключения/включения разбиения Вороного.

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧИ

Информационное обеспечение - совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации и информационных массивов.

При организации информационного обеспечения используется системный подход, обеспечивающий создание единой информационной базы; разработку типовой схемы обмена данными между различными уровнями системы и внутри каждого уровня; организацию единой схемы ведения и хранения информации; обеспечение решаемых задач исходными данными.

Задачи информационного обеспечения:

- представление полной, достоверной и своевременной информации;
- организация эффективного хранения и поиска данных;
- обеспечение своевременности получения, обработки и выдачи информации пользователям.

При решении этих задач осуществляется:

- накопление информации;
- обмен информацией;
- обработка информации;
- управление данными;
- формализация данных и знаний.

Этапы создания информационного обеспечения:

- *идентификация информационного пространства*. На первом этапе осуществляется определение состава данных, по

длежащих хранению в базе для обеспечения информационных потребностей пользователей.

- *описание системы классификации и кодирования.*

Описание принятых методов классификации в действующих и в новь разработанных классификаторах.

- *структурирование информационного пространства.* Для проектирования базы данных используется метод “сущность-связь”. Первым шагом в процессе проектирования баз данных является выделение сущностей, их атрибутов и связей между сущностями.

- *выделение сущностей.* Сущности выявляются в результате анализа предметной области. Исходной информацией служит содержимое хранилищ данных, определяемое входящими и выходящими из него потоками данных. Первоначально осуществляется анализ хранилища, состоящий в сравнении содержимого входных и выходных потоков и создание на основе этого варианта схемы хранилища. Затем осуществляется упрощение схемы за счет простого устранения избыточности и при помощи нормализации (удалении повторяющихся групп).

- *определение структурных связей.* Данный этап служит для выявления связей между сущностями, а также для идентификации типов этих связей. Для этого каждая связь должна быть проверена в обоих направлениях следующим образом: выбирается экземпляр одной из сущностей и определяется, сколько различных экземпляров второй сущности может быть с ним связано и наоборот.

- *проектирование предварительных отношений.* Этот этап проектирования состоит в построении набора предварительных

отношений и указании предполагаемого первичного ключа для каждого отношения. Первоначальный набор отношений строится в соответствии с выделенными на диаграмме информационными объектами (сущностями). Каждый объект отображается соответствующей реляционной таблицей (отношением).

- *определение логической структуры базы данных.* После построения предварительных отношений проводится анализ присутствующих в отношении функциональных зависимостей. В случае необходимости проводится декомпозиция отношений с целью построения окончательного набора отношений, соответствующих требованиям нормализации. Нормализация отношений проводится с целью сохранения целостности и непротиворечивости баз данных.

- *схема базы данных.* Логическую структуру реляционной базы данных отображают графически в виде схемы данных. На схеме данных прямоугольники отображают таблицы БД, а связи показывают, по каким полям осуществляется взаимосвязь таблиц. Внутри прямоугольника указывается имя таблицы, список имен атрибутов и указатели ключевых атрибутов (знак # перед именем атрибута). Все связи являются бинарными и представляют собой линии, для которых должно быть определено степень множественности (т.е. один или более участвуют в связи) и степень обязательности. Для множественной связи линия присоединяется к прямоугольнику в трех точках, а для одиночной связи - в одной точке. При обязательной связи рисуется непрерывная линия, при необязательной - пунктирная линия.

- *состав информационного обеспечения.* На основании построенных отношений, выделенных справочников и классификаторов определяются наборы данных, которые будут использоваться в организации внутримашинной информационной базы.

2.2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В качестве разработки был выбран язык программирования JavaScript, язык разметки - html, стили - css, библиотека - D3.js. База данных - MongoDB.

- Html (от англ. HyperText Markup Language) - «язык гипертекстовой разметки») - язык разметки документов в интернете. Во всемирной паутине HTML-страницы, как правило, передаются браузерам от сервера по протоколам HTTP или HTTPS, в виде простого текста или с использованием шифрования.

- CSS (от англ. Cascading Style Sheets — каскадные таблицы стилей) - формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки.

- JavaScript - мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили. Является реализацией стандарта ECMAScript (стандарт ECMA-262). Предпочтение было отдано этому языку программирования, потому что он является очень мощным инструментом для разработки, также у данного языка существует множество библиотек, что опять-таки позволить сэко

номить время на разработке, ведь основной доход компании - и именно разработка систем для заказчиков.

- D3.js - является мощной библиотекой JavaScript для управления документами на основе данных. Основной плюс - мощные и доступные компоненты визуализации, а также управляемый данными подход. Для подключения к библиотеке необходимо просто сослаться на нее или скачать библиотеку и сослаться на нее, в том числе существует мини-версия библиотеки, что позволяет сэкономить место на сервере.

- MongoDB - документоориентированная система управления базами данных с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц.

- Редактор кода был выбран Brackets. Brackets - свободный текстовый редактор для веб-разработчиков. Brackets ориентирован на работу с HTML, CSS и JavaScript. Эти же технологии лежат в основе самого редактора, что обеспечивает его кроссплатформенность т. е. совместимость с операционными системами Mac, Windows и Linux.

2.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

2.3.1 ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

При разговоре с заказчиком были выявлены основные требования - разрабатываемая система должна отображать на графике загружаемую информацию по сводкам технолога за несколько лет по потребляемой электроэнергии по областям. Также,

система должна отображать разбиение Вороного. Диаграмма Вороного конечного множества точек S представляет такое разбиение плоскости, при котором каждая область этого разбиения образует множество точек, более близких к одному из элементов множества S , чем к любому другому элементу множества. Также, на графике при прокрутке колесика все отображаемые линии должны приближаться. Функция разбиения Вороного должна включаться/отключаться. Доступ к системе должен осуществляться через браузер.

Диаграмму Вороного можно построить по нескольким алгоритмам:

- Простой алгоритм рассматривает серединный перпендикуляр отрезка, который соединяет две точки. Перпендикуляр разбивает область на две полуобласти, одна находится на одной плоскости, вторая - на другой. Таким образом, вычисляется такое пересечение для каждой из точек.
- Алгоритм Форчуна предполагает использование заметающей прямой. Заметающая прямая представляет собой прямую, которая двигается в правую сторону и как бы заметает точки с левой стороны, т.е. после прохождения каждой точки они соединяются линией.
- Рекурсивный алгоритм использует метод динамического программирования. Исходное множество точек разбивается на два подмножества, для каждого из которых строится диаграмма Вороного, далее эти диаграммы объединяются

Было решено, что смысла в отрисовке эскизов нет смысла, так как у заказчика нет явных требований к дизайну, основная цель - корректное отображение информации. К тому же, при отсутствии необходимости в отрисовке эскиз есть плюс- экономия времени на самой отрисовке и согласовании эскиза с самим заказчиком, а как правило заказчик очень долго приходит к конкретному формированию желаний по поводу внешнего вида.

В системе предполагается одна основная страница с отображением графика и кнопками с выбором файла и для отключения или включения разбиения Вороного. При общении с заказчиком было выяснено, что загружаемый файл будет содержать информацию с идентификатором региона, имя региона дату и процент потребления электроэнергии по областям, примерно следующим образом:

1	regionid	regionName	date	percent
2	1	Белгородская область	2001-01-01T00:00:00	23.4000
3	1	Белгородская область	2001-02-01T00:00:00	28.1000
4	1	Белгородская область	2001-03-01T00:00:00	26.4000
5	1	Белгородская область	2001-04-01T00:00:00	27.3000
6	1	Белгородская область	2001-05-01T00:00:00	25.2000

Рисунок 9 - Примерное представление данных от заказчика⁹

Для начала нам необходимо определить три дефолтные шкалы для отрисовки графика - X, Y и цветная шкала для отрисовки самого графика по данным:

⁹ Составлено автором

```
1 function draw(data) {
2   const margin = { top: 20, right: 20, bottom: 50, left: 50 };
3   const width = 920 - margin.left - margin.right;
4   const height = 390 - margin.top - margin.bottom;
5
6   const x = d3.scaleTime()
7     .range([0, width]);
8
9   const y = d3.scaleLinear()
10    .range([height, 0]);
11
12  const colorScale = d3.scaleOrdinal(d3.schemeCategory20);
13
14  const svg = d3.select('.chart')
15    .append('svg')
16    .attr('width', width + margin.left + margin.right)
17    .attr('height', height + margin.top + margin.bottom)
18    .append('g')
19    .attr('transform', `translate(${ margin.left }, ${ margin.top })`);
```

Рисунок - 10 Код для отрисовки шкал графика¹⁰

Далее необходимо отрисовать сами линии графика:

¹⁰ Составлено автором

```

1  const nestByRegionId = d3.nest()
2    .key(d => d.regionId)
3    .sortKeys((v1, v2) => (parseInt(v1, 10) > parseInt(v2, 10) ? 1 : -1))
4    .entries(data);
5
6  const regions = {};
7
8  d3.map(data, d => d.regionId)
9    .keys()
10   .forEach((d, i) => {
11     regions[d] = nestByRegionId[i].values;
12   });
13
14  const regionIds = Object.keys(regions);
15
16  const lineGenerator = d3.line()
17    .x(d => x(d.date))
18    .y(d => y(d.percent))
19    .curve(d3.curveCardinal);
20
21  svg
22    .selectAll('.line')
23    .data(regionIds)
24    .enter()
25    .append('path')
26    .attr('class', 'line')
27    .attr('id', regionId => `region-${ regionId }`)
28    .attr('d', regionId => lineGenerator(regions[regionId]))
29    .style('stroke', regionId => colorScale(regionId));

```

Рисунок 11 - Отрисовка линий графика¹¹

Получается график следующего вида:

¹¹ Составлено автором

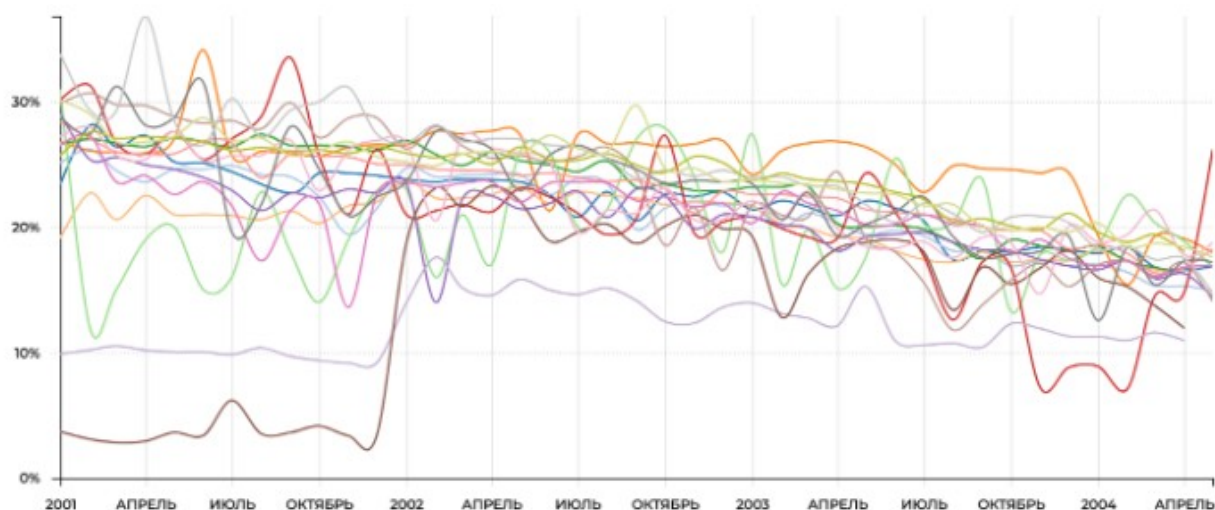


Рисунок 12 - Отрисованные три дефолтные шкалы¹²

Далее необходимо отразить легенду, при разработке было выявлено, что при нажатии на одну из областей в перечне легенды она должна пропадать или появляться на самом графике, также было решено, что необходимо показывать или скрывать все отображаемые линии на графике. После добавленной ранее легенды необходимо добавить разбиение Вороного, получилось следующего вида система:

¹² Составлено автором

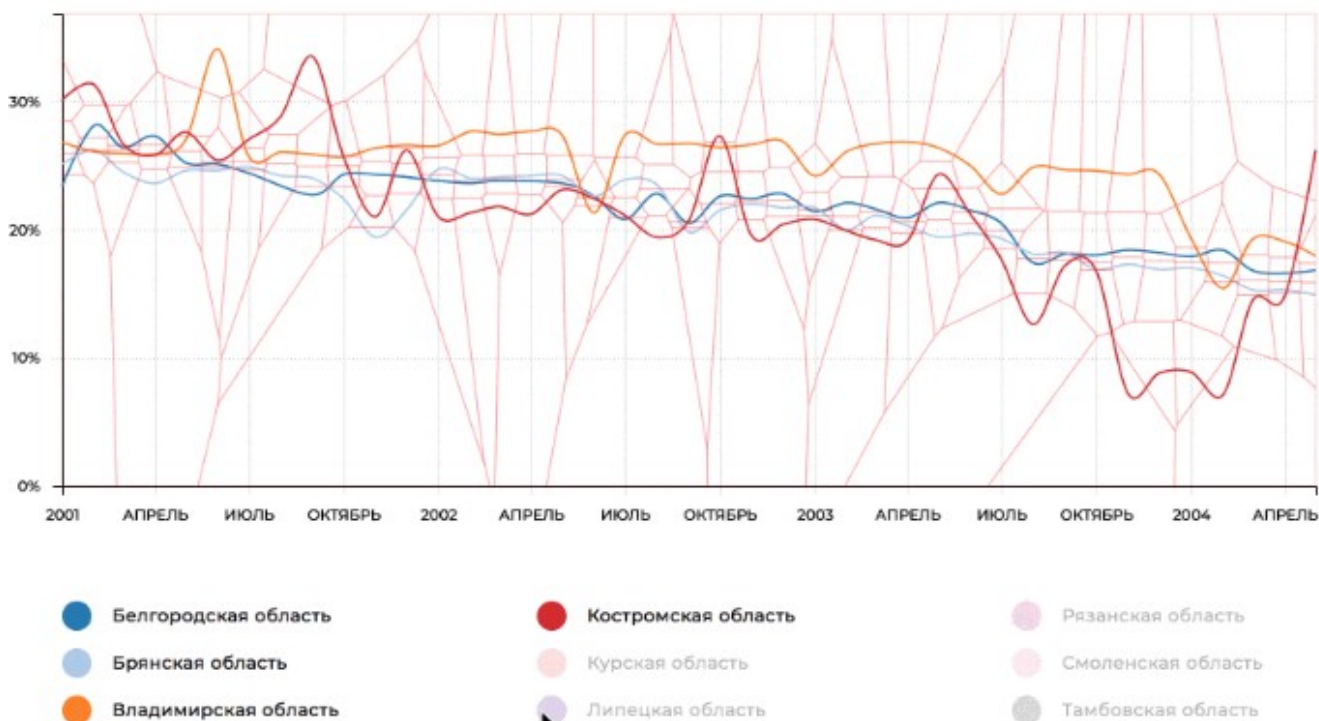


Рисунок 13 - Отрисованная диаграмма с легендой и разбиением Вороного¹³

Далее была реализована функция наведения курсора на линию графика и отображение информации в виде процентов в самой легенде:



Рисунок 14 - Легенда графика с отображаемыми процентами потребления электроэнергии

При дальнейшем общении с заказчиком и демонстрации было выявлено, что необходимо добавить превью масштабируемого участка диаграммы:

¹³ Составлено автором

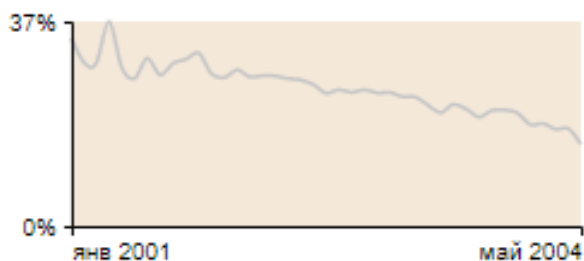


Рисунок 15 - Превью масштабируемого участка¹⁴

После многочисленных переговоров с заказчиков и демонстраций была получена система следующего вида:

Динамика электрических параметров

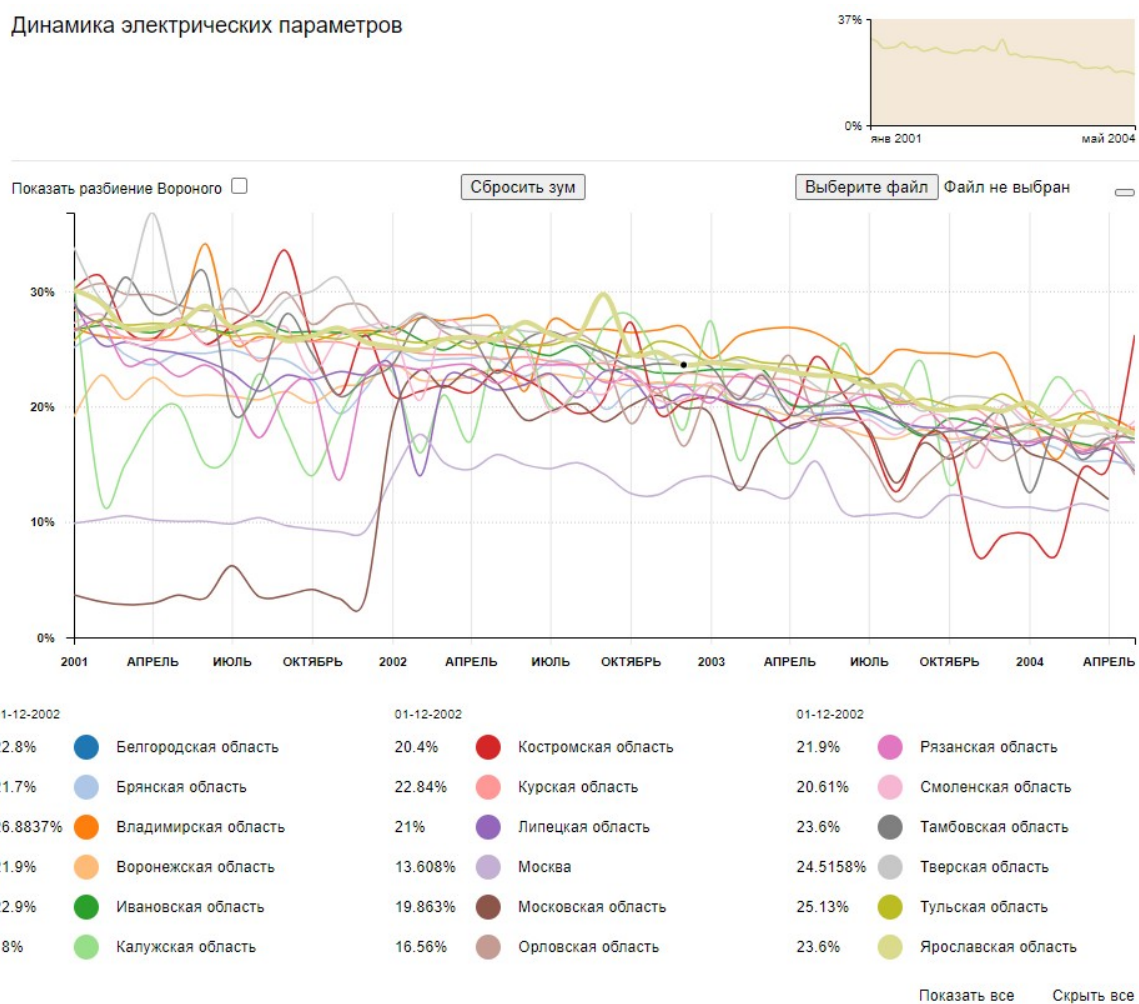


Рисунок 16 - Итоговая система¹⁵

¹⁴ Составлено автором

¹⁵ Составлено автором

2.3.2 ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ

База данных представляет собой совокупность структурированных взаимосвязанных таблиц.

Для данного проекта мне потребовалось создать четыре таблицы:

- Таблица с идентификатором региона;
- Таблица с именем региона;
- Таблица со временем;
- Таблица с процентом энергопотребления.

Таблица 1 - Таблица с идентификатором региона

№	Имя свойства	Тип свойства	Комментарий
1	regionID	objectID	ID региона

Таблица 2 - Таблица с именем региона

№	Имя свойства	Тип свойства	Комментарий
1	regionName	string	Имя региона

Таблица 3 - Таблица со временем

№	Имя свойства	Тип свойства	Комментарий
1	date	number	Время

Таблица 4 - Таблица с процентом энергопотребления¹⁶

№	Имя свойства	Тип свойства	Комментарий
1	percent	number	Процент энергопотребления

¹⁶ Таблицы

2.4 РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

При открывании сайта с системой открывается следующего вида окно:

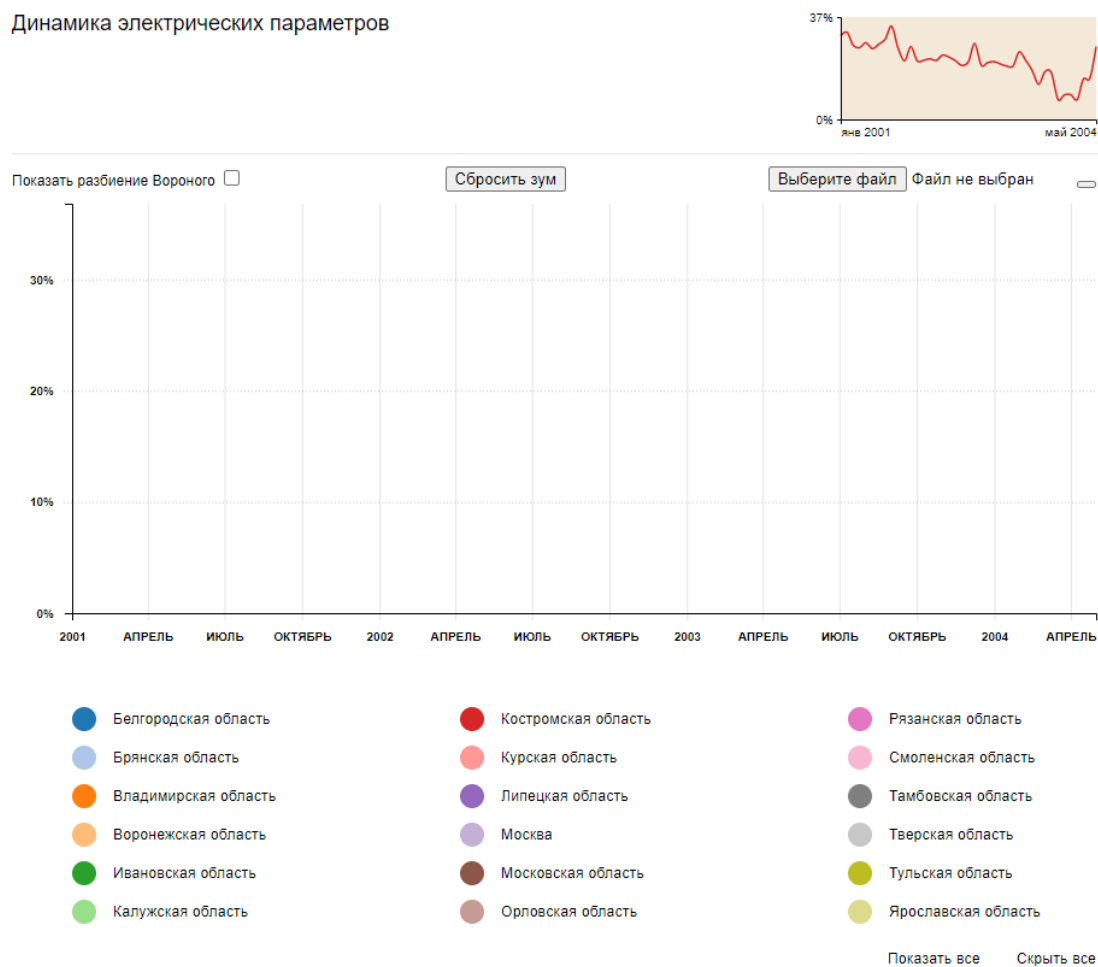


Рисунок 17 - Главное окно системы¹⁷

Для того, чтобы на графике появилась информация необходимо нажать кнопку **Выберите файл** и в открывшемся системном окне файл формата csv и нажать кнопку «Открыть»:

¹⁷ Составлено автором

Динамика электрических параметров

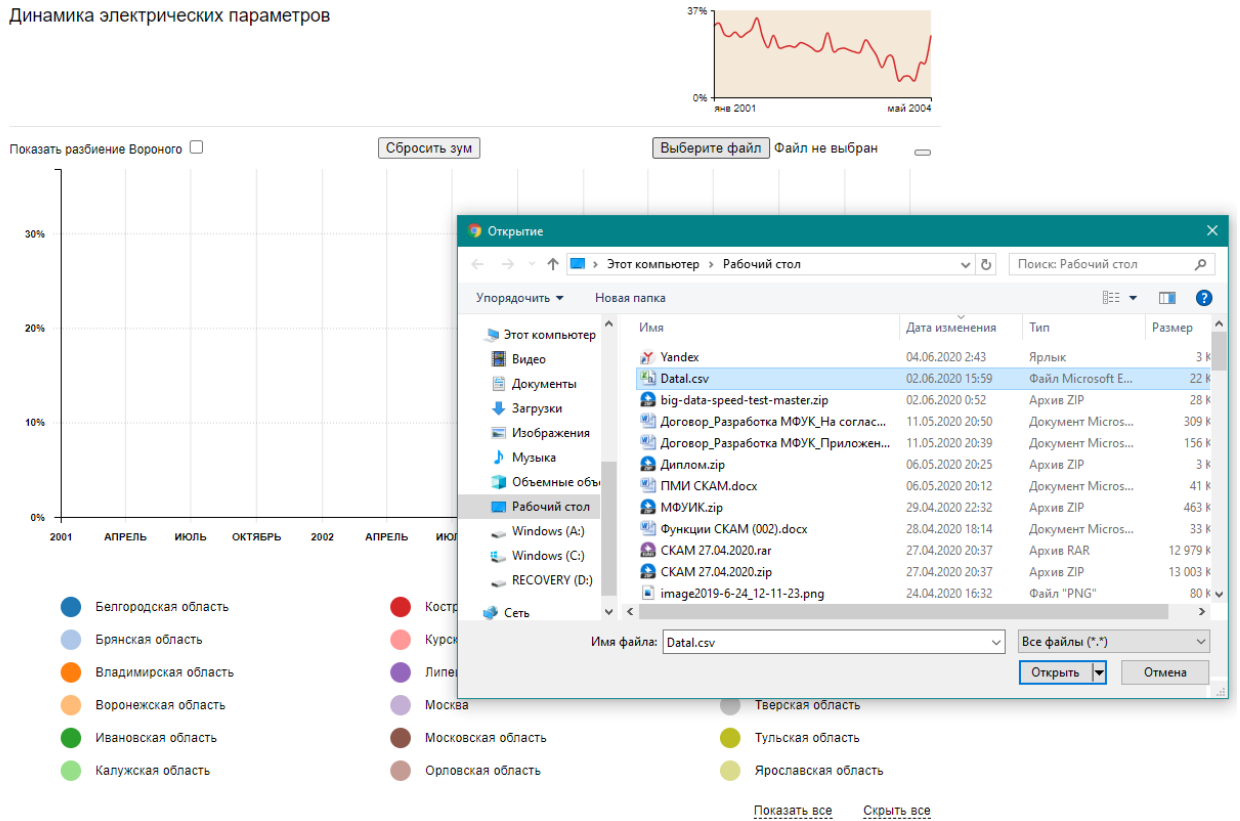


Рисунок 18 - Система с системным окном выбора файла¹⁸
После загруженного файла на графиках отобразится информация по загруженным данным:

¹⁸ Составлено автором

Динамика электрических параметров

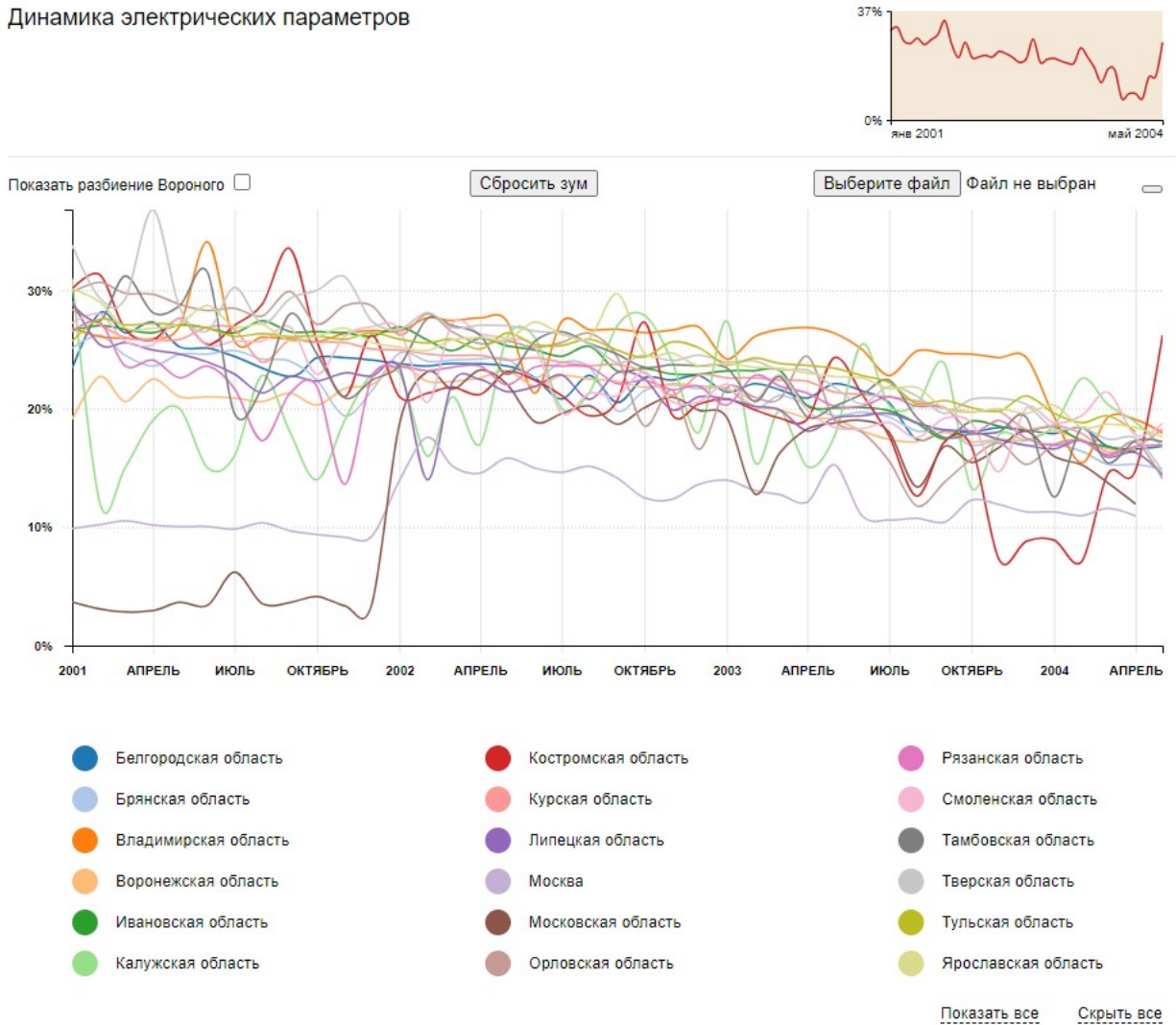


Рисунок 19 - Система после загрузки данных¹⁹

Для того, чтобы линии на графике не сбивали с толку, так как их может быть очень много в загружаемом файле, существует возможность скрыть все линии и вывод линий отдельно, для этого необходимо:

1. Нажать кнопку [Скрыть все](#)
2. Нажать в области легенды на ту, информацию по которой необходимо вывести.

¹⁹ Составлено автором

Динамика электрических параметров

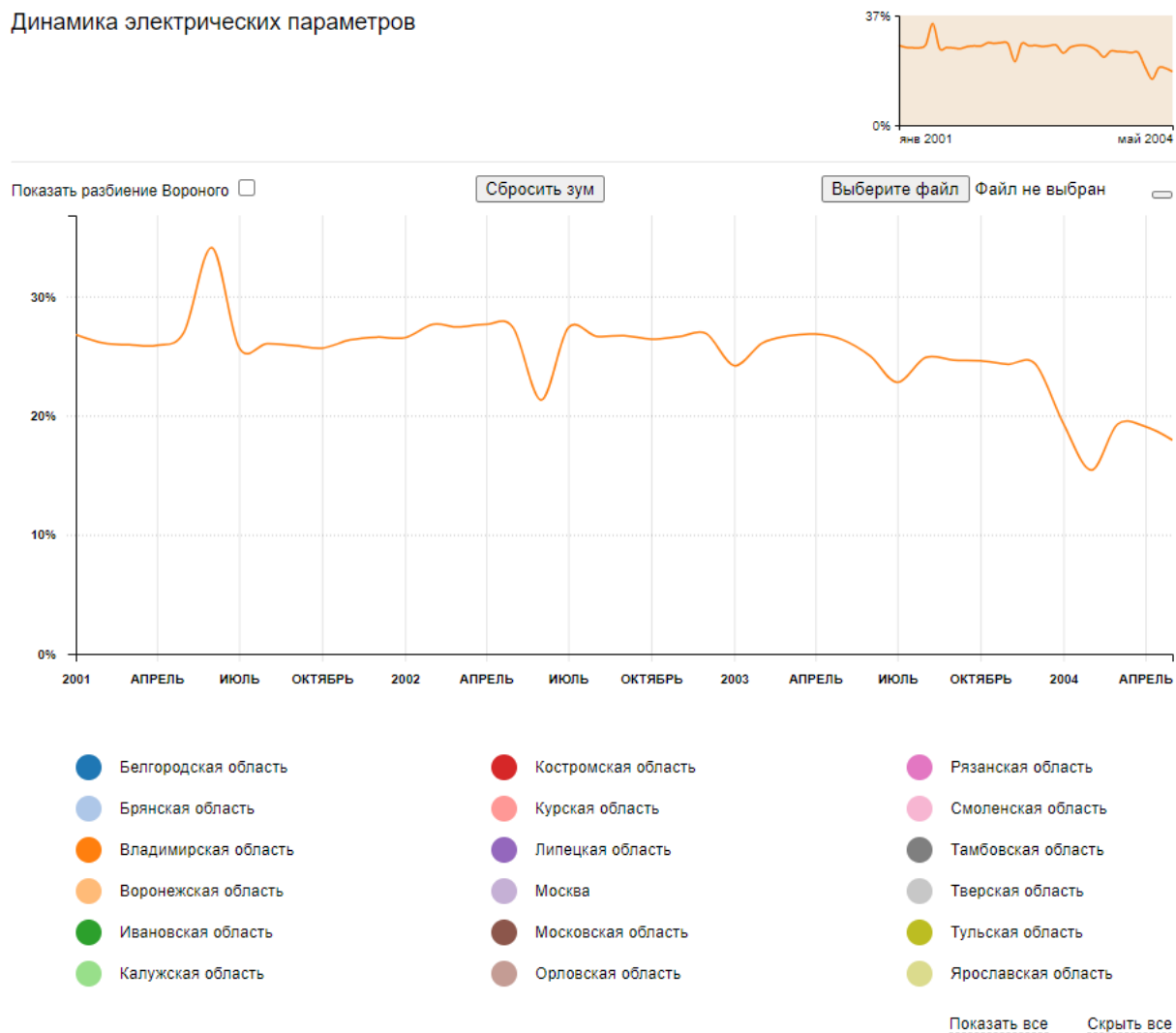


Рисунок 20 - На графике выведена линия по Владимирской области²⁰

Для отображения разбиения Вороного необходимо становить галочку в одноименном окошке:

²⁰ Составлено автором

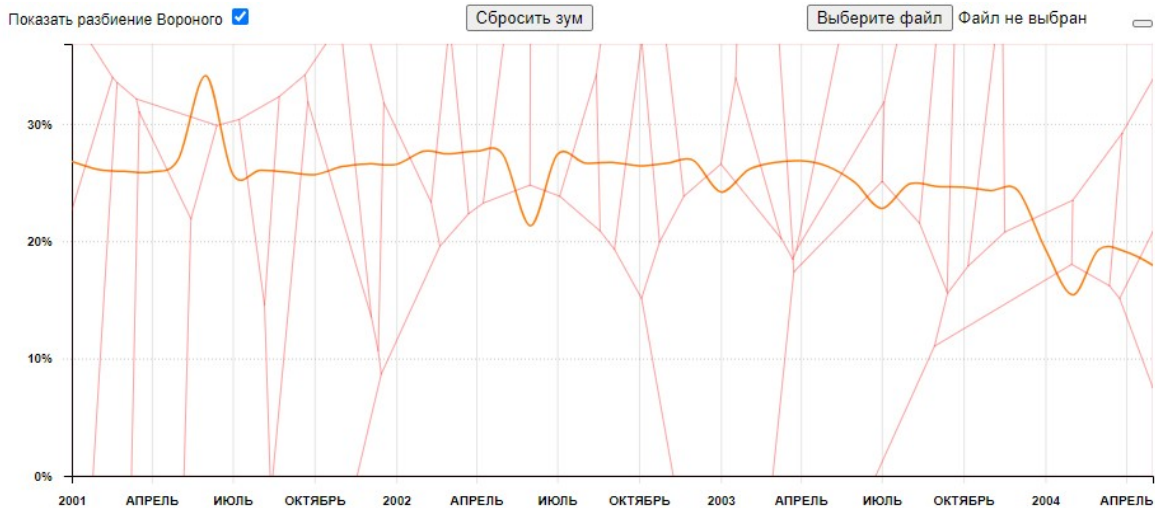


Рисунок 21 - Включение разбиения Вороного
 Также, для того, чтобы увеличить область графика необходимо прокрутить колесико мышки в нужном месте, в превью графика отобразится увеличенная область графика:

Динамика электрических параметров

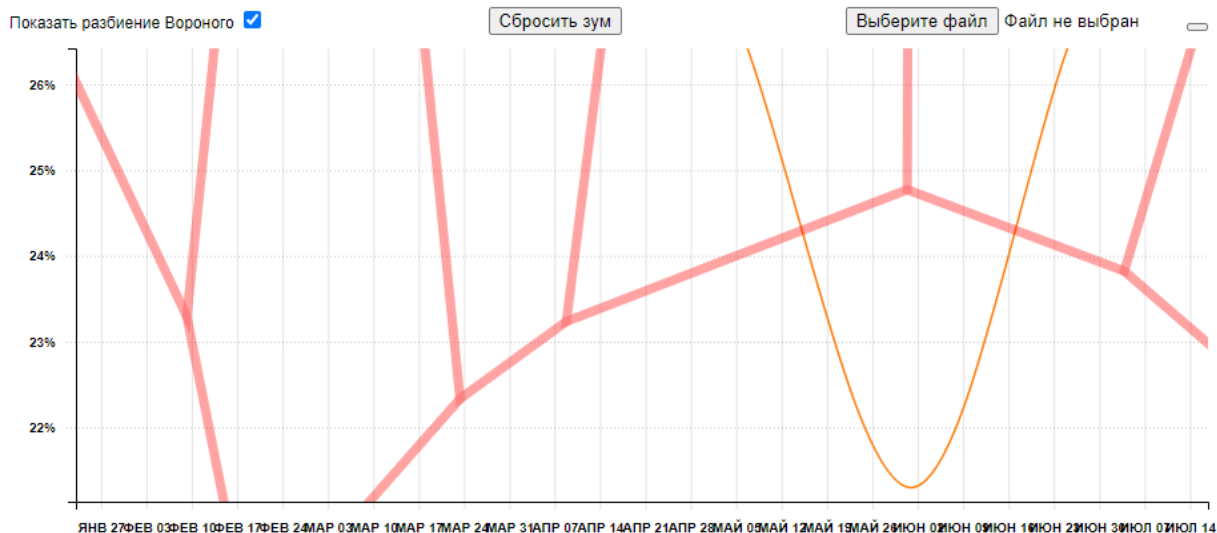
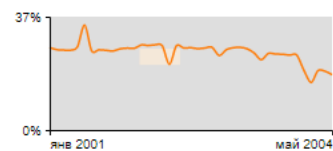
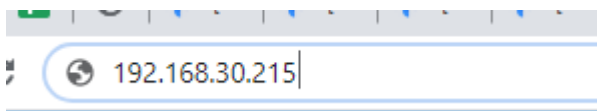


Рисунок 22 - Увеличение графика колесиком мышки

2.5 ПОРЯДОК РАБОТЫ

Порядок работы с системой со стороны пользователя следующий:

- 1 Пользователь открывает браузер и в строке для ввода url вводит адрес, например:



- 2 Далее, открывается страница с самой системой на главной странице.
- 3 Пользователь загружает необходимый файл.
- 4 Данные из загруженного файла отображаются в интерфейсе.

2.6 ТЕСТИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Качество информационной системы — это совокупность свойств системы, обуславливающих возможность ее использования для удовлетворения определенных в соответствии с ее назначением потребностей. Количественные характеристики этих свойств определяются показателями, которые необходимо контролировать и учитывать. Основными показателями качества информационных систем являются надежность, достоверность, безопасность, эффективность.

Созданная ранее система позволит специалистам различных уровней с доступом в интернет и браузером визуализ

ировать быстро информацию, практически не затрачивая времени на это.

Созданная система была протестирована вручную по основным функциям со сверкой загружаемых параметров.

Ручное тестирование заключается в выполнении задокументированной процедуры, где описана методика выполнения тестов. Методика задает порядок тестов и для каждого теста – список значений параметров, который подается на вход со список результатов на выходе. Так как процедура предназначена для выполнения человеком, в ее описании для краткости могут использоваться некоторые значения по умолчанию, ориентированные на здравый смысл, или ссылки на информацию, хранящуюся в другом документе.

Пример фрагмента процедуры

1. Нажать кнопку «Выбрать файл»;
2. Выбрать файл с данными;
3. Нажать кнопку «Сохранить»;
4. Проверить, отобразились ли данные на графике;
5. Убедиться в понятности и корректности выдаваемой информации.

В этой процедуре используется собственное понимание того, какую сопроводительную информацию считать “понятной и корректной”. Успех от использования процедурного подхода достигается в случае однозначного понимания всех пунктов процедуры. Например, в п.2 приведенной процедуры не уточняется, файл какого формата должен быть загружен.

Попытка автоматизировать приведенный выше тест приводит к созданию скрипта, задающего тестируемому продукту

три конкретных числа и перенаправляющего вывод продукта в файл с целью его анализа, а также содержащего конкретное значение желаемого результата, с которым сверяется получаемое при прогоне теста значение. Таким образом, вся необходимая информация должна быть явно помещена в текст (скрипт) теста, что требует дополнительных по сравнению с ручным подходом усилий. Также дополнительных усилий и времени требует создание разборщика вывода (программы согласования форматов представления эталонных значений из теста и вычисляемых при прогоне результатов) и, возможно, создание базы хранения состояний эталонных данных.

Сравнение показывает тенденцию современного тестирования, ориентирующую на максимальную автоматизацию процесса тестирования и генерацию тестового кода, что позволяет справляться с большими объемами данных и тестов, необходимых для обеспечения качества при производстве программных продуктов.

Таблица 5 - Сравнение ручного и автоматизированного тестирования

Название критерия	Ручное тестирование	Автоматизированное тестирование
Задание входных значений	Гибкость в задании данных. Позволяет использовать разные значения на разных циклах прогона тестов, расширяя	Входные значения строго заданы

Название критерия	Ручное тестирование	Автоматизированное тестирование
Проверка результата	Гибкая, позволяет тестировщику оценивать нечетко сформулированные критерии	Строгая. Нечетко сформулированные критерии могут быть проверены только путем сравнения с эталоном
Повторяемость	Низкая. Человеческий фактор и нечеткое определение данных приводят к неповторяемости тестирования	Высокая

Продолжение таблицы 5 - Сравнение ручного и автоматизированного тестирования

Название критерия	Ручное тестирование	Автоматизированное тестирование
Надежность	Низкая. Длинные тестовые циклы приводят к снижению внимания тестировщика	Высокая, не зависит от длины тестового цикла

Чувствительность к незначительным изменениям в продукте	Зависит от детальности описания процедуры. Обычно тестировщик в состоянии выполнить тест, если внешний вид продукта и текст сообщений несколько изменились	Высокая. Незначительные изменения в интерфейсе часто ведут к коррекции эталонов
Скорость выполнения тестового набора	Низкая	Высокая
Возможность генерации тестов	Отсутствует. Низкая скорость выполнения обычно не позволяет исполнить сгенерированный набор тестов	Поддерживается

Несмотря на большое количество плюсов автоматизированного тестирования, было решено провести ручное тестирование.

2.7 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

После реализации комплекса задач «Проектирование и информационно-аналитической системы измеряемых параметров

электрического режима» произведён расчет ее экономической эффективности.

Для оценки эффективности внедряемого комплекса задач необходимо рассчитать соотношение затрат и результатов функционирования системы. Экономическая эффективность используется для анализа результата, полученного после внедрения системы с произведенными затратами.

Экономический эффект от внедрения комплекса задач подразделяют на прямой и косвенный. Косвенный эффект характеризуется показателями, напрямую не связанными с расчетными: увеличением прибыли, привлечением большего числа покупателей, улучшением выполняемых операций. Прямой эффект характеризуется снижением трудовых и стоимостных показателей.

Основные показатели эффективности создания и функционирования информационной системы:

1) Годовая экономия текущих затрат:

$$\Delta C_m = \Delta C_n + \Delta C_k, \quad (1)$$

где ΔC_n – прямая экономия;

ΔC_k – косвенная экономия.

Прямая экономия, получаемая от автоматизации обработки информации:

$$\Delta C_n = \Delta C_b - \Delta C_{sp}, \quad (2)$$

где $\Delta C_{б}$ – базовый период (период до внедрения системы);
 $\Delta C_{ср}$ – сравниваемый период (при внедрении системы автоматизации).

$$\Delta C_{б} = C_1 + C_2 + C_3 + C_5,$$

(3)

$$\Delta C_{ср} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_{спр},$$

(4)

где C_1 – затраты на оплату труда персонала;
 C_2 – начисления на фонд оплаты труда (30% от ФОТ);
 C_3 – затраты на сырье, материалы;
 C_4 – амортизация оборудования, как правило, рассматривается линейная со сроком службы 3 года;
 C_5 – прочие затраты (аренда, кредиты, расходы на рекламу, страхование и т.д.);
 $C_{спр}$ – предпроизводственные затраты, которые требуются дополнительно (на обучение специалистов).

Косвенный эффект при расчёте годовой экономии в данном случае не учитывается.

Для определения экономической эффективности комплекса задач была рассчитана годовая экономия текущих затрат, полученная от функционирования системы.

Зарплата сотрудникам, приходящаяся на обработку информации определялась с учётом следующих данных: учетом поручений занимается 5 технологов предприятия, рабочий день

длиться 8 часов, 2 часа требуется для анализа энергопотребления, оклад равен 27 000 руб.

После внедрения системы – время, затраченное на анализ сократится в 2 раза.

При расчете затрат на сырьё и материалы учитывались расходы на картридж - 2000 руб. в год; бумага - 100 руб. в месяц; канцелярские принадлежности - 50 руб. в месяц.

Для внедрения системы в текущем периоде необходимо приобрести оборудование стоимостью 30 000 руб. в трёх экземплярах, со сроком амортизации 5 лет.

На обучение сотрудников работе с информационно-аналитической системой планируется потратить 5 000 руб.

Расчёт затрат на обработку данных в базовом и текущем годах представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Затраты на обработку данных в базовом и текущем периодах.

Показатель	Базовый период (ручная обработка)	Текущий период (автоматизированная обработка)
Зарплата сотрудникам, приходящаяся на обработку информации С1	$5 \cdot 0,25 \cdot 27000 \cdot 1,15 \cdot 12 = 465\,750$ руб.	$5 \cdot 0,125 \cdot 27000 \cdot 1,15 \cdot 12 = 232\,875$ руб.
Начисления на фонд оплаты труда (С2)	$465\,750 \cdot 30\% = 139\,725$ руб.	$232\,875 \cdot 30\% = 69\,862,5$ руб.

Затраты на сырье, материалы (С3)	$(100+50)*12 = 1800$ руб.	$(100+50)*12 + 2000 = 3800$ руб.
Амортизация ПК (С4)	Не учитывается в данном периоде	$30\,000 * 5 * 20\% = 30\,000$
Прочие расходы (С5)	Не влияют на затраты по обработке данных	Не влияют на затраты по обработке данных
Предпроизводственные затраты (Спр)	Не влияют на затраты по обработке данных в данном периоде	5 000 руб.
Итого	$\Delta C_b = 631\,275$ рублей	$\Delta C_{cp} = 358\,537,5$ руб. 341 537,5

Прямая экономия равна:

$$\Delta C_n = \Delta C_b - \Delta C_{cp} = 631\,275 - 341\,537,5 = 289\,737,5 \text{ руб.}$$

2) В дополнительные капитальные вложения (КД) входят: строительство, аренда помещения, ремонт, покупка сетевого оборудования, средств связи, затраты на разработку комплекса задач. Стоимость капитальных вложений приводится к одному го

ду функционирования системы, срок функционирования системы оговаривается.

В нашем случае капитальные вложения в текущем году будут равны затратам на разработку комплекса задач:

$$\text{КД} = 41\,900 \text{ руб.}$$

3)Сроки окупаемости капитальных вложений:

$$T = \text{КД} / \Delta C_n,$$

(5)

где ΔC_n - годовая экономия текущих затрат;

КД - капитальные вложения, приведенные к одному году.

$$T = 41\,900 / 289\,737,5 = 0,14 \text{ лет}$$

4)Расчетный коэффициент эффективности E_p :

$$E_p = 1/T,$$

(6)

$E_n = 0,33$ - нормативный коэффициент эффективности.

$$E_p = 1/0,14 = 7,14$$

Так как расчетный коэффициент больше E_n , то проект следует принять к внедрению, создание ИС эффективно.

5)Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\Delta = \Delta C_n - \text{КД} * E_n,$$

(7)

где E_n - нормативный коэффициент эффективности до дополнительных капитальных вложений ($E_n = 0,14$):

$$\text{Э} = 289\,737,5 - 41\,900 * 0,14 = 283\,871,5 \text{ руб.}$$

б) Годовая экономия трудовых затрат:

$$\Delta T = \Delta T_b - \Delta T_{cp},$$

(8)

где ΔT_b - период базовый до внедрения системы;

ΔT_{cp} - период сравниваемый, т.е. период работы системы в режиме автоматизации.

$$\Delta T = 139\,725 - 69\,862,5 = 75\,037,5 \text{ руб.}$$

Экономические показатели, полученные в результате разработки, представлены в таблице 7

Таблица 7 - Экономические показатели проекта

Наименование показателей эффективности	Результат
Дополнительные капитальные вложения	41 900 руб.
Зарплата сотрудникам, приходящаяся на обработку информации в базовом периоде	139 725 руб.
Зарплата сотрудникам, приходящаяся на обработку информации в сравниваемом периоде	69 862,5 руб.

Продолжение таблицы 7 - Экономические показатели проекта

Наименование показателей эффективности	Результат
Годовой экономический эффект	283 871,5 руб.
Расчетный коэффициент экономической эффективности проекта	7,14
Срок окупаемости проекта	51 день

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заботой об окружающей среде сегодня занимаются и многие крупные ИТ-компании. Например, Google старается эффективно расходовать энергию, оптимизируя работу своих дата-центров. Компании удалось снизить потребление энергии на охлаждение серверов до 12%, а это значит, что большая часть энергии, которую потребляет дата-центр, расходуется самими машинами, а не «обслуживающим» оборудованием.

А PUE (power usage effectiveness), параметр энергоэффективности функционирования ЦОД, за последние 12 месяцев достиг значения в 1,12, что делает дата-центры Google одними из самых энергоэффективных в мире. Учитывая, что энергопотребление ЦОД может быть сравнимо с потреблением небольшого города или целого округа, энергоэффективность и экономия – один из насущных вопросов ИТ-компаний (поэтому объединение в коалиции и совместный поиск новых источников энергии – совершенно неслучайные инициативы в ИТ-среде).

На такие показатели не мог не повлиять DeepMind, искусственный интеллект, управляющий дата-центрами Google. Искусственная нейросеть регулирует почти 120 параметров: энергопотребление серверов и различного оборудования, работу системы охлаждения, и даже может открывать и закрывать окна. Демис Хассабис, сооснователь DeepMind, заявил, что использование искусственного интеллекта позволило сократить энергопотребление дата-центров на несколько процентов и на 15 процентов увеличило энергоэффективность дата-центров.

Такая технология может использоваться для улучшения эффективности преобразования электроэнергии на электростанциях, снижения потребления воды и электричества в промышленности и повышения производительности. Google дает несколько советов по повышению энергоэффективности дата-центров, например, использовать естественное охлаждение серверов, ведь большая часть энергии часто уходит именно на эти нужды. Сама компания, например, использует холодные воды финского залива для охлаждения дата-центра в Финляндии.

Снизить потребление энергии – уже не в масштабах отдельно взятого ЦОД, а в рамках потребления в целом – поможет переход на облачные технологии. Национальная лаборатория имени Лоуренса в Беркли еще в 2013 году опубликовала результаты исследования, согласно которому, переход всех офисных работников в США на «облачные» сервера позволил бы снизить потребление энергии в сфере ИТ на 87%.

Энергоэффективное потребление играет большую роль в развитии информационных технологий: с прагматической точки зрения оно даст возможность сократить затраты на обслуживание дата-центров, уменьшит расходы компаний и создаст новый рынок для устройств, позволяющих экономить энергию. Однако ИТ в определенной степени несут и «моральную ответственность» за внедрение энергоэффективных технологий – ведь с ростом популярности электронных устройств и переходом в «цифровую эру» наши потребности в энергии будут только возрастать.

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы была достигнута основная ее цель – разработана информационно-аналитическая система.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- обоснован выбор проектных решений по техническому и программному обеспечению задачи в соответствии с требованиями заказчика;
- произведена комплексная разработка системы;
- написано полное руководство для пользователей системы;
- для обоснования разработки системы заказчика был произведен расчет экономической эффективности;

В настоящее время система находится на этапе тестирования и в случае успешного его прохождения будет сдана заказчику.

Таким образом, можно считать, что цель данной работы выполнена, а все поставленные задачи решены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова, М.А. Информационные технологии в государственном и муниципальном управлении: Учебное пособие / М.А. Абросимова. - М.: КноРус, 2013. - 248 с.
2. Акперов, И.Г. Информационные технологии в менеджменте: Учебник / И.Г. Акперов, А.В. Сметанин, И.А. Коноплева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 400 с.
3. Алешин, Л.И. Информационные технологии: Учебное пособие / Л.И. Алешин. - М.: Маркет ДС, 2011. - 384 с.
4. Алиев, В.С. Информационные технологии и системы финансового менеджмента: Учебное пособие / В.С. оглы Алиев. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2011. - 320 с.
5. Балдин, К.В. Информационные технологии в менеджменте: Учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / К.В. Балдин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 288 с.
6. Вдовин, В.М. Информационные технологии в налогодобложении: Практикум / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова. - М.: Дашков и К, 2012. - 248 с.
7. Вдовин, В.М. Информационные технологии в налогодобложении: Практикум / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова. - М.: Дашков и К, 2014. - 248 с.
8. Вдовин, В.М. Информационные технологии в налогодобложении: Учебное пособие / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, А.В. Смирнова. - М.: Дашков и К, 2012. - 208 с.
9. Вдовин, В.М. Информационные технологии в финансово-банковской сфере: Практикум / В.М. Вдовин. - М.: Дашков и К, 2012. - 248 с.

10. Венделева, М.А. Информационные технологии в управлении: Учебное пособие для бакалавров / М.А. Венделева, Ю.В. Вертакова. - М.: Юрайт, 2013. - 462 с.

11. Ветитнев, А.М. Информационные технологии в социально-культурном сервисе и туризме. Оргтехника: Учебное пособие / А.М. Ветитнев. - М.: Форум, 2010. - 400 с.

12. Гаврилов, Л.П. Информационные технологии в коммерции: Учебное пособие / Л.П. Гаврилов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 238 с.

13. Гаврилов, М.В. Информатика и информационные технологии: Учебник для бакалавров / М.В. Гаврилов, В.А. Климов; Рецензент Л.В. Кальянов, Н.М. Рыскин. - М.: Юрайт, 2013. - 378 с.

14. Гвоздева, В.А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: Учебник / В.А. Гвоздева. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 544 с.

15. Голицына, О.Л. Информационные технологии: Учебник / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2013. - 608 с.

16. Голубенко, Н.Б. Информационные технологии в библиотечном деле / Н.Б. Голубенко. - Рн/Д: Феникс, 2012. - 282 с.

17. Гохберг, Г.С. Информационные технологии: Учебник для студ. учрежд. сред. проф. образования / Г.С. Гохберг, А.В. Зафиевский, А.А. Короткин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 208 с.

18. Граничин, О.Н. Информационные технологии в управлении: Учебное пособие / О.Н. Граничин, В.И. Кияев. - М.: БИНОМ. ЛЗ, ИНТУИТ, 2008. - 336 с.

19. Гришин, В.Н. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебник / В.Н. Гришин, Е.Е. Панфилова. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 416 с.

20. Есаулова, С.П. Информационные технологии в туристической индустрии: Учебное пособие / С.П. Есаулова. - М.: Дашков и К, 2012. - 152 с.

21. Ибрагимов, И.М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.М. Ибрагимов; Под ред. А.Н. Ковшов. - М.: ИЦ Академия, 2008. - 336 с.

22. Ивасенко, А.Г. Информационные технологии в экономике и управлении: Учебное пособие / А.Г. Ивасенко, А.Ю. Гридасов, В.А. Павленко. - М.: КноРус, 2013. - 158 с.

23. Исаев, Г.Н. Информационные технологии: Учебное пособие / Г.Н. Исаев. - М.: Омега-Л, 2013. - 464 с.

24. Казанцев, С.Я. Информационные технологии в юриспруденции: Учебное пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / С.Я. Казанцев, О.Э. Згадзай, И.С. Дубровин. - М.: ИЦ Академия, 2011. - 368 с.

25. Карташкин, А.С. Компьютерные информационные технологии в бортовой РЛС / А.С. Карташкин. - М.: Радио и связь, 2011. - 216 с.

26. Киселев, Г.М. Информационные технологии в педагогическом образовании: Учебник / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова. - М.: Дашков и К, 2013. - 308 с.

27. Киселев, Г.М. Информационные технологии в экономике и управлении (эффективная работа в MS Office 2007):

Учебное пособие / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова, В.И. Сафонов. - М.: Дашков и К, 2013. - 272 с.

28. Коротаев, М.В. Информационные технологии в геологии: Учебное пособие / М.В. Коротаев, Н.В. Правикова, А.В. Аплеталин. - М.: КДУ, 2012. - 298 с.

29. Крылов В.В., Крылов С.В. «Большие данные и их приложения в электроэнергетике»

30. Левин, В.И. Информационные технологии в машиностроении: Учебник для студ. сред. проф. образования / В.И. Левин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 272 с.

31. Литвинов, В.А. Информационные технологии в юридической деятельности: Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / В.А. Литвинов. - СПб.: Питер, 2013. - 320 с.

32. Лихтенштейн, В.Е. Информационные технологии в бизнесе. Практикум: применение системы Decision в микро- и макроэкономике: Учебное пособие / В.Е. Лихтенштейн. - М.: ФиС, 2008. - 512 с.

33. Лихтенштейн, В.Е. Информационные технологии в бизнесе. Практикум: применение системы Decision в решении прикладных экономических задач: Учебное пособие / В.Е. Лихтенштейн, Г.В. Росс. - М.: ФиС, 2009. - 560 с.

34. Логинов, В.Н. Информационные технологии управления: Учебное пособие / В.Н. Логинов. - М.: КноРус, 2013. - 240 с.

35. Максимов, Н.В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2010. - 496 с.

36. Максимов, Н.В. Современные информационные технологии: Учебное пособие / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2013. - 512 с.
36. Мельников, В.П. Информационные технологии: Учебник для студентов высших учебных заведений / В.П. Мельников. - М.: ИЦ Академия, 2009. - 432 с.
37. Молочков, В.П. Информационные технологии в профессиональной деятельности. Microsoft Office PowerPoint 2007: Учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.П. Молочков. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 176 с.
37. Панин, И.Н. Информационные технологии в государственном управлении / И.Н. Панин. - М.: Гелиос АРВ, 2011. - 400 с.
38. Петраков, А.В. Защитные информационные технологии аудиовидеоэлектросвязи / А.В. Петраков. - М.: Радио и связь, 2010. - 616 с.
39. Петраков, А.В. Защитные информационные технологии аудиовидеоэлектросвязи: Учебное пособие / А.В. Петраков, С.В. Дворянкин, О.В. Казарин. - М.: Энергоатомиздат, 2010. - 616 с.
40. Петров, П.К. Информационные технологии в физической культуре и спорте: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / П.К. Петров. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 288 с.
41. Прохорский, Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве: Учебное пособие / Г.В. Прохорский. - М.: КноРус, 2012. - 264 с.

42. Румянцева, Е.Л. Информационные технологии: Учебное пособие / Е.Л. Румянцева, В.В. Слюсарь; Под ред. Л.Г. Гагарина. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 256 с.
43. Светлов, Н.М. Информационные технологии у правления проектами: Учебное пособие / Н.М. Светлов, Г.Н. Светлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 232 с.
44. Свиридова, М.Ю. Информационные технологии в офисе. Практические упражнения: Учебное пособие для нач. проф. образования / М.Ю. Свиридова. - М.: ИЦ Академия, 2010. - 320 с.
45. Синаторов, С.В. Информационные технологии в туризме: Учебное пособие / С.В. Синаторов, О.В. Пикулик, Н.В. Боченина. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 336 с.
46. Синаторов, С.В. Информационные технологии в туризме: Учебное пособие / С.В. Синаторов, О.В. Пикулик, Н.В. Боченина. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
47. Синаторов, С.В. Информационные технологии.: Учебное пособие / С.В. Синаторов. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
48. Синаторов, С.В. Информационные технологии: 3 задачник / С.В. Синаторов. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 256 с.
49. Советов, Б.Я. Информационные технологии: Учебник для бакалавров / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. - М.: Юрайт, 2013. - 263 с.
50. Федотова, Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.

51. Федотова, Е.Л. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебное пособие / Е.Л. Федотова. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 368 с.
52. Федотова, Е.Л. Информационные технологии и системы: Учебное пособие / Е.Л. Федотова. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с.
53. Хлебников, А.А. Информационные технологии: Учебник / А.А. Хлебников. - М.: КноРус, 2014. - 472 с.
54. Черников, Б.В. Информационные технологии в вопросах и ответах: Учебное пособие / Б.В. Черников. - М.: ФиС, 2005. - 320 с.
55. Черников, Б.В. Информационные технологии управления: Учебник / Б.В. Черников. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 368 с.
56. Щипицина, Л.Ю. Информационные технологии в лингвистике: Учебное пособие / Л.Ю. Щипицина. - М.: Флинта, Наука, 2013. - 128 с.
57. Эльмаа, Ю.В. Информационные технологии на уроках литературы: Пособие для учителей общеобр. учреждений / Ю.В. Эльмаа, С.В. Федоров. - М.: Просв., 2012. - 176 с.
58. Head First JavaScript Programming by Elisabeth Robson, Eric Freeman.
59. The Art & Science of CSS by Cameron Adams.