

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

Кафедра Прикладная математика и информатика
(наименование)

09.04.03 «Прикладная информатика»
(код и наименование направления подготовки)

Управление корпоративными информационными процессами
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Моделирование автоматизированной системы
управления виртуальной инфраструктурой компании (на
примере ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии»)»

Обучающийся Д. В. Игнатов _____
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Научный
руководитель Доктор социологических наук, доцент, Е. В. Желнина
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| Глава 1. Анализ исследований и разработок в области управления виртуальной инфраструктурой предприятия..... | |
| 1.1. Виртуальная инфраструктура как инструмент управления вычислительными ресурсами компании..... | 11 |
| 1.2. Сравнительный анализ систем виртуализации..... | 18 |
| 1.3. Подходы к автоматизации систем управления виртуальной инфраструктурой..... | 26 |
| Глава 2. Разработка модели автоматизированного процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры..... | |
| 2.1. Специфика нефтяной компании в контексте управления виртуальной инфраструктурой..... | 31 |
| 2.2. Обзор теоретических подходов к управлению и моделированию бизнес-процессов..... | 34 |
| 2.3. Анализ бизнес-процесса изменения ресурсов информационных систем организации..... | 42 |
| 2.4. Логическое моделирование процесса автоматизации изменения ресурсов информационных систем организации..... | 46 |
| Глава 3. Проектирование технологии автоматизации процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры..... | |
| 3.1. Автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга..... | 52 |
| 3.2. Автоматизация процесса назначения ресурсов с использованием программного кода..... | 59 |
| 3.3. Автоматизация процесса записи об изменении ресурсов в базу данных..... | 62 |
| 3.4. Апробация и оценка эффективности автоматизированной системы управления виртуальной инфраструктурой..... | 67 |
| Заключение..... | 70 |
| Список используемых источников..... | 72 |

Список используемых сокращений

| | |
|--------|---|
| ЦОД | Центр обработки данных |
| ОС | Операционная система |
| ИС | Информационная система |
| ОСХДиВ | Отдел систем хранения данных и виртуализации |
| СРК | Система резервного копирования |
| ОУА | Отдел управления активами |
| ООС | Отдел операционных систем |
| ОТКиС | Отдел телекоммуникации и связи |
| ОУБД | Отдел управления базами данных |
| ОУД | Отдел управления доступом |
| ОУИБ | Отдел управления информационной безопасностью |
| ТО | Техническое описание |

Введение

Актуальность проблемы обоснована ее прикладным характером и может быть описана следующим образом. Одной из основных задач Отдела систем хранения данных и виртуализации (ОСХДиВ) ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии» является обработка запросов на изменение вычислительных ресурсов компании.

Вычислительные ресурсы включают в себя физические и виртуальные серверы, системы хранения данных, различные сетевые устройства и другие составляющие, необходимые для эффективного хранения, обработки и передачи информации.

Вычислительные ресурсы в ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии» и других нефтяных компаниях могут быть использованы в различных целях:

- Обработка и анализ данных. Нефтяные компании вынуждены обрабатывать большие объемы данных, получаемых в результате таких производственных процессов как сейсморазведка, бурение, добыча, транспортировка, переработка, сбыт нефти и нефтепродуктов;
- Управление бизнес-процессами. Вычислительные ресурсы используются для реализации вспомогательных процессов, связанных с бухгалтерией, управлением кадрами, закупками и пр.;
- Мониторинг и управление оборудованием. Компания осуществляет постоянный мониторинг состояния оборудования и систем, что позволяет предотвращать аварии и проводить предиктивное обслуживание, а также анализировать риски и управлять безопасностью на всех этапах производства и переработки нефти и нефтепродуктов.

Для распределения вычислительных ресурсов между множеством процессов и систем организации создан отдел систем хранения данных и виртуализации.

Процесс предоставления ресурсов для информационных систем определяется корпоративными документами, в первую очередь «Регламентом процесса создания, изменения и удаления вычислительных ресурсов центров обработки данных в ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии»», и может быть описан следующим образом. Ответственный администратор за корпоративную информационную систему (заявитель) направляет запрос на создание или изменение ресурсов системы.

Примерами таких запросов могут быть:

- увеличение дискового пространства сервера, отвечающего за работу базы данных в системе;
- обновление операционной системы сервера;
- перенос сервера из одного ЦОД (Центр обработки данных) в другой и др.

Обращение заявителя сначала поступает в отдел управления активами (ОУА). В отделе управления активами создается запрос на изменение ресурсов, в котором после согласования добавления ресурсов создаются задачи на каждый отдел, участвующий в работе. Далее запрос на изменение после согласования поступает в Отдел систем хранения данных и виртуализации (ОСХДиВ), где либо добавляются ресурсы к существующим виртуальным машинам, либо создаются новые согласно запросу на изменение. Здесь же задается расписание и объемы резервного копирования (СРК). После запрос поступает в Отдел операционных систем (ООС), где резервируется IP-адрес машины, ее доменное имя и сетевое подключение.

В Отдел телекоммуникации и связи (ОТКиС) запрос попадает в случае настройки новых VLAN. Если VLAN уже настроены, то запрос направляется дальше. В Отделе управления базами данных (ОУБД) устанавливается база данных (БД) согласно уже установленной ОС и запросу в обращении. Отдел управления доступом (ОУД), создает учетные записи для работы с созданным сервером, дает права и разрешения на них. На завершающей стадии запрос отправляется в Отдел управления информационной

безопасностью (ОУИБ), который устанавливает антивирусное программное обеспечение и задает маршруты трафика на межсетевом экране для безопасного соединения с сервером.

После прохождения всех этапов сервер или список серверов передается заказчику уже для проектирования Информационной системы (ИС) согласно техническому описанию (ТО).

Описанный процесс предоставления ресурсов для информационных систем, достаточно эффективен при небольшом количестве запросов. Однако в случае увеличения количества заявок эффективность процесса снижается, так как добавление ресурсов к существующим виртуальным машинам или создание новых (в зависимости от типа запроса) предполагает внесение большого количества параметров сервера в систему управления виртуальными машинами (vSphere Client), которое специалист Отдела систем хранения данных и виртуализации выполняет вручную.

Подобный алгоритм работы влечет за собой вероятность появления ошибок, связанных с человеческим фактором особенно в условиях большого потока обращений. Это в свою очередь влияет на эффективность управления корпоративной инфраструктурой предприятия и создает риски операционной деятельности предприятия.

Кроме того, актуальность исследования связывается с интенсивной цифровизацией всех бизнес-процессов предприятия, что сегодня является глобальным трендом [3], [5], [66].

Решение данной проблемы связывается с необходимостью автоматизации описанного процесса, оно будет обладать высокой практической значимостью, так как позволит оперативно и точно распределять ресурсы для будущих информационных систем, что в конечном счете повысит эффективность управление виртуальной инфраструктурой компании.

Для раскрытия степени разработанности выбранной проблемы был проведен обзор источников, включающий анализ научных статей, тезисов

конференций, монографий и практических пособий, которые стали теоретической основой данного диссертационного исследования. Эти работы можно разделить на пять основных тем.

Первый блок работ связан с описанием архитектуры управления предприятием. Теоретические основы управления, организация как объект управления, разработка и принятие управленческих решений, сущность проектов, особенности их управления, управление проектами в различных типах организационных структур рассмотрены в работах Н.Н. Троицкой, С.В. Короткого [45], [77]. В частности, поднимаются такие вопросы, как инвестиции в информационные технологии, разработка ИТ-стратегии, управление ИТ-проектами [9]. Обзор систем, применяемых для управления предприятием, таких как системы управления ресурсами предприятий (MRP/ERP), системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), системы управления цепочками поставок (SCM), информационно-аналитические системы, автоматизированные системы управления персоналом и документооборотом представлен в работах В. В. Баронова, Г. Н. Калянова, Ю. Н. Попова, И. Н. Титовского, А.Б. Ансифорова, Р. Б. Васильева, Г.А. Левочкиной, А.Н. Бирюкова, С.В. Короткого [6], [7], [9], [13], [17]. Теория и практика использования информационных технологий в целом и специализированного программного обеспечения для управления информационными системами предприятия рассматривается в работах О.Н. Граничина, А.С. Гринберга, Н.Н. Горбачева, А.С. Бондаренко, В.Е. Пятецкого, Л.Н. Калошиной, М.А. Поддубного [27], [28], [33], [65]. Отдельно авторы рассматривают вопросы управления инвестиционными проектами [26], [44], инновационными процессами [46], использование компьютерных технологий в науке и производстве [80], а также вопросы управления рисками, связанными с безопасностью информационных систем [57].

Второй блок работ описывает использование математических моделей процессов разработки, принятия и реализации организационных решений [52]. А.В. Ганичева, используя аппарат теории вероятностей, статистики,

эконометрики, экспертных оценок, предлагает модели и алгоритмы оценки событий, ситуаций и организационных процессов [23]. Методы решения специальных задач с использованием информационных технологий рассматриваются в работах В.А. Завьялова, В.А. Величкина и др. [32], [54]. Основы концепций и методологий моделирования бизнес процессов компаний рассматриваются в работах К. Е. Самуйлова, А. В. Чукарина, С. Ю. Быкова, В. М. Казиева, Е.В. Плужник, Е.В. Никульчева, В.З. Лукьянчикова, Е.Е. Ковшова [38], [64], [68].

Третий блок работ посвящен проблемам автоматизации. Авторы рассматривают приемы для оптимизации IT-процессов [11], процесса обработки запросов пользователей [10], информационной системы организаций [49] и другие прикладные проблемы [56], [72], [79], [82]. Внутри этого блока работ особое внимание уделяется проблемам качества SLA и методам их решения, в том числе с помощью современных программных решений [59], [67].

Процессы автоматизации связаны с необходимостью применения автоматизированного извлечения данных из электронных документов разных форматов, чему посвящен четвертый блок работ. Технология извлечения табличной информации из электронных документов, особенности и прикладные сферы применения парсинга рассматриваются в работах А. С. Гаврилова, А.О. Шигарева и др. [22], [88]. Следует отметить, что в научной литературе эта тема разработана недостаточно.

В пятом блоке работ рассматриваются вопросы, касающиеся внедрения систем виртуализации в Российской Федерации. Отмечается, что данные технологии являются базовой компонентой в формировании современной IT-инфраструктуры организаций [2], [8], [25], [36], [74]. Виртуализация вычислительных ресурсов на объектах специального назначения рассматривается в работах Д.И. Казанцева [37], виртуализация вычислительных ресурсов в научных исследованиях и учебном процессе университета – в работах И.М. Крепкова, С.Н. Хорькова [47], виртуализация

инфраструктуры образовательной среды – в работах А.Д. Береснева., Н.Ф. Гусаровой, Р.В. Иванова, Д.И. Федотова [12], [35], [51].

Анализ научной литературы показал, что проблемы управления архитектурой предприятия и методикой принятия решений на основе информационных технологий имеют высокую степень разработанности, в то время как методы извлечения данных и виртуализации малоизучены и плохо описаны в научной литературе.

Отсюда вытекает научная новизна проведенного исследования – разработана и апробирована модель автоматизации процесса изменения вычислительных ресурсов ЦОД, которая может быть использована и в других организационных контекстах.

Объект исследования – система управления виртуальной инфраструктурой предприятия.

Предмет исследования – технологии автоматизации процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры.

Целью исследования является разработка автоматизированной системы управления виртуальной инфраструктурой компании.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- На основе анализа бизнес-процессов и подходов к управлению виртуальной инфраструктурой выявить основные требования к процессу обработки запросов на изменение ресурсов.
- Раскрыть и проанализировать основные подходы к автоматизации систем управления виртуальной инфраструктурой.
- Разработать логическую модель процесса автоматизации изменения вычислительных ресурсов ЦОД.
- Разработать и описать алгоритмы автоматизации процессов сбора и систематизации данных запроса с использованием парсинга, процесса назначения ресурсов с использованием программного кода.

- Провести апробацию и оценку эффективности автоматизированной системы управления виртуальной инфраструктурой.

Соответственно, гипотеза исследования может быть сформулирована следующим образом: автоматизация изменения вычислительных ресурсов ЦОД повышает эффективность управления виртуальной инфраструктурой организации.

Положения, выносимые на защиту:

- Модель системы автоматизации изменения вычислительных ресурсов ЦОД;
- Результаты апробации и оценки эффективности использования автоматизированной системы изменения вычислительных ресурсов ЦОД.

Работа состоит из введения, четырех глав, включающих 10 параграфов, заключения и списка литературы. Работа изложена на 84 страницах и включает 22 рисунка, 10 таблиц, 97 источников.

Глава 1. Анализ исследований и разработок в области управления виртуальной инфраструктурой предприятия

1.1. Виртуальная инфраструктура как инструмент управления вычислительными ресурсами компании

Вычислительные ресурсы включают в себя физические и виртуальные серверы, системы хранения данных, различные сетевые устройства и другие составляющие, необходимые для эффективного хранения, обработки и передачи информации [18], [19]. Для управления вычислительными ресурсами организации используется виртуальная инфраструктура, которая включает в себя следующие основные компоненты [34]:

- виртуальные машины,
- гипервизоры,
- сетевые устройства,
- системы хранения данных,
- управляющие инструменты,
- безопасностные решения.

В некоторых случаях виртуальная инфраструктура может так же включать в себя:

- облачные платформы,
- инструменты для оркестрации.

Уточним понятие виртуальной инфраструктуры и связанные с ним понятия виртуальной машины, хоста, технологии виртуализации. В статье Шестакова К.А., Пузанова А.М., Куленцан А.Л. «Виртуальные машины и их операционные системы» виртуальные машины определяются как «абстрактные вычислительные экземпляры, созданные программой, работающей на другой машине, и которые физически не существуют, но работают, как настоящий компьютер» [87]. В монографии Гуляева А.К. «Виртуальные машины: несколько компьютеров в одном» виртуальная

машина определяется как «конкретный экземпляр некой виртуальной вычислительной среды («виртуального компьютера»), созданный с помощью специального программного инструмента» [29]. Захаров К. С., Галченков А. С., Гольденберг С. П. определяют виртуальную машину как «программную, эмулирующую аппаратное обеспечение некоторой платформы (target — целевая, или гостевая платформа) и исполняющую программы для target-платформы на host-платформе (host — хост-платформа, платформа-хозяин) или виртуализирующую некоторую платформу и создающую на ней среды, изолирующие друг от друга программы и даже операционные системы» [33]. Таким образом, специальное программное обеспечение создает виртуальный компьютер, который не имеет собственной физической основы, но ведет себя аналогично реальному компьютеру [84], [85]. Несколько виртуальных машин могут одновременно работать на одном физическом устройстве независимо друг от друга, а их общее количество зависит исключительно от ресурсов реального компьютера, так как они используют его центральный процессор, оперативное запоминающее устройство и место в хранилище. Физическое оборудование, на котором находятся виртуальные машины, называется хостом или хост-машиной, а работающие на нем виртуальные машины носят название гостевых. Аналогичные названия применяются для установленных на них операционных систем. Установленная на физическом компьютере ОС называется «хозяйской» или хостовой. На эту реальную операционную систему устанавливается специальное приложение, которое и позволяет создавать виртуальные машины, внутри которых пользователь также устанавливает нужную ему операционную систему. Эта система, в свою очередь, называется гостевой.

В научной литературе выделяются разные разновидности виртуализации. В статье «Современные технологии виртуализации» Сукманов С. В. выделяет 4 типа [73]:

- Виртуализация серверов – запуск на одном физическом сервере нескольких виртуальных серверов;

- Виртуализация приложений позволяет пользователям использовать приложения без непосредственной установки их на пользовательские компьютеры. Виртуализация приложений позволяет устанавливать их на сервере, а затем доставлять их на рабочие столы пользователей;
- Виртуализация представлений – приложение работает на удаленном сервере, а пользователь получает только результаты его работы на экране. Пример такой виртуализации – удаленное подключение к рабочему столу;
- Виртуализация уровня операционной системы, которая «подразумевает изоляцию служб в рамках одного экземпляра ядра операционной системы».

В статье «Основные технологии виртуализации и подходы к ее интеграции в архитектуру инфраструктурных решений» Смирнов И.О. выделяет следующие типы виртуализации [71]:

- аппаратная,
- программная,
- виртуализация хранилища,
- виртуализация данных,
- виртуализация сети.

Тынченко В.С. и Тынченко Я.А. в статье «Программный и аппаратный подход к виртуализации системы» выделяют два метода виртуализации [78]: программный и аппаратный. Программная виртуализация предполагает возможность одновременного запуска на компьютере нескольких ОС и возможность переключаться между ними без перезапуска компьютера. «Аппаратная виртуализация позволяет запускать несколько независимых виртуальных машин в соответствующих разделах аппаратного пространства компьютера» [78]. Таким образом, при программной виртуализации аппаратные ресурсы физического сервера делятся с помощью ОС. При этом все виртуальные машины используют общее программное ядро. При аппаратной виртуализации ресурсы физического сервера разделяются на

виртуальные машины изолировано друг от друга. Каждая виртуальная машина может иметь свою ОС и свое ядро ОС.

Важным понятием в описании виртуализации является гипервизор или монитор виртуальных машин [81], [86], [92]. Он представляет собой специальную программу, которая создает виртуальные машины и управляет ими, он является посредником во всех взаимодействиях между виртуальными машинами и оборудованием. Захаров К. С., Галченков А. С., Гольденберг С. П. определяют его как «программу, обеспечивающую параллельное выполнение нескольких операционных систем на одном и том же хост-компьютере» [33]. Помимо этого, гипервизор изолирует операционные системы друг от друга, а также обеспечивает их безопасность. Гипервизор осуществляет разделение ресурсов между различными запущенными операционными системами и осуществляет управление этими ресурсами. Его работа фактически заключается в отделении физических ресурсов компьютера от ОС и ее приложений. К гипервизору выдвигаются следующие требования:

- Изоляция – все виртуальные машины должны быть изолированы друг от друга так, чтобы не влиять на работу друг друга и гипервизора. Из этого следует, что у каждой машины должен быть доступ только к специально предназначенным для нее ресурсам;
- Эквивалентность – все программы на виртуальных машинах должны работать так же, как и на реальных компьютерах;
- Эффективность – большинство инструкций должно симулироваться без вмешательства гипервизора.

Выделяют два типа гипервизоров [4], [60], [81], [86]. Гипервизоры первого типа, которые также называют автономными, имеют прямой доступ к аппаратным ресурсам и исполняются на уровне аппаратуры. Гипервизоры второго типа также называются хостовыми, они представляют собой программу, которая располагается поверх хозяйской ОС. Иногда выделяют гибридные гипервизоры (тип 1+), которые комбинируют характеристики

гипервизоров первого и второго типов. Они напрямую управляют процессором и памятью, при этом специальная служебная ОС позволяет гостевым ОС получить доступ к физическому оборудованию. Схематично работа трех типов гипервизоров представлена на рисунках 1-3.



Рисунок 1 – Схема гипервизора первого типа

Как видно на рисунке 1, гипервизор первого типа устанавливается непосредственно на физическое оборудование, то есть основной сервер, и управляет распределением ресурсов. При этом виртуальные машины работают независимо друга от друга, и каждая из них может иметь свою собственную операционную систему.



Рисунок 2 – Схема гипервизора второго типа

Как видно на рисунке 2, гипервизор второго типа устанавливается не непосредственно на основной сервер, а на хостовую операционную систему. Он управляет виртуальными машинами, используя ресурсы, которые предоставляет ему ОС. Виртуальные машины также изолированы друг от друга, имеют свои собственные операционные системы и приложения.



Рисунок 3 – Схема гипервизора гибридного типа

Из рисунка 3 видно, что гибридный гипервизор сочетает в себе характеристики гипервизоров первых двух типов. Он устанавливается поверх сервисной операционной системы, которая называется родительским разделом. Когда гипервизор установлен, ядро ОС передает ему управление ресурсами процессора и памяти, а родительский раздел отвечает за обработку обращений к драйверам устройств и операциям ввода-вывода. Таким образом, через служебную ОС гостевые ОС получают доступ к физическому оборудованию [96], [97].

Виртуальная инфраструктура компании так же включает в себя сетевые устройства, которые обеспечивают связь между виртуальными машинами, физическими серверами и внешними сетями. Они позволяют виртуальным машинам обмениваться данными, а также обеспечивают их выход в локальные сети. Одно из основных задач сетевых устройств в корпорациях является создание виртуальных локальных сетей (VLAN), которые

позволяют изолировать трафик между различными виртуальными машинами, что значительно улучшает степень безопасности единого информационного пространства организации, предотвращает несанкционированный доступ и атаки.

Следующий элемент виртуальной инфраструктуры – система хранения данных. Они выполняют следующие важные функции:

- Централизованное хранение данных позволяет виртуальным машинам использовать единое хранилище данных для всех своих файлов и приложений. Такое хранение значительно упрощает управление данными, а также делает их доступными для разных пользователей;
- По мере роста объема используемых данных в компании системы хранения данных позволяют добавлять дополнительные емкости без необходимости полной замены оборудования;
- Функции резервного копирования позволяют защитить важную информацию и быстро восстановить данные в случае сбоев, что минимизирует финансовые издержки.

Важным элементом системы виртуализации являются управляющие инструменты, которые обеспечивают управление, мониторинг и автоматизацию изменения вычислительных ресурсов. Они позволяют создавать, настраивать, запускать, останавливать и удалять виртуальные машины. Более подробно эти инструменты рассмотрены во втором параграфе данной главы.

Рассмотрим основные цели использования технологии виртуальных машин:

- Разработка программных продуктов, которая требует тестирования разрабатываемого программного обеспечения на разных ОС. С применением виртуализации возможно одновременно запустить несколько ОС и переключаться между ними, что ускорит процесс тестирования;

- Исследование нового ПО, в том числе потенциально опасного, а также моделирование различных ситуаций. Изолированность виртуальной машины не позволит опасному ПО затронуть работу основного оборудования;
- Возможность запуска программ, которые не работают на ОС, установленной на основном компьютере;
- Применение для служб технической поддержки, которые могут быстро построить среду, повторяющую конфигурацию пользовательской машины, что ускорят поиск и решение проблемы;
- Обучение работе с различными программными комплексами;
- Распределение вычислительных ресурсов между клиентами, что востребовано в хостинге, а также в управлении вычислительными ресурсами внутри организаций. Виртуализация помогает более эффективно распределять вычислительные ресурсы, позволяя различным подразделениям или проектам использовать их по мере необходимости, адаптируя инфраструктуру к изменяющимся требованиям бизнеса. С помощью виртуальных машин разные подразделения могут получать необходимые ресурсы без необходимости приобретения нового физического оборудования. Кроме того, виртуализация позволяет оперативно распределять ресурсы в зависимости от того, как меняется текущая нагрузка на них со стороны разных подразделений. Так, например, при необходимости можно передать вычислительные ресурсы одного подразделения другому без переподключения и переноса физического оборудования.

1.2. Сравнительный анализ систем виртуализации

Система виртуальных машин может быть выстроена по-разному, в зависимости от используемых платформ и технологий. В научной литературе

обзоры существующих платформ виртуализации, в основном, фокусируются на таких инструментах, как VMware Workstation, Microsoft Virtual PC, Oracle VM Virtualbox [1], [21], [62], [70]. Так, в статье Гордеева А.В. «Виртуальные машины и сети» рассматривается два наиболее известных программных продукта, которые позволяют «получить на обычных персональных компьютерах полноценные виртуальные вычислительные машины» [26]: VMware Workstation и Microsoft Virtual PC. В результате сравнения двух платформ автор приходит к выводу, что использование VMware является предпочтительным. В статье Карповой Н. Е., Волкова Н.А. «Сравнительный анализ характеристик виртуальных машин» сравниваются наиболее часто используемые VMware Workstation, Oracle VirtualBox и Windows Virtual PC [42]. Авторы приходят к выводу, что наибольший функционал имеет VirtualBox.

Как видно, на сегодняшний день не существует консенсуса относительно предпочтительных платформ виртуализации. Во многом это связано с тем, разные платформы подходят для разных задач. В ходе работы в ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии» автором был собран материал, позволяющий оценить возможности и недостатки различных систем виртуализации.

Для эффективного управления такой сложной и разветвленной виртуальной инфраструктурой требуется грамотный выбор системы виртуализации. Рассмотрим и сравним пять систем виртуализации с наиболее широкими функциональными способностями:

- VMware – американское ПО, разработанное компанией-лидером на рынке виртуализации;
- РУСТЭК – платформа виртуализации, разработанная российской одноименной компанией;
- zVirt – российская система виртуализации от компании «ОРИОН софт»;
- Программный комплекс средства виртуализации «Брест» – российская облачная платформа виртуализации;

- VMmanager – инструмент управления виртуальной средой разработанный российской ИТ-компанией ISPSYSTEM.

При сравнении будут использованы следующие критерии.

- Производитель. В условиях санкционного давления возрастают риски выбора зарубежных производителей ПО;
- Сертификат ФСТЭК (Федеральная служба по техническому и экспортному контролю). Наличие сертификата гарантирует безопасность продукции, что критически важно для ИТ-отделов нефтяных компаний, работающих с большими объемами данных, от которых зависят многочисленные бизнес-процессы компании;
- ОС общего или специального назначения. Преимущество ОС общего назначения состоит в том, что после установки системы виртуализации она сразу готова к использованию. Системы виртуализации с ОС специального назначения более сложные в установке;
- Тип архитектуры: классический или гиперконвергентный. Под архитектурой понимается структурированный набор компонентов и принципов, обеспечивающий создание, управление и взаимодействие виртуальных сред на физическом оборудовании.

Она определяет, как различные элементы системы работают вместе для эффективного использования вычислительных ресурсов, обеспечения изоляции, безопасности и масштабируемости:

Классический тип архитектуры представляет собой наличие хостовой операционной системы, поверх которой запускается платформа виртуализации, эмулирующая работу аппаратных компонентов и управляющая аппаратными ресурсами в отношении гостевой операционной системы. Реализация такой платформы достаточно сложна и трудоемка, присутствуют потери производительности, в связи с тем, что виртуализация производится поверх хостовой системы. Безопасность виртуальных машин также находится под угрозой, поскольку получение контроля на хостовой

операционной системой автоматически означает получение контроля над всеми гостевыми системами;

Гиперконвергентный тип архитектуры представляет собой программное обеспечение, которое позволяет отказаться от виртуальной системы хранения [24], [30]. Вместо нее используются локальные жесткие диски самих серверов. Программные средства работают согласно основным принципам современных систем хранения – отказоустойчивость, объединение в массивы независимых дисков и другие. Кроме того, они обеспечивают равномерное распределение на доступные внутренние накопители. Например, если в гиперконвергентную инфраструктуру объединены три сервера, то и зеркалированных копий данных тоже будет три;

Платформа. Платформа виртуализации – это программное или аппаратное решение, которое позволяет создавать, управлять и запускать виртуальные машины на физическом оборудовании:

VMware ESXi – это ПО для виртуализации на уровне предприятия, которое разработано компанией VMware. Это гипервизор первого типа, который устанавливается непосредственно на физический сервер;

OpenStack – это набор компонентов, которые используются для создания и управления облачными платформами. Решение OpenStack основано на модульном принципе: администраторы самостоятельно выбирают компоненты (например, Nova, Swift, Keystone и других) для текущей задачи. Модули легко интегрируются между собой, что обеспечивает стабильную работу продукта;

KVM (Kernel-based Virtual Machine) — это программное обеспечение для виртуализации на платформе Linux, работающее на разных операционных системах. Программа управляет и распределяет ресурсы между всеми подключенными компьютерами, на которых могут стоять разные ОС, что позволяет запускать их одновременно;

OpenNebula – это платформа облачных вычислений для управления разнородными инфраструктурами распределенных центров обработки данных. Двумя основными вариантами использования платформы OpenNebula являются виртуализация центров обработки данных и развертывание облаков на основе гипервизора;

- Поддержка CPU. Чем шире диапазон линейки процессоров, тем больше возможностей для работы с нестандартными конфигурациями серверного оборудования при проектировании и создании информационных систем для компании;
- Отказоустойчивость. Важная и основополагающая функция виртуализации. Необходима при выходе из строя одного из хостов кластера. Виртуальные машины без перерыва служб мигрируют на соседний рабочий хост, что не оказывает влияния на работу систем. Отказоустойчивость включает в себя несколько технологий, которые обеспечивают непрерывную доступность виртуальных машин. К таким технологиям относятся: Fault Tolerance, Site Failover, Site Replication. Наличие всех трех технологий обеспечивает высокую отказоустойчивость, двух – среднюю, одной – низкую, как и полное отсутствие этих технологий;
- Создание снимков виртуальной машины. Снимок виртуальной машины (снапшот) создает контрольную точку восстановления вместе с состоянием памяти виртуальной машины или без него в зависимости от того, в каком состоянии была виртуальная машина при снятии снимка. Снимок виртуальной машины позволяет быстро выполнить откат к первоначальному состоянию в случае неудачных профилактических работ или сбоя виртуальной машины;
- Количество хостов в одном кластере. Под кластером понимается объединение двух или более серверов (хостов) в единую систему, которая позволяет им совместно использовать свои вычислительные мощности, память и хранилище. Большее количество хостов в одном

кластере позволяет использовать меньшее количество самих кластеров, что облегчает управление виртуальной инфраструктурой;

- Максимальное количество ВМ на одном хосте. Большое количество ВМ на одном хосте позволяет меньше использовать физических серверов, что снижает затраты компании;
- Поддерживаемые гостевые ОС. Разнообразие гостевых операционных систем положительно сказывается на гибкости выбора системы для использования. Необходимость выбора различных гостевых операционных систем на разных виртуальных машинах связана с разнообразием бизнес-процессов крупной компании и связанных с ними ИТ-задач;
- Техническая поддержка. Высокий уровень техподдержки включает в себя консультацию по возможным ошибкам в системе, в случае более серьёзного сбоя предусматривает выезд специалиста высокой квалификации для устранения проблемы. Слабая техподдержка связана с низким уровнем подготовки специалистов, оказывающих услуги по выявлению и устранению неисправностей;
- Руководство пользователя. Позволяет самостоятельно выявлять, устранять ошибки, настраивать программное обеспечение без обращения в техническую поддержку. В отличие от базового, подробное руководство пользователя позволяет выполнять, согласно инструкциям, описанным в нем, все операции, необходимые для полного функционирования программного обеспечения системы;
- Схема лицензирования. Можно выделить следующие схемы лицензирования:

Лицензирование на один физический сервер. Преимущества данной схемы состоит в том, что она не привязана к модели процессора и к его ядрам, установленным на оборудовании хоста;

Лицензирование на сокет процессора. Такая схема покрывает любую модель хоста, но при большом количестве серверов усложняет управление

лицензированием из-за необходимости покупки большого количества разных лицензий в зависимости от архитектуры серверов;

Лицензирование только на ядра процессора. Такая схема покрывает любую модель хоста, но накладывает ограничения на использование мощности процессора.

Схема лицензирования по серверам обладает преимуществом перед лицензированием на ядра процессора по следующим причинам:

- При большом количестве виртуальных машин упрощается управление лицензиями;
- При большом количестве виртуальных машин серверное лицензирование выгоднее, так как позволяет разметить несколько виртуальных машин на одном лицензированном сервере;
- Обеспечивает большую гибкость в использовании ресурсов, так как для изменения ресурсов может потребоваться изменение в конфигурации оборудования, что приведет к необходимости покупки дополнительных лицензий.

Результаты сравнения выбранных систем виртуализации представлены в таблице 1.

Проанализировав несколько основных параметров систем виртуализации, можно сделать вывод, что ни одна из них не является оптимальной для управления единым информационным пространством крупной нефтяной компании. С точки зрения ключевых технических характеристик наиболее эффективной является VMWare. Так, эта система обладает ОС общего назначения, высокой отказоустойчивостью, максимальным количеством хостов на одном кластере, а также обладает наиболее полным руководством пользователя, которое включает всю необходимую техническую документацию и позволяет сотрудникам, отвечающим за управление корпоративной инфраструктурой компании самостоятельно устанавливать ПО, пользоваться всеми его возможностями, самостоятельно устранять неисправности.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики систем виртуализации

| Производитель | VMware ESXi 7.0u3 | РУСТЭК (ООО РУСТЭК) | zVirt (ORIONsoft) | ПК СВ БРЕСТ (ГК Astra Linux) | VMmanager (ISPsystem) |
|---|---|---|--|--|--|
| Сертификат ФСТЭК | Нет | Нет | Нет | Да | Да |
| Операционная система общего назначения | ОС общего назначения | ОС общего назначения | ОС спец. назначения | ОС спец. назначения | ОС спец. назначения |
| Тип архитектуры | Классическая или гиперконвергентная с vSAN (отдельный продукт, не входящий в Sphere ESXi) | 1) Классическая 2) Гиперконвергентная для малого количества серверов (не более 5) | 1) Классическая NFS, iSCSI, FC и POSIX-совместимые файловые системы. 2) Гиперконвергентная GlusterFS. | 1) Классическая 2) Гиперконвергентная с помощью Ceph (open source) | Гиперконвергентная с помощью Ceph, SAN (open source) |
| Платформа | ESXi | OpenStack | KVM | OpenNebula | KVM |
| Поддержка CPU | x86_64 | x86_64 | x86_64 | x86_64 | x86_64 |
| Отказоустойчивость | Высокая (при выборе лицензии Enterprise Plus) | Средняя | Низкая | Низкая | Средняя |
| Снимки виртуальной машины | Да | Да | Да | Нет | Да |
| Кол-во хостов на одном кластере | 1024 | 700 | 250 | 500 | 350 |
| Максимальное количество VM на одном хосте | 1024 | 16384 | 600 | 10000 | 22000 |
| Поддерживаемые гостевые ОС | Windows, Linux, FreeBSD, macOS | Windows, Linux, FreeBSD | Windows, Linux | Windows, Linux | Windows, Linux |
| Техническая поддержка | Прекращена | Низкая | Средняя | Средняя | Средняя |
| Руководство пользователя | Подробное | Базовое | Базовое | Базовое | Базовое |
| Схема лицензирования | По сокетам: 1 лицензия покрывает 1 CPU с 32 ядрами | По физическим серверам независимо от комплектации | По физическим серверам | По сокетам: на каждый сервер требуется минимум одна лицензия в зависимости от кол-ва процессоров (1 лицензия на 2 CPU) | По сокетам: 1 лицензия на 1 CPU |

Однако в условиях санкционного давления VMWare более не может быть использована в крупных корпорациях, так как компания прекратила техническую поддержку пользователей, которая ранее была одним из главных достоинств системы, и продажу лицензий.

Среди остальных систем можно выделить РУСТЭК как имеющий наибольший потенциал для использования в больших организациях. В отличие от конкурентов, у этой системы более высокая отказоустойчивость выше возможное количество хостов на одном кластере, а в сравнении с VMWare у нее даже выше максимальное количество виртуальных машин на один узел. При развитии системы технической поддержки и доработки руководства пользователя РУСТЭК может стать приоритетным выбором для крупных организаций.

1.3. Подходы к автоматизации систем управления виртуальной инфраструктурой

Проблема автоматизации управления виртуальной инфраструктурой в научной литературе недостаточно разработана. Можно выделить лишь несколько аспектов, в связи с которыми эта проблема исследуется.

Первый аспект связан с вопросами безопасности, анализа, предотвращения и устранения ошибок и нештатных ситуаций. Предварительно следует отметить, что отсутствие автоматизации систем управления виртуальной инфраструктуры предприятий может повлечь значительные риски. Так, В.М. Зима в статье «Метод выявления уязвимостей конфигурации виртуальной инфраструктуры на основе эквивалентных преобразований схем Янова» отмечает, что неверная настройка файлов конфигурации виртуальной инфраструктуры «может привести к потенциальным уязвимостям» [35].

В статье Челноковой А.В. «Разработка метода автоматизированного развертывания безопасной виртуальной инфраструктуры предприятия»

предлагается метод автоматизированного развертывания инфраструктуры предприятия [83]. Автор отмечает, что сегодня объем информации, который требует комплексной обработки, стремительно растет. Для обработки этого растущего объема данных необходимы мощные персональные компьютеры, с нехваткой которых постоянно сталкиваются предприятия. Решить эту проблему может развитие технологий виртуализации, в том числе для корпоративных сетей. При этом важным является обеспечение безопасной конфигурации виртуальной инфраструктуры предприятия. В этой связи автор отмечает актуальность решения ряда задач, связанных с автоматизацией развертывания виртуальной инфраструктуры компаний, и ставит целью своей работы «обеспечение надежности, отказоустойчивости и информационной безопасности виртуальной инфраструктуры предприятия с использованием технологии автоматизированного развертывания и конфигурирования клиентских и серверных решений» [83]. На рисунке 4 представлен разработанный Челноковой А.В. метод автоматизированного развертывания виртуальной инфраструктуры в виде блок-схемы [83, с. 107].

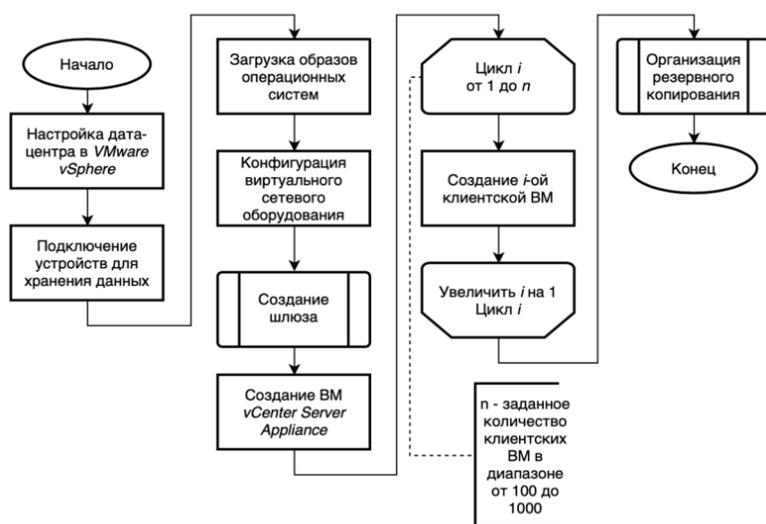


Рисунок 4 – Блок-схема метода развертывания безопасной виртуальной инфраструктуры (автор – Челнокова А.В.)

Проблема безопасности поднимается и в работе Силакова Д.В. «Автоматизация обнаружения и анализа ошибок в гиперконвергентных

системах» [69]. Актуальность статьи связана с тем, что оперативное реагирование на проблемы, возникающие в ходе эксплуатации ПО, является важной задачей как в ходе тестирования ПО, так и в ходе его эксплуатации. Несмотря на развитость средств автоматизации такого мониторинга, постоянное обновление ПО требует и новых подходов к автоматизации обработки нештатных ситуаций. Автор отмечает особую актуальность поставленной проблемы в условиях «создания гиперконвергентных инфраструктур, которые подразумевают использование программных средств для объединения ресурсов множества серверов в кластер, являющийся с точки зрения системных администраторов и пользователей единой средой с централизованным управлением» [69]. В гиперконвергентных системах ошибки могут возникать как на уровне отдельного экземпляра ОС, так и на уровне всего кластера, а сложность архитектуры таких систем затрудняет оперативный поиск и устранение ошибок, что усиливает актуальность автоматизации этих процессов. Здесь особенно важно то, что значительная часть существующих автоматических инструментов сбора информации об ошибках анализируют только ОС, в которой они работают, тогда как для гиперконвергентных систем этого может быть недостаточно. Автор делает вывод, что для эффективного использования в гиперконвергентной системе существующие средства поиска и анализа ошибок должны быть доработаны с учетом специфики ее среды.

Второй аспект, в связи с которым исследуются процессы автоматизации управления виртуальной инфраструктурой, — это повышение эффективности управления, во много связанное с сокращением временных затрат.

В статье «Программное обеспечение для резервного копирования виртуальных машин» [31] авторы разрабатывают ПО, которое создает график запуска скриптов, инициирующих процесс создания резервных копий виртуальных машин. Как отмечают авторы, подобный процесс автоматизации позволяет «сократить время и вычислительные ресурсы при копировании и восстановлении виртуальных машин, развернутых в распределенной

вычислительной сети объектов автоматизации и энергетических объектов» [31].

Бруев Е.И. и Оленникова Е.А. в статье «Автоматизированная подготовка виртуальных машин с заданными уязвимостями на базе гипервизоров VMware player и vSphere» [14] также отмечают, что массовое создание разных виртуальных машин является крайне трудозатратным процессом, который может быть оптимизирован с помощью средств автоматизации. Авторы рассматривают задачу, связанную с тестированием на проникновение, и отмечают, что подготовка специалистов, способных качественно выполнять такую работу, предполагает большое количество часов практики, где пентест отрабатывается в условиях, максимально приближенным к реальным. При этом реальными объектами для проведения пентеста являются корпоративные сети, разнообразие конфигураций которых огромно. В этих условиях важно иметь возможность создавать подобные инфраструктуры во время обучения. Барьерами здесь являются большие затраты времени ресурсов, устранить которые могут средства автоматизации, позволяющие «развернуть виртуальную, изолированную, среду для проведения учебных занятий по тестированию на проникновение» [14].

Авторы разрабатывают собственное программное решение с использованием Packer и показывают, что создание виртуальных машин с автоматизированной установкой ПО требует меньшего количества ресурсов и времени, а владение языками PowerShell и Shell позволяют выполнять эти процессы без помощи администратора.

Подводя итог проведенному анализу работ в области исследования процессов автоматизации управления виртуальной инфраструктурой, можно отметить, что они рассматриваются как необходимый ответ на вызовы, стоящие перед предприятиями, которые, в первую очередь, связаны с необходимостью обеспечения безопасности и устранения уязвимостей, а также с сокращением затрат и повышением эффективности работы. Однако, как видно из приведенного обзора, модели и алгоритмы процесса

автоматизации изменения вычислительных ресурсов ЦОД не получили должной разработки в научной литературе и на практике.

Вывод по первой главе

В результате выполнения первой главы работы было раскрыто понятие виртуализации, описаны и систематизированы основные компоненты виртуальной инфраструктуры компании. Показано, что одной из основных целей виртуализации является управление вычислительными ресурсами внутри организации. Виртуализация помогает более эффективно распределять вычислительные ресурсы, позволяя различным подразделениям или проектам использовать их по мере необходимости, адаптируя инфраструктуру к изменяющимся требованиям бизнеса. Подробно описаны существующие сегодня на рынке управляющие инструменты, которые являются неотъемлемой частью систем виртуализации, обеспечивая эффективное управление, мониторинг и автоматизацию процессов. На основании сравнительного анализа этих инструментов раскрыты их основные достоинства и недостатки. Показано, что с точки зрения ключевых технических характеристик наиболее эффективной платформой виртуализации является VMWare. Несмотря на то, что в текущей политической ситуации компания приостановила свою деятельность в России, она остается наиболее предпочтительным решением для крупных организаций таких как нефтяные компании. Это обуславливает дальнейший выбор инструментов автоматизации процессов изменения вычислительных ресурсов ЦОД в данной диссертационной работе. Показано, что процесс автоматизации изменения вычислительных ресурсов ЦОД еще недостаточно хорошо разработан в научной литературе и практической деятельности, однако научные источники доказывают, что процессы автоматизации в сфере управления виртуальной инфраструктурой компании позволяют значительно сократить временные, финансовые и трудовые ресурсы организации.

Глава 2. Разработка модели автоматизированного процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры

2.1. Специфика нефтяной компании в контексте управления виртуальной инфраструктурой

Виртуальная инфраструктура сегодня – это наиболее распространенный способ организации, хранения, обработки, передачи данных в крупных организациях. «Сегодня в IT-сфере под виртуализацией понимается предоставление вычислительных мощностей и их логического объединения, отдельного от аппаратной реализации, и дающее при этом логическую изоляцию процессов вычисления, выполняемых на одной физической машине» [51]. В связи с последовательным ростом количества обрабатываемых данных актуальность поиска эффективных методов управления ими встает на первое место в списке решаемых задач управления корпоративной инфраструктурой. В научной литературе уделяются следующие преимущества виртуализации единого информационного пространства организации [16], [20]:

- Увеличение коэффициента использования аппаратного обеспечения; На одном физическом сервере (хосте) виртуализации можно расположить много виртуальных серверов.
- Уменьшение затрат на замену и обслуживание аппаратного обеспечения;
- Повышение гибкости использования виртуальных серверов. Быстрое изменение виртуальных серверов не требует их физического отключения, что не вызывает остановку бизнес-процессов организации;
- Обеспечение высокой доступности. Управления виртуальной инфраструктурой удаленно, тогда как работа с физическим сервером требуется нахождения в ЦОД;

- Повышение управляемости серверной инфраструктуры;
- Экономия на обслуживающем персонале;
- Экономия на электроэнергии.

Виртуальная инфраструктура нефтяной компании имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе методов и подходов к управлению. Среди них можно выделить следующие:

- В структуре нефтяной компании, как и в любой крупной организации, осуществляющей добычу, обработку, транспортировку, сбыт разного рода продуктов и товаров, существует большое количество филиалов, дочерних предприятий, объединенных единым информационным пространством (ЕИП). Управление ЕИП предполагает наличие большого количества серверного и сетевого оборудования;
- Управление сложной развитой виртуальной инфраструктурой требует выделения в структуре организации специальных подразделений и отделов, которые управляют корпоративной инфраструктурой. Работа этих подразделений предполагает увеличение финансовых затрат;
- Крупные нефтяные компании обладают развитой региональной сетью подразделений и филиалов, обслуживание информационного пространства которых требует разветвлённой сети центров обработки данных. Так, например, в компании ЛУКОЙЛ ЦОДы расположены в 9 городах России, один ЦОД находится в Европе;
- Всероссийский масштаб операционной деятельности компании приводит к тому, что критически важные объекты корпоративной инфраструктуры расположены в нескольких часовых поясах;
- Сбой инфраструктуры влияет на большое количество самых разнообразных бизнес-процессов компании, в том числе на геологоразведку, добычу (ЦДНГ), переработку (работа НПЗ),

транспортировку (работу транспортной ЖД-магистрали), сбыт (сеть АЗС), и т.д.;

- Различные подразделения компании предъявляют собственные требования к информационным и вычислительным ресурсам, разброс которых весьма значителен: одним подразделениям для своей работы требуются очень большие вычислительные мощности (например управление производственными затратами, средствами, заказами, логистикой с использованием ПО SAP HANA требует большого количества оперативной памяти в виртуальной машине, так как объемы памяти в физических серверах ограничены), а другим - достаточно автоматизированного рабочего места со стандартным набором офисного программного обеспечения.

Указанные выше особенности нефтяной компании определяют структуру единого информационного пространства, в которой можно выделить следующие компоненты, используемые всеми подразделениями компании:

- «Инфраструктурные серверы, такие как контроллеры домена, серверы DNS и т.п., необходимые для работы всех компьютеров, IP-телефонии, входящей в сеть;
- Серверы, обеспечивающие общие для компании информационные ресурсы, - электронная почта, инструменты видеоконференцсвязи, веб-серверы, файл-серверы;
- Серверы, обеспечивающие специализированные общие информационные системы, - кадровые системы, системы мониторинга, системы отчетности;
- Системы, предоставляющие вычислительные и другие ресурсы для моделирования процессов и расчетов больших данных» [47].

Работа этих компонентов этих компонентов требует большого объема вычислительных ресурсов, управление которыми в этих условиях становятся критически важным для эффективной деятельности компании в целом.

2.2. Обзор теоретических подходов к управлению и моделированию бизнес-процессов

Процесс — это набор взаимосвязанных или взаимодействующих действий, которые используют входные данные для достижения намеченного результата. Согласно одному из принципов процессного подхода организация состоит не из подразделений, а из процессов [55]. Существуют различные подходы к управлению процессами в организации [76]. Использование разных подходов позволяет значительно повысить эффективность принятия решений, связанных с управлением [43]. В рамках данного исследования были рассмотрены две основные концепции: «6 сигм» и ВРМ-подход.

Концепция «6 сигм» — это подход к управлению качеством, который направлен на оптимизацию бизнес-процессов за счет минимизации дефектов [15].

Данная методология следующие основные принципы:

- Удовлетворенность клиентов. Фокус на потребности клиента является основным при анализе бизнес-процессов;
- Управление на основе данных. Решения принимаются на основе анализа статистических данных;
- Ориентация на процессы. Для понимания того, какие процессы надо улучшать, важно исследовать то, как различные процессы взаимодействуют между собой;
- Командная работа. Все члены команды имеют общую цель и активно взаимодействуют для ее достижения;
- Готовность к рискам. Потенциальные ошибки рассматриваются как возможность для совершенствования процессов, а из неудач извлекаются полезные уроки.

Для улучшения существующих процессов используется подход постепенного улучшения, которое осуществляется за счет использования пяти последовательных шагов (DMAIC) (рис. 5):

- определение: четкое понимание проблемы и целей проекта,
- измерение: сбор данных для понимания текущего состояния процесса,
- анализ: выявление причин проблем и дефектов,
- улучшение: разработка и внедрение решений для улучшения процессов,
- контроль: стабилизация изменений за счет контроля за процессами.

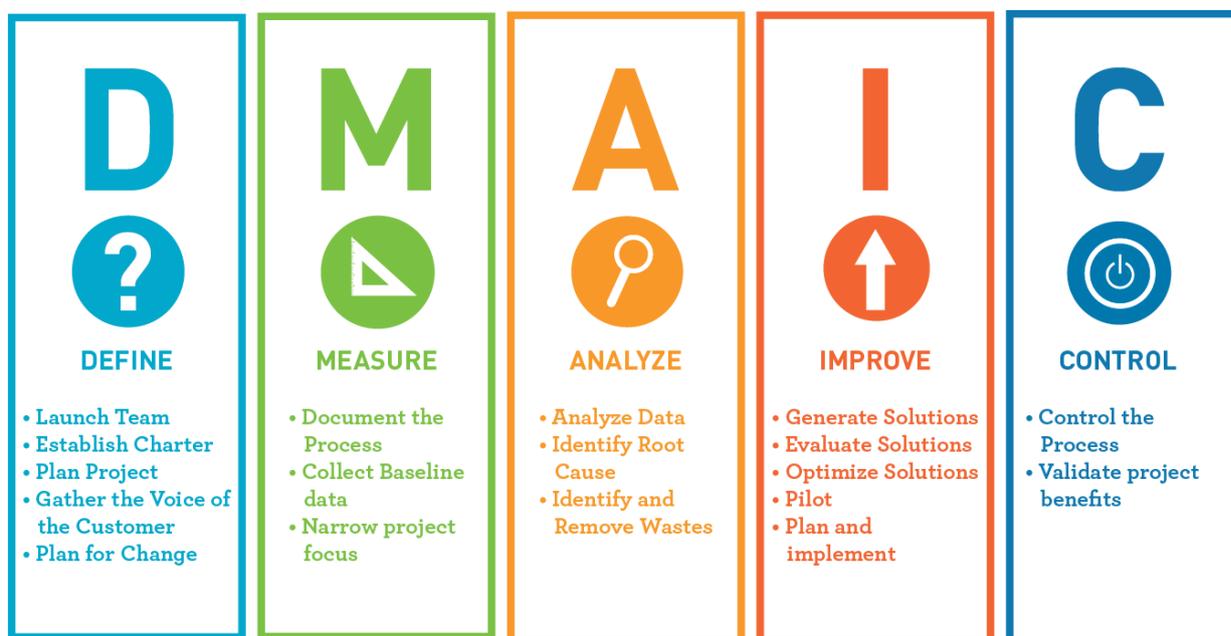


Рисунок 5 – Жизненный цикл проекта в системе шести сигм

Несмотря на преимущества данной концепции, она не является оптимальной для решения поставленной задачи по разработке теоретической модели бизнес-процесса изменения ресурсов информационных систем организации, так как она ориентирована, в первую очередь, на клиентов компании, тогда как бизнес-процесс изменения ресурсов информационных систем организации преимущественно предполагает работу с персоналом внутри организации.

Методология BPM (Business Process Management) — это систематический подход к управлению и оптимизации бизнес-процессов в

организации [50]. Он предполагает наличие формального исчерпывающего списка задач с подтверждающей документацией, которая содержит:

- задачи, которые должны быть выполнены;
- данные, которые необходимо собрать;
- идентификацию результатов выполнения задач.

Основная цель методологии управления бизнес-процессами — повысить эффективность, прозрачность и гибкость процессов, что, в свою очередь, способствует улучшению результатов деятельности компании.

Методология BPM является оптимальной для решения задач, поставленных в рамках исследования, так как проблема исследования связана с практической необходимостью повышения эффективности системы управления виртуальной инфраструктурой компании (на примере ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии»), которое связывается с процессами автоматизации системы управления в целом и, в первую очередь, автоматизации процессов обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры. Методология BPM в полной мере отвечает поставленным задачам, так как обладает следующими преимуществами:

- значительное снижение затрат и, как следствие, повышение рентабельности;
- экономия времени на всей структуре процесса и сокращение сроков выполнения работ;
- скорость и гибкость обнаружения и решения проблем в процессах;
- качественный скачок как в операционных, так и корпоративных показателях;
- лучшая видимость и конкурентоспособность.

Основным инструментом анализа и совершенствования бизнес-процессов является бизнес-моделирование. Методология BPM предполагает необходимость концептуального моделирования бизнес-процессов с целью их анализа симуляции, мониторинга, изменения. Модели, созданные в ходе концептуального моделирования, служат основой для анализа текущих

процессов. BPM использует эти модели для выявления узких мест, с целью дальнейшей оптимизации. Концептуальные модели также могут помочь в оценке различных сценариев и их влияния на процессы.

Рассмотрим основные этапы концептуального моделирования бизнес-процесса.

На первом этапе бизнес-модель разрабатывается как текущее состояние бизнес-процесса. В этом случае конечный продукт называется моделью бизнес-процесса AS IS, или «КАК ЕСТЬ».

На втором этапе выполняется анализ существующего бизнес-процесса и выявление узких мест.

На третьем этапе бизнес-модель разрабатывается как состояние бизнес-процесса после его усовершенствования. Конечный продукт называется моделью TO BE, или «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ». Проанализировав разницу между текущим и целевым бизнес-состоянием, известную как разрыв, бизнес-аналитики могут определить, является ли существующий бизнес-процесс надежным или требует значительных изменений.

Возможно, что для устранения проблем или повышения эффективности бизнес-процесса требуется реинжиниринг, в частности его автоматизация путем внедрения новых информационных технологий. Реинжиниринг бизнес-процессов — это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений в решающих современных показателях деятельности компании.

Следовательно, моделирование бизнес-процессов и последующий анализ могут быть использованы для коренного изменения способа ведения операций предприятием. В рамках авторского исследования также ставится задача по автоматизации бизнес-процесса изменения вычислительных ресурсов ЦОД организации, что представляет собой значительное изменение способа ведения операций в компании.

Разработка теоретической модели бизнес-процесса изменения ресурсов информационных систем организации может быть реализована различными методами. Бизнес-модель — структурированное графическое описание сети бизнес-процессов, функций или операций, связанных с данными, документами, организационными единицами и прочими объектами, отражающими деятельность организации.

Существует несколько видов моделей бизнес-процессов:

- Функциональные модели описывают множество функций, которые выполняются в системе, а также их входы и выходы;
- Структурные модели описывают состав подсистем бизнес-процесса, существующие между ними связи;
- Поведенческие модели могут показать, при каких условиях выполняются конкретные бизнес-функции;
- Имитационные модели бизнес-процессов, как следует из их названия, имитируют процессы с различными входными данными, что дает возможность увидеть, как будет выполняться не существующие в реальности процесс и оценить его эффективность;
- Информационные модели показывают, как взаимосвязаны структуры данных.

Для достижения цели исследования были использованы функциональная и структурная модели бизнес-процессов, так как именно методологии структурного моделирования используются для создания концептуальных бизнес-моделей для автоматизации различных предметных областей, что и является основной целью исследования.

Преимуществами структурного подхода являются:

- наглядность;
- сильная иерархия диаграмм;
- относительно невысокие затраты на проектирование.

Недостатки:

- невозможность формализации моделей;

- процессы и данные существуют отдельно друг от друга, причем проектирование ведется от процессов к данным.

Наибольшее распространение получили следующие методологии:

- IDEF0 - функциональные модели, основанные на методе SADT;
- DFD - диаграммы потоков данных;
- IDEF3 - диаграммы потоков работ;
- IDEF1X - диаграммы данных «сущность -связь».

В рамках работы были использованы IDEF0 и DFD.

В настоящее время наибольшее развитие и применение при описании бизнес-процессов получают графические подходы и методы. Основным



достоинством графических моделей является наглядность.

Рисунок 6 – Классификация методологий моделирования бизнеса

Другая классификация моделей бизнес-процессов основывается на степени их формализации (таблица 2).

Таблица 2 – Формализация моделей бизнес-процессов

| Неформализованные модели | Частично формализованные модели | Формализованные модели |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------|
| IDEF0, DFD, IDEF3 | BPMN, UML, EPC (ARIS) | Сети Петри |

Поставленные в рамках исследования задачи требуют использования неформализованных и частично формализованных моделей, в том числе это обусловлено и необходимостью использования структурных моделей. Модель бизнес-процесса характеризуется как неформализованная, если она не следует строгим формальным стандартам или правилам, используемым в более структурированных моделях. Неформализованные модели используются для описания процессов в свободной форме, что позволяет акцентировать внимание на сути и содержании процесса. Их чаще используют на начальных этапах проектирования и анализа бизнес-процессов.

Рассмотрим использованные в рамках работы методологии.

Первая использованная методология – IDEF0 является одной из самых известных и широко используемых методологий моделирования [58], [61]. Системные аналитики всего мира используют ее для решения широкого спектра проблем, включая разработку программного обеспечения, бизнес – анализ, проектирование и т.д. Она фокусируется на представлении функций и процессов, а также их взаимосвязей.

IDEF0-модель состоит из диаграмм и фрагментов текста [53], [63]. На диаграммах все функции системы и их взаимодействия представлены как блоки – функции и дуги – отношения. Блоки включают в себя:

- функциональный блок,
- входы,
- выходы,
- управление,
- механизмы.

Различают следующие типы связей между блоками:

- Связь по входу: выход вышестоящего блока направляется на вход нижестоящего для дальнейшего преобразования;
- Связь по управлению: выход вышестоящего блока направляется на управление нижестоящего;
- Обратная связь по входу: выход нижестоящего блока направляется на вход вышестоящего;
- Обратная связь по управлению: выход нижестоящего блока направляется на управление вышестоящего;
- Связь выход-механизм: выход одного блока направляется на механизм другого.

IDEF0-модели обладают древоподобной структурой и могут быть иерархическими. Функциональный блок IDEF0-модели может быть декомпозирован – представлен в виде совокупности других взаимосвязанных блоков, которые детально описывают исходный блок. Каждой диаграмме в процессе декомпозиции IDEF0-модели присваивается определенный уровень иерархии. Контекстная диаграмма является вершиной иерархии представления модели бизнес-процесса. Это диаграмма нулевого уровня.

Также в рамках работы была использована модель UML (Диаграмма вариантов использования), которая позволяет визуализировать взаимодействия между пользователями системы и самой системой [48].

Диаграмма вариантов использования включает три основных элемента:

- акторы – пользователи системы, которые взаимодействуют с ней;
- варианты использования – действия, которые могут совершать акторы в системе;
- связи показывают, как пользователи взаимодействуют с функциями системы, а также отношения между акторами или вариантами использования.

BPMN (Business Process Model and Notation) позволяет моделировать бизнес-процессы на уровне деталей, включая последовательности действий, роли и взаимодействия между различными участниками [50], [75], [90].

Также в работе использованы диаграммы потоков данных DFD, которые позволяют эффективно и наглядно описать процессы документооборота и обработки информации [39], [40]. Они помогают анализировать, как данные перемещаются между различными процессами, хранилищами данных и внешними сущностями. Как и IDEF0-модели, DFD часто используются на ранних стадиях проектирования бизнес-процессов [41].

Среди блоков диаграммы можно выделить следующие.

- Процессы демонстрируют преобразование входных потоков данных в выходные, они представляют собой различные функции, операции, действия, которые обрабатывают и изменяют информацию;
- Потоки данных – стрелки, показывающие направление перемещения данных между процессами, хранилищами и внешними сущностями;
- Накопители или хранилища данных представляют собой собственно данные, к которым осуществляется доступ. Эти данные могут быть созданы или изменены процессами;
- Внешние сущности – это внешние элементы, которые участвуют в процессе обмена информацией с системой.

2.3. Анализ бизнес-процесса изменения ресурсов информационных систем организации

Описанные в первом параграфе методы моделирования бизнес-процессов были использованы для проведения анализа бизнес-процесса изменения вычислительных ресурсов ЦОД.

На первом этапе с использованием диаграммы IDEF0 смоделирован бизнес-процесс сопровождения информационной системы, то есть добавление

или изменение вычислительных ресурсов в соответствии с потребностями информационной системы.

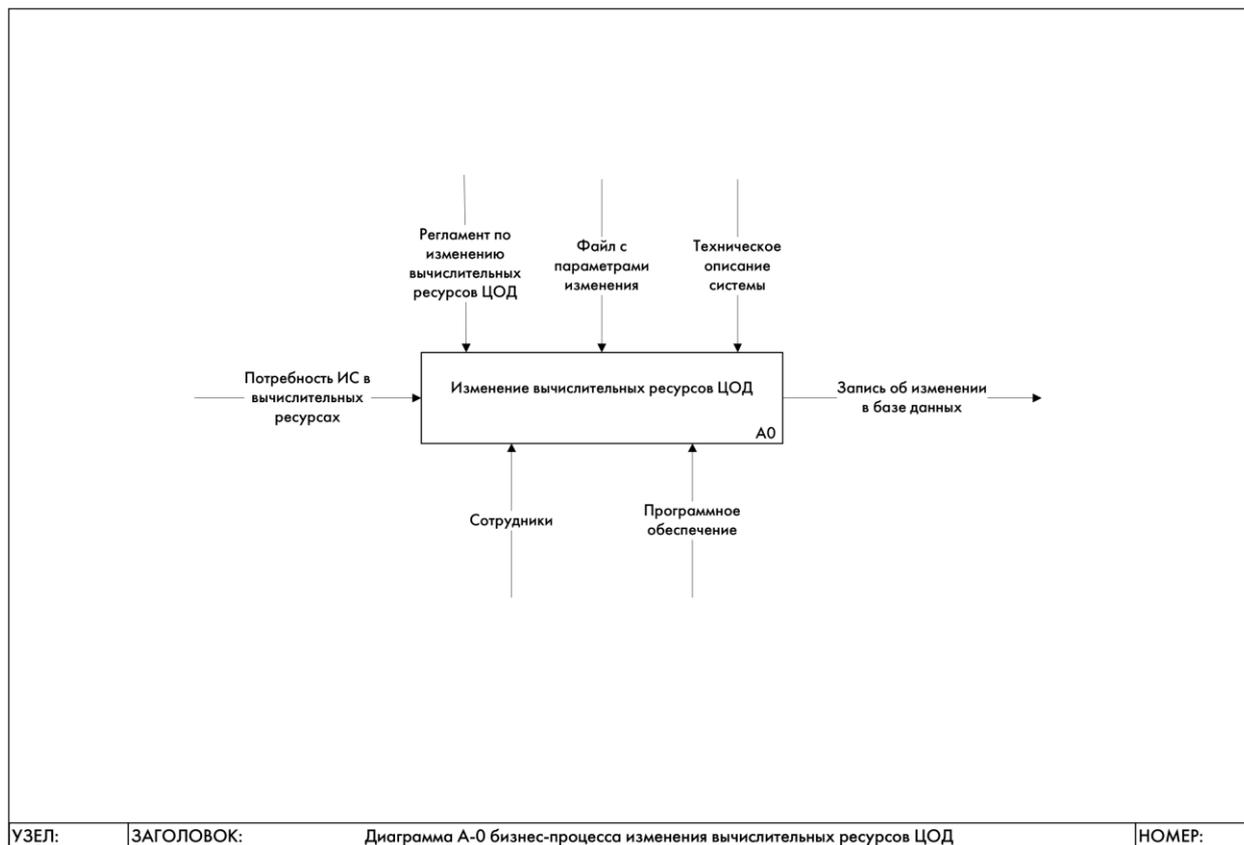


Рисунок 7 – Диаграмма А-0 бизнес-процесса изменения вычислительных ресурсов ЦОД

На втором этапе проведена декомпозиция контекстной диаграммы А-0 бизнес-процесса сопровождения информационной системы и разработана диаграмма КАК ЕСТЬ.

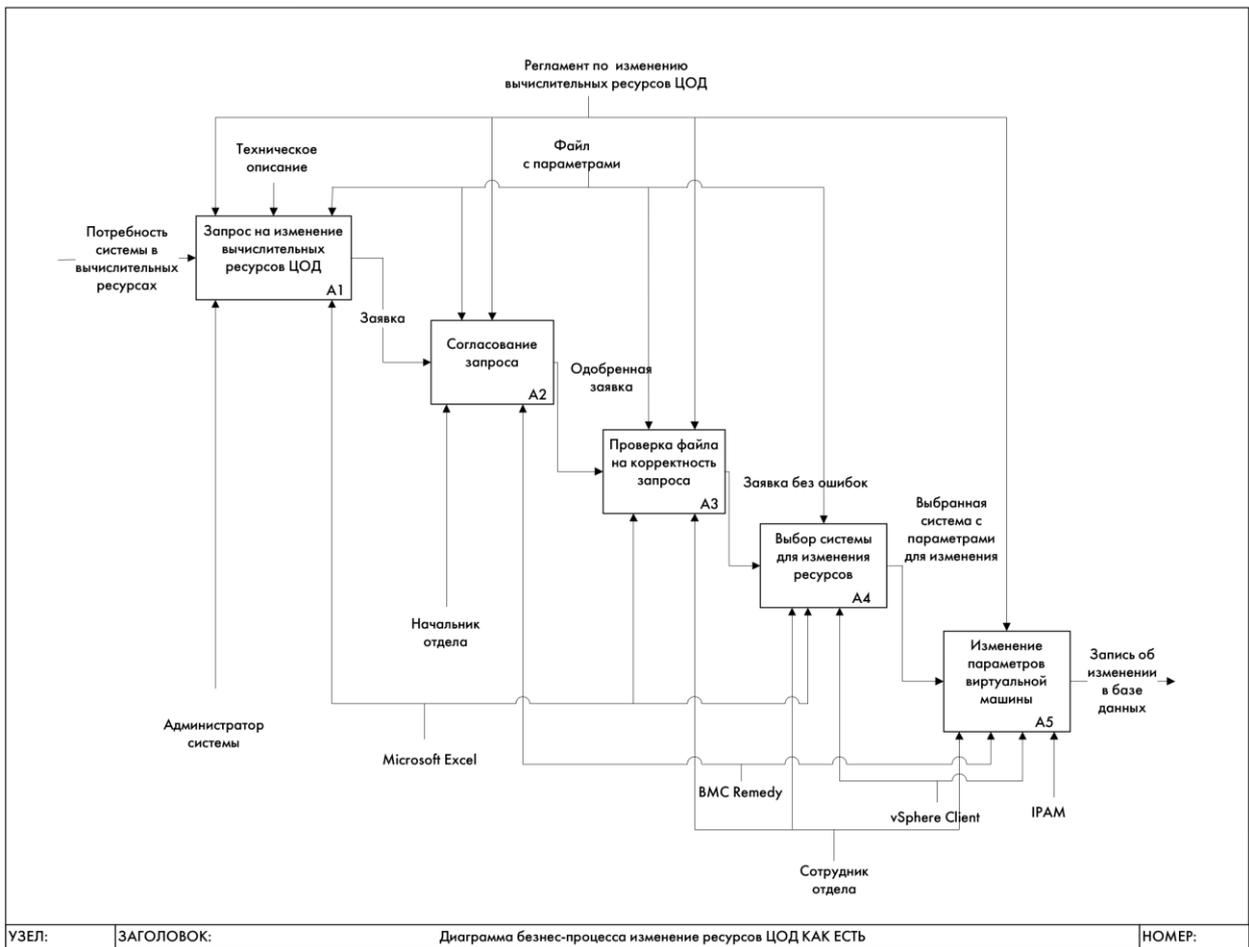


Рисунок 8 – Декомпозиция диаграммы бизнес-процесс изменения ресурсов системы КАК ЕСТЬ

Для того, чтобы раскрыть роли сотрудников управления и обозначить их функции в бизнес-процессе разработана диаграмма дорожек.

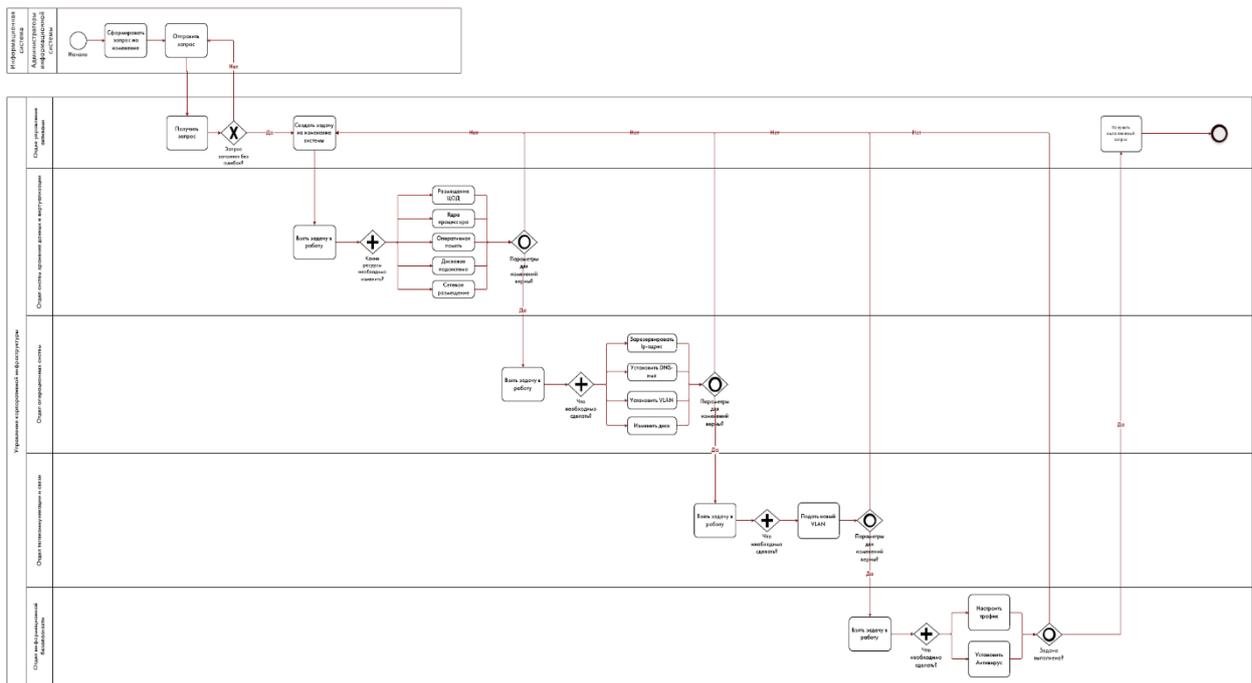


Рисунок 9 – Диаграмма дорожек процесса изменения ресурсов системы КАК ЕСТЬ

С помощью разработанных диаграмм можно определить узкие места процесса и возможные точки улучшения.

- Первой точкой улучшения могут стать механизмы извлечения данных из файла с параметрами изменения системы.
- Второй точкой улучшения может стать механизм изменения ресурсов системы по параметрам, извлеченным из файла.
- Третьей точкой улучшения можно считать логирование всех изменений, проводимых в информационных системах.

Все эти процессы могут быть автоматизированы, что позволит управлению корпоративной инфраструктуры более эффективно достигать своих основных целей:

- своевременное изменение вычислительных ресурсов ЦОД;
- бесперебойная работа ИС.

2.4. Логическое моделирование процесса автоматизации изменения ресурсов информационных систем организации

Для демонстрации оптимизации бизнес-процесса была построена модель КАК ДОЛЖНО БЫТЬ.

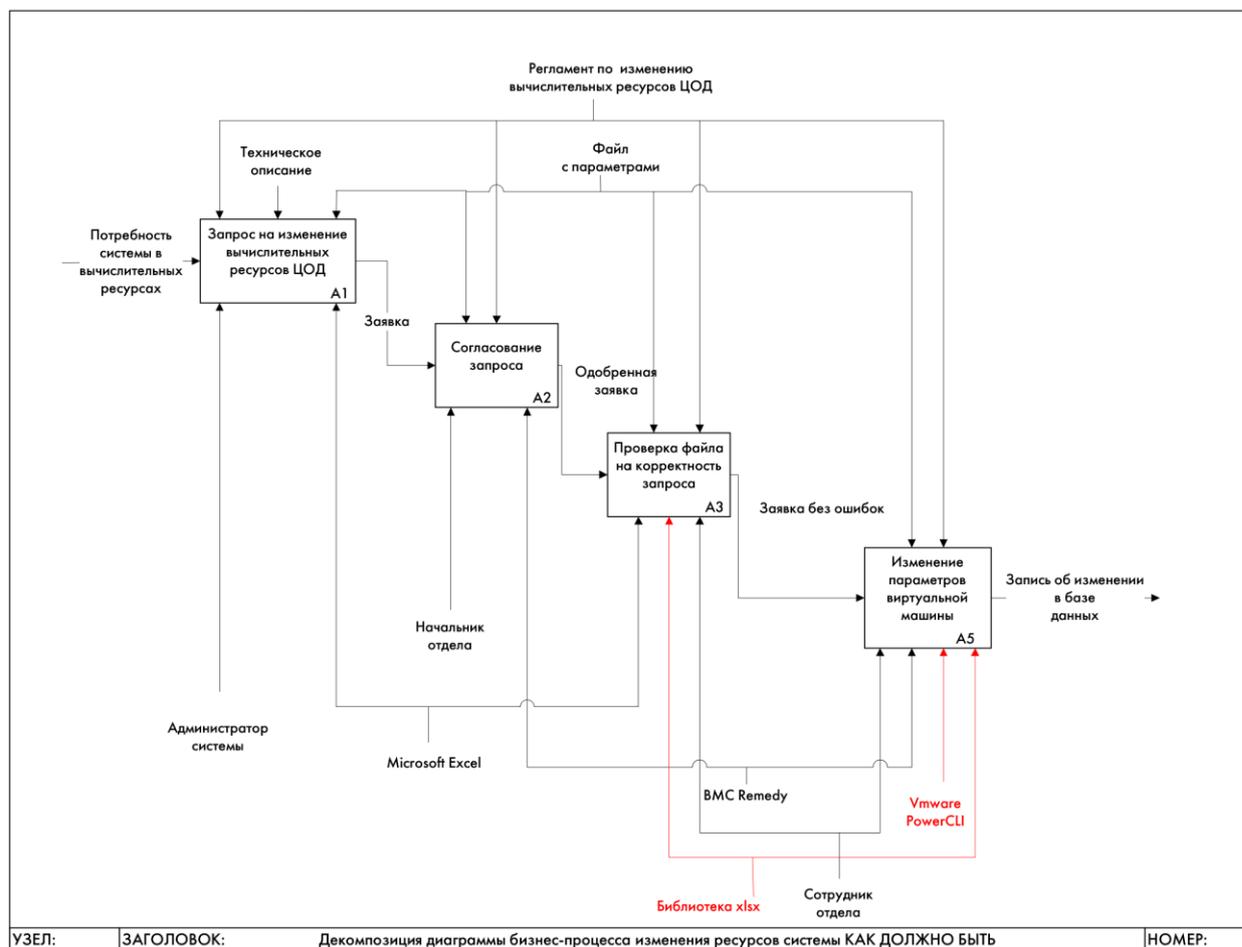


Рисунок 10 – Декомпозиция диаграммы бизнес-процесса изменения ресурсов системы КАК ДОЛЖНО БЫТЬ

Для того, чтобы раскрыть роли сотрудников управления и обозначить из функции в бизнес-процессе разработана диаграмма дорожек.

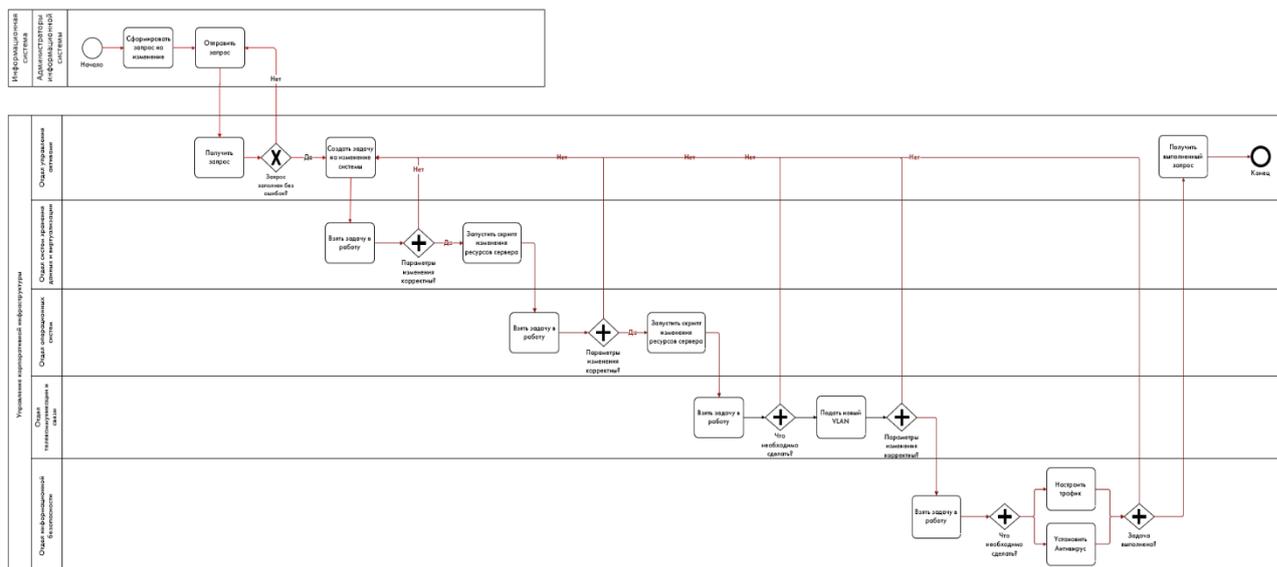


Рисунок 11 – Диаграмма дорожек процесса изменения ресурсов системы КАК ДОЛЖНО БЫТЬ

Как видно из представленных диаграмм, автоматизация бизнес-процесса позволила сократить время на его выполнение за счет следующих принципиальных изменений:

- Ручной ввод данных IP Address Management (IPAM) заменяется автоматизированным вводом данных в систему изменений ресурсов информационных систем;
- Ручной перенос значений из файла-заявки параметров, которые необходимо изменить в системе, выполняется автоматически с помощью библиотеки `xlsx` языка программирования JavaScript;
- Изменение ресурсов информационных систем выполняется скриптом `vmWare PowerCLI` с учетом данных, собранных из файла-заявки;
- Информация об изменениях будет вноситься автоматически при открытии файла-заявки.

Автоматизация управления виртуальной инфраструктурой организации позволит повысить эффективность назначения ресурсов информационным системам организации:

- Сокращение временных затрат на выполнение операций по изменению ресурсов информационных систем организации;

- Повышение гибкости управления информационными системами;
- Экономия на персонале за счет сокращения ручных операций;
- Снижение количества ошибок при обработке запросов.

Используя диаграмму потока данных, рассмотрим заинтересованные стороны, которые будут взаимодействовать с этими данными.

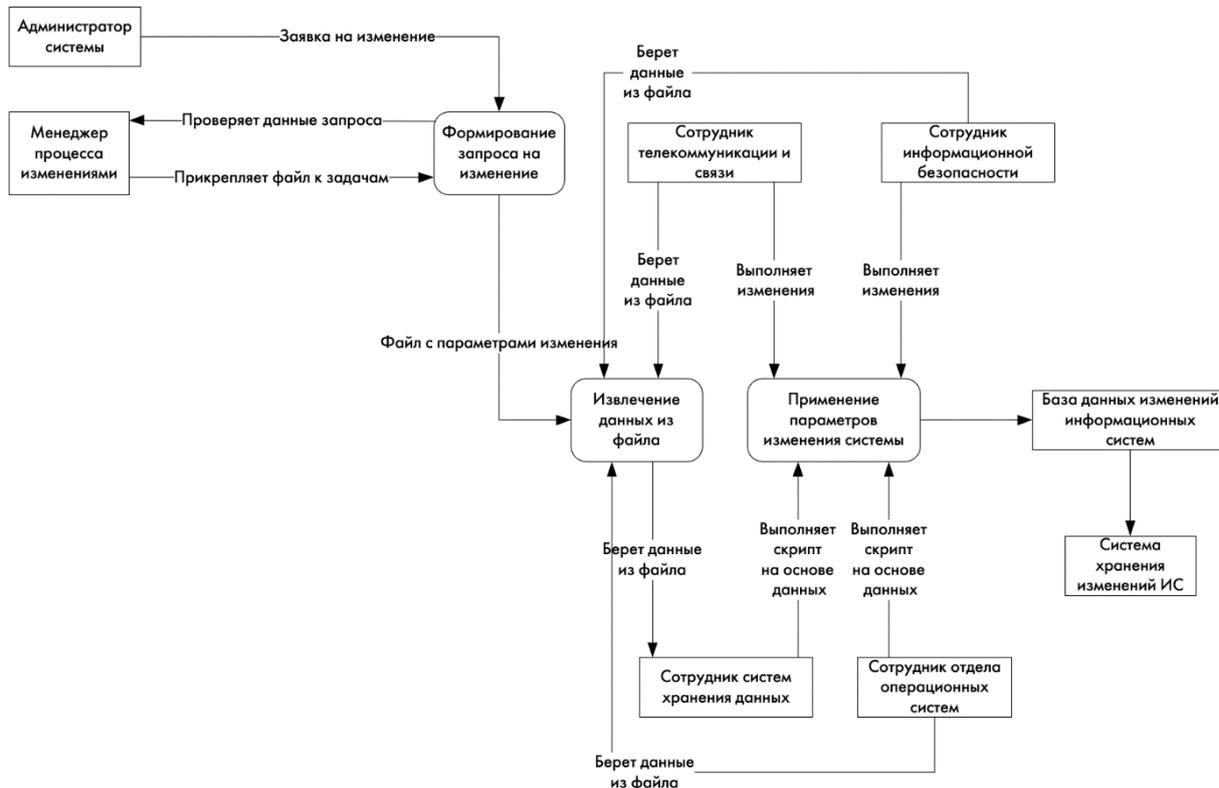


Рисунок 12 – Диаграмма потока данных, которые проходят через систему

С помощью UML диаграммы вариантов использования опишем, какой функционал автоматизированной системы будет доступен различным пользователям.

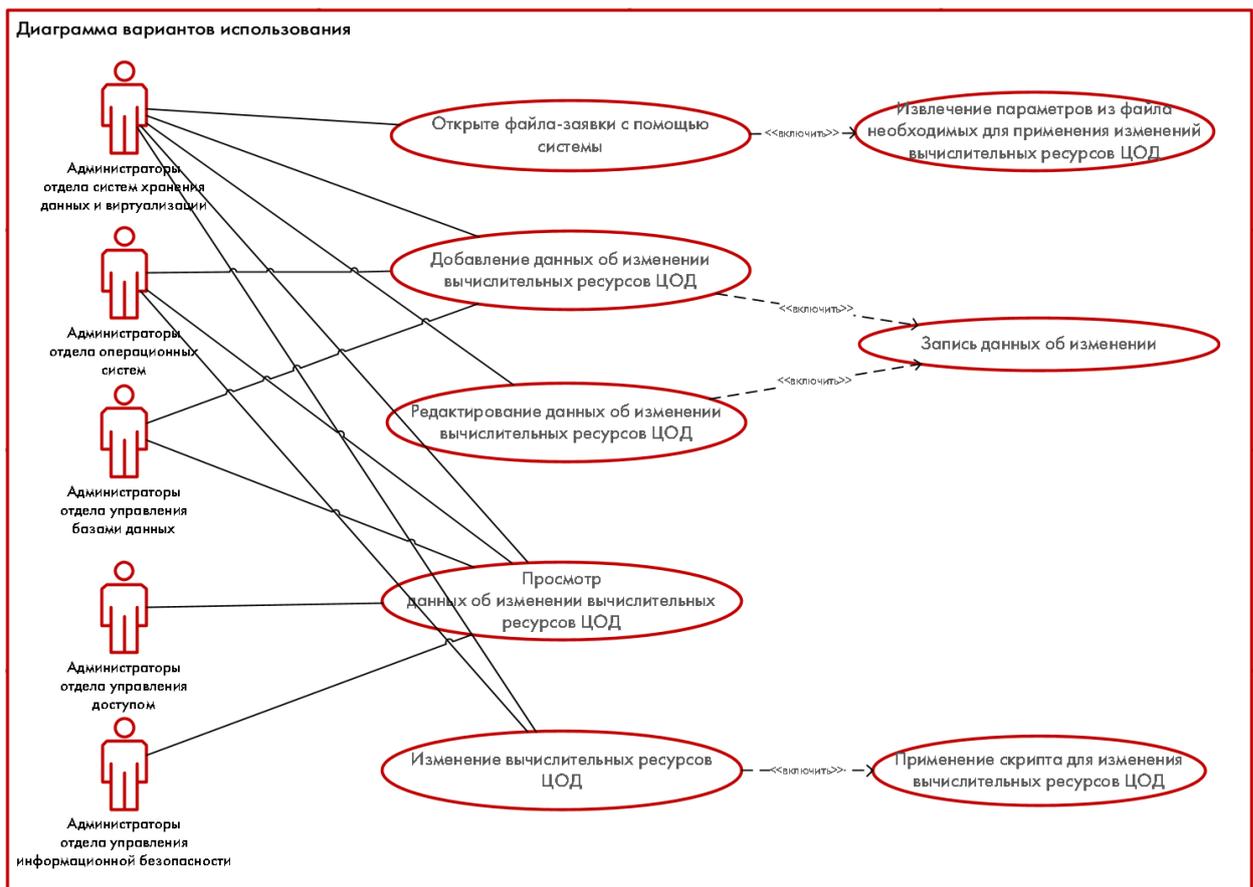


Рисунок 13 – UML-диаграмма вариантов использования

На этой диаграмме можно выделить следующие группы пользователей:

- администраторы отдела систем хранения данных и виртуализации,
- администраторы отдела операционных систем,
- администраторы отдела управления базами данных,
- администраторы отдела управления доступом,
- администраторы отдела управления информационной безопасностью.

Каждая из групп пользователей может пользоваться системой следующим образом.

Администраторы отдела систем хранения данных и виртуализации. могут:

- открыть файл заявки с помощью системы;
- извлечь данные из файла;
- добавить информацию об изменении;

- редактировать информацию об изменении;
- просматривать информацию об выполненных изменениях;
- изменить вычислительные ресурсы ЦОД;
- выполнить скрипт на изменение.

Администраторы отдела операционных систем могут:

- добавить информацию об изменении;
- просматривать информацию об выполненных изменениях;
- изменить вычислительные ресурсы ЦОД;
- выполнить скрипт на изменение.

Администраторы систем хранения данных могут:

- извлечь данные из файла-заявки с параметрами;
- записать информацию об вычислительных ресурсах ЦОД, которые были изменены.

Администраторы операционных систем могут:

- изменять и назначать вычислительные ресурсы ЦОД;
- записать информацию об вычислительных ресурсах ЦОД, которые были изменены.

Администраторы отдела управления базами данных могут:

- просматривать информацию об выполненных изменениях.

Администраторы отдела управления доступом могут:

- просматривать информацию об выполненных изменениях.

Администраторы отдела управления информационной безопасностью:

- просматривать информацию об выполненных изменениях.

Вывод по второй главе

В результате выполнения второй главы работы были описаны особенности нефтяной компании в связи с управлением виртуальной инфраструктурой организации.

Систематизированы специфические характеристики нефтяной компании, которые необходимо учитывать при выборе методов и подходов к управлению.

Проведен анализ теоретических подходов к управлению процессами в организации. Показано, что в рамках данного исследования оптимальной является методология BPM, которая предполагает необходимость концептуального моделирования бизнес-процессов с целью их анализа симуляции, мониторинга, изменения.

Обосновано использование для достижения цели диссертации функциональной и структурной моделей бизнес-процессов, в частности IDEF0, DFD, UML, BPMN.

С использованием этих инструментов разработана логическая модель процесса автоматизации изменения ресурсов информационных систем организации.

Глава 3. Проектирование технологии автоматизации процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры

3.1. Автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга

Процесс обработки запросов может быть описан следующим образом. В процессе участвуют две группы специалистов. С одной стороны, это администраторы различных информационных систем организации, которые отправляют запрос об изменении вычислительных ресурсов информационных систем, расположенных в ЦОД. С другой стороны, это сотрудники отделов, принимающих участие в процессе изменения, которые получают поданный администраторами запрос.

Сотрудники сначала добавляют полученные от администраторов данные о проводимых изменениях над системой, далее обрабатывают запрос, разбирая его на необходимые данные для скрипта изменения. После запускают скрипт, который проводит изменения ресурсов уже в системе виртуализации (VMware vSphere), далее меняют статус запроса на «закрыт». Автоматизация процесса обработки запроса реализуется на трех основных этапах:

- автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга,
- сохранение данных об изменении вычислительных ресурсов ЦОД,
- автоматизация процесса назначения ресурсов с использованием программного кода.

Сбор и систематизация данных запроса на момент разработки системы представлена на рисунке 14.

Автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга

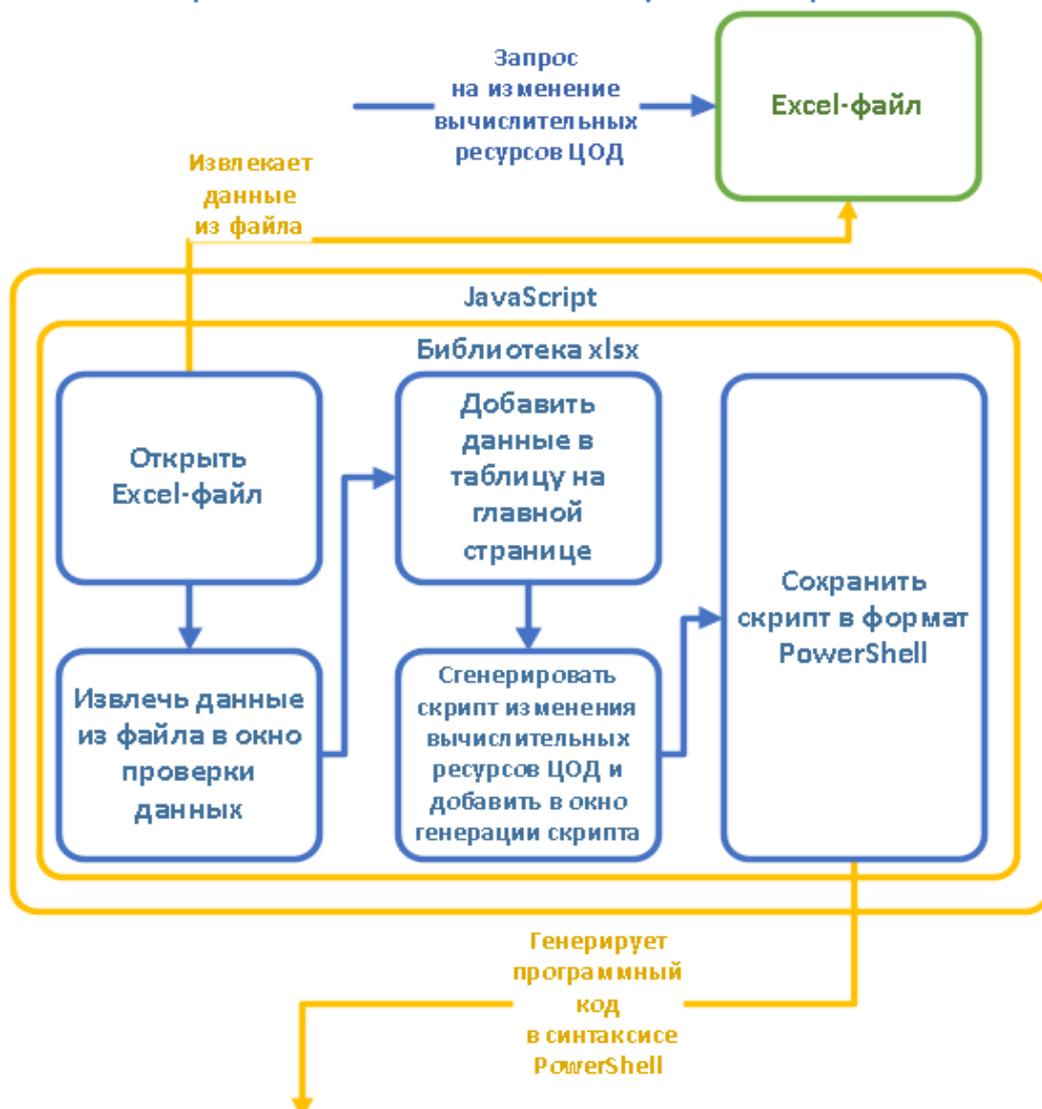


Рисунок 14 – Автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритма парсинга

С помощью скрипта, написанного на языке разработки JavaScript, используя библиотеку `xlsx`, осуществляется разбор шаблона заявки на изменение вычислительных ресурсов ЦОД, представляющего собой excel-файл с заполненной по нормативным требованиям организации формой. Для удобства пользователя (сотрудника ОСХДиВ) также разработан web-интерфейс, разметка которого выполнена на языке HTML с применением

каскадной таблицей стилей CSS. Окно авторизации представлено на рисунке 15, основной интерфейс – на рисунке 16.

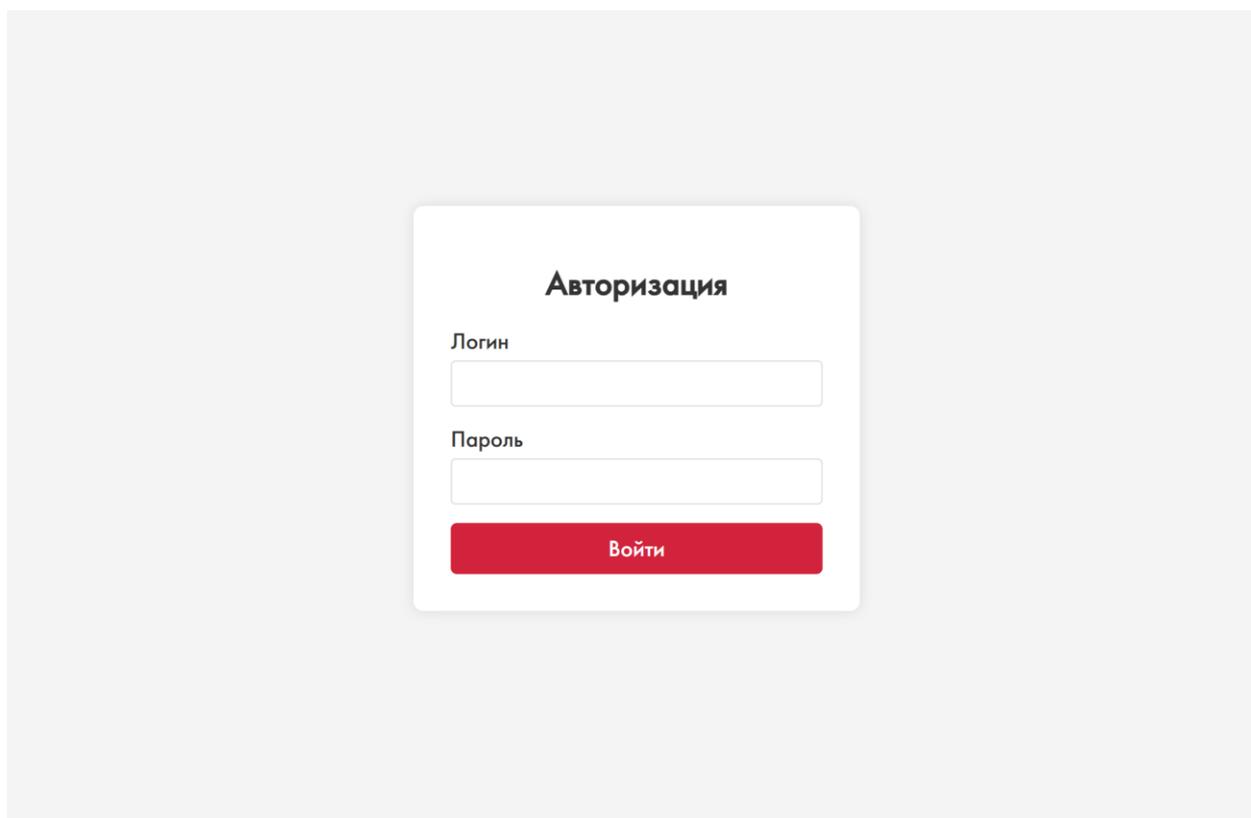


Рисунок 15 – Окно авторизации в системе

| Журнал изменений вычислительных ресурсов ЦОД | | | | | | | | | | Внести изменения | Сгенерировать скрипт |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------------|---------------|--|----------------|-----------------------------------|------------------|----------------------|
| Тип заявки | Номер запроса | Администратор | Телефон | Электронная почта | Имя сервера | Класс системы | Место размещения | Сеть | Операционная система | | |
| Создание Creation | REQ000000123456 | Иванов И.И. | 08(495)328-03 | example@lukoil.com | template.srv.lukoil.com | PRD | ЦОД (г.Москва, Сретенский б-р д.11) | 192.168.0.1/24 | Astra Linux Special Edition 1.7.5 | | |
| Изменение Change | REQ000000234567 | Петров П.П. | 08(495)328-03 | example2@lukoil.com | template2.srv.lukoil.com | PRD | ЦОД (г.Москва, Коровинское шоссе д.41) | 192.168.1.1/24 | Astra Linux Special Edition 1.8.1 | | |
| Удаление Delete | REQ00000034567 | Петров П.П. | 08(495)328-03 | example3@lukoil.com | template3.srv.lukoil.com | PRD | ЦОД (г.Волгоград, ул. Лесогорская д.85) | 192.168.1.1/24 | Windows Server 2016 | | |

Рисунок 16 – Интерфейс основной страницы

Для открытия файла необходимо кликнуть на кнопку «Внести изменения» после чего откроется модальное окно, в котором происходит извлечение данных и их проверка на корректность заполнения (рис. 17).

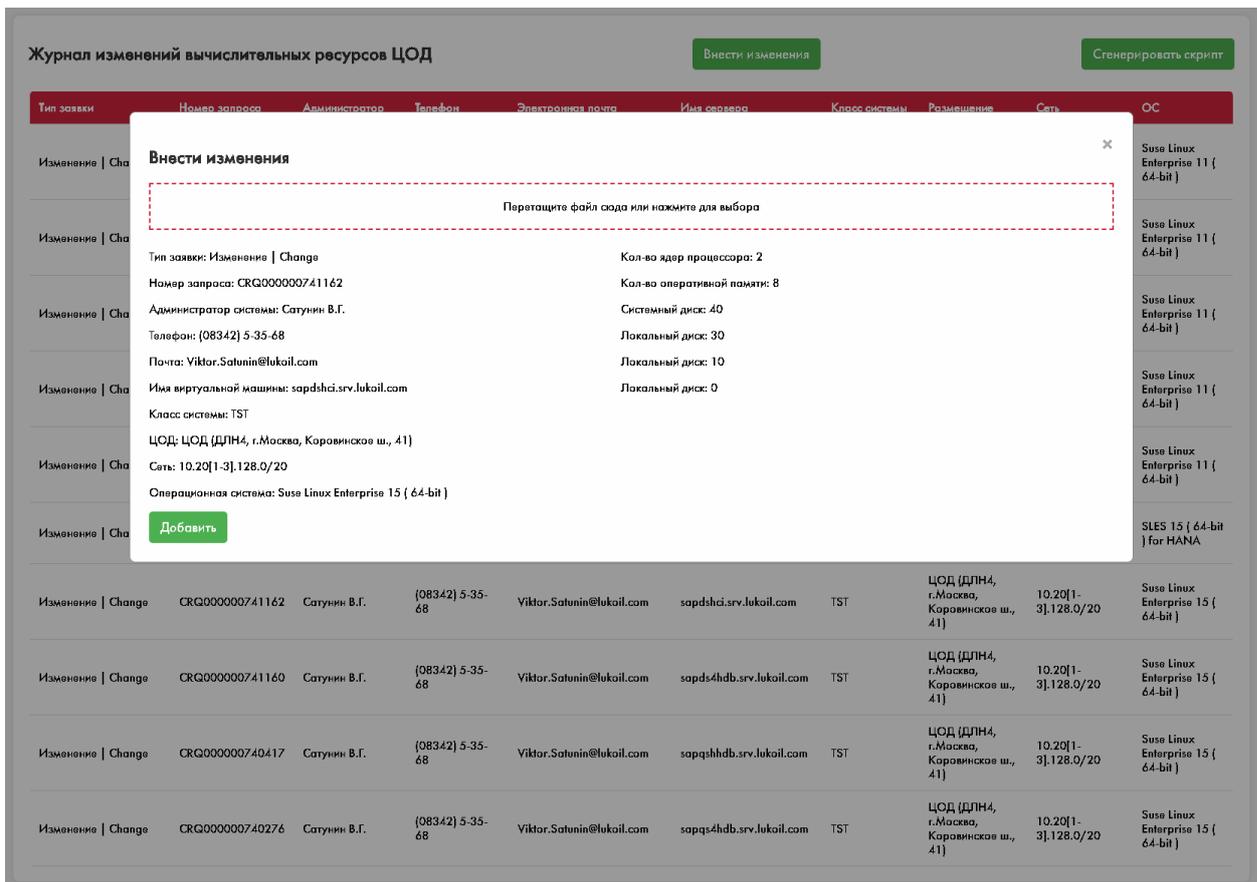


Рисунок 17 – Окно проверки данных перед добавлением

После проверки при нажатии кнопки «Добавить» данные заполняются в таблицу и модальное окно закрывается. Для генерации скрипта по добавленным данным необходимо нажать кнопку «Сгенерировать скрипт» (рис. 16), после чего откроется новое модальное окно с текстом скрипта в синтаксисе языка PowerCLI (рис. 18).

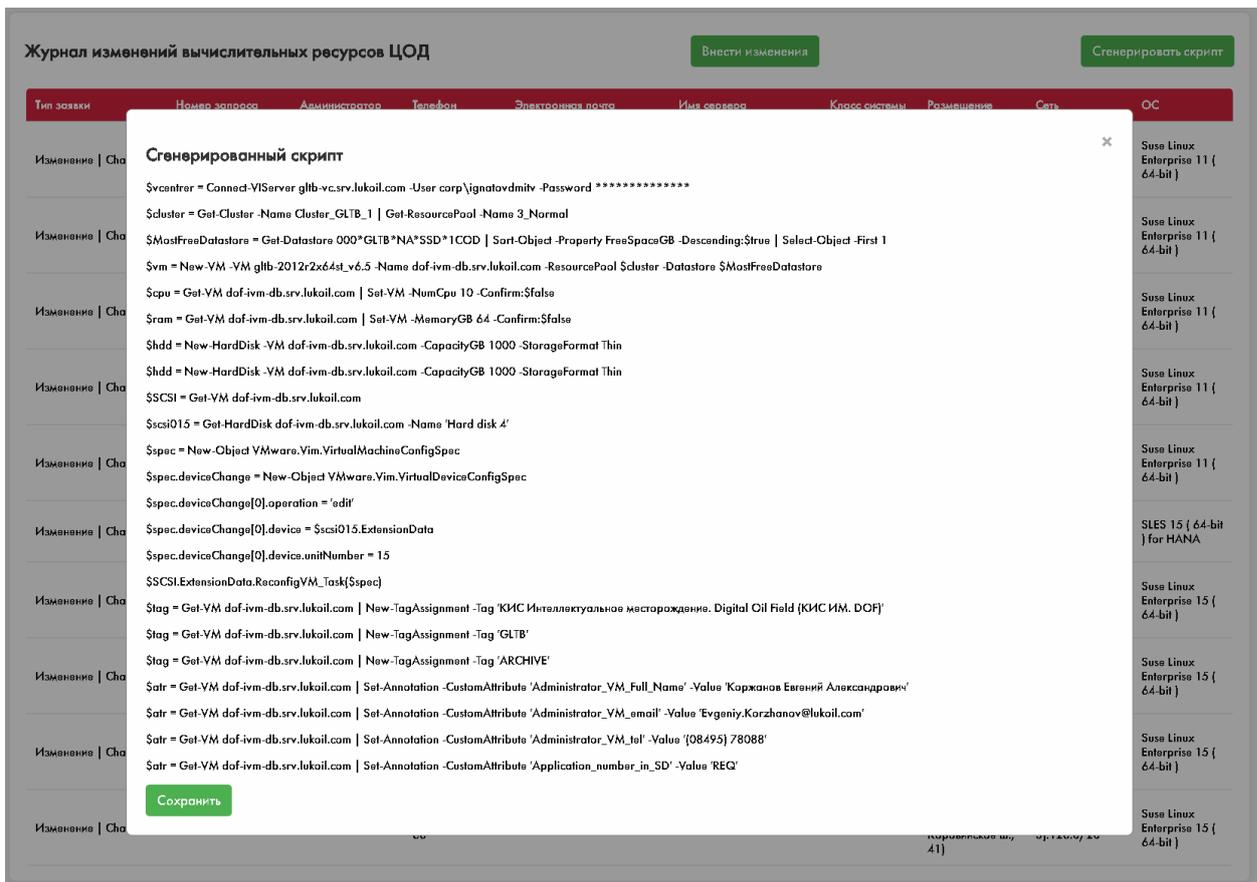


Рисунок 18 – Окно сгенерированного скрипта перед его сохранением в формате .ps1

Далее нажимаем кнопку «Сохранить». В результате исходный excel-файл преобразовывается в файл Windows PowerShell с расширением .ps1 и представляет собой скрипт, в котором код написан на языке программирования PowerShell [89], и который затем выполняется утилитой командной строки Windows PowerShell. Таким образом процесс автоматизации исключает необходимость ручного переноса данных из исходного excel-файла заявки в консоль управления vmWare vSphere, который до автоматизации осуществлялся сотрудником.

Далее опишем более подробно процесс автоматизированного извлечения данных из заявки-запроса на изменение ресурсов. Заявка представляет собой Excel-файл в котором содержится следующая информация:

- Имя системы, для которой изменяются вычислительные ресурсы.
Например, мониторинг насосных станций буровых скважин;
- Администратор системы (ФИО, контактные данные);

- Имя сервера, на котором расположены вычислительные ресурсы системы;
- Класс системы, который определяется фазой ее жизненного цикла: разработка, тестирование, функционирование, архивные системы;
- Адрес физического разрешения ЦОД;
- Сетевой интерфейс;
- Гостевая операционная система;
- Количество ядер процессора виртуальной машины;
- Объем оперативной памяти виртуальной машины;
- Объем файла подкачки (swap-диск) виртуальной машины;
- Информация об изменении вычислительных ресурсов:
 - Текущий размер дисков, Гб;
 - Величина изменения размера дисков, Гб;
 - Целевой размер дисков, Гб.

С помощью разработанного скрипта осуществляется сбор данной информации по следующему алгоритму:

- Этап 1. Выбор ЦОД, где будет выполнено изменение.
- Этап 2. Выбор класса системы, которая будет изменена.
- Этап 3. Выбор хранилища для размещения изменяемых ресурсов.
- Этап 4. Выбор шаблона операционной системы, которую необходимо создать / изменить / удалить.
- Этап 5. Выбор объема ядер процессора, которые необходимо добавить или уменьшить.
- Этап 6. Выбор объёма оперативной памяти, которые необходимо добавить или уменьшить.
- Этап 7. Выбор количества жестких дисков и объем каждого диска.
- Этап 8. Выбор сетевого размещение вычислительных ресурсов.

Часть скрипта на языке разработки JavaScript представлена на рисунке

```

let extractedData = {};

function toggleDetails(row) {
  const detailsRow = row.nextElementSibling;
  detailsRow.style.display = detailsRow.style.display === 'table-row' ? 'none' : 'table-row';
}

function openModal() {
  document.getElementById("myModal").style.display = "block";
}

function closeModal() {
  document.getElementById("myModal").style.display = "none";
  document.getElementById("file-list").innerHTML = '';
  extractedData = {};
}

const dropZone = document.getElementById('drop-zone');
const fileInput = document.getElementById('file-input');
const fileList = document.getElementById('file-list');

dropZone.addEventListener('click', () => fileInput.click());

dropZone.addEventListener('dragover', (event) => {
  event.preventDefault();
  dropZone.classList.add('hover');
});

dropZone.addEventListener('dragleave', () => {
  dropZone.classList.remove('hover');
});

dropZone.addEventListener('drop', (event) => {
  event.preventDefault();
  dropZone.classList.remove('hover');
  const files = event.dataTransfer.files;
  handleFiles(files);
});

fileInput.addEventListener('change', (event) => {
  handleFiles(event.target.files);
});

function handleFiles(files) {
  const file = files[0];
  if (file && file.type === 'application/vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet') {
    readExcelFile(file);
  } else {
    alert('Пожалуйста, загрузите файл формата .xlsx');
  }
}

async function readExcelFile(file) {
  const data = await file.arrayBuffer();
  const workbook = XLSX.read(data);
  const worksheet = workbook.Sheets[workbook.SheetNames[0]];

  const j3Value = worksheet['J3'] ? worksheet['J3'].v : '';
  const u2Value = worksheet['U2'] ? worksheet['U2'].v : '';
  const j10Value = worksheet['J10'] ? worksheet['J10'].v : '';
  const k12Value = worksheet['K12'] ? worksheet['K12'].v : '';
  const j12Value = worksheet['J12'] ? worksheet['J12'].v : '';
  const l10Value = worksheet['L10'] ? worksheet['L10'].v : '';
  const m10Value = worksheet['M10'] ? worksheet['M10'].v : '';
  const j15Value = worksheet['J15'] ? worksheet['J15'].v : '';

  const j16Value = worksheet['J16'] ? worksheet['J16'].v : '';

  const c17Value = worksheet['C17'] ? worksheet['C17'].v : '';
  const j17Value = worksheet['J17'] ? worksheet['J17'].v : '';

  const c18Value = worksheet['C18'] ? worksheet['C18'].v : '';
  const j18Value = worksheet['J18'] ? worksheet['J18'].v : '';
}

```

Рисунок 19 – Пример скрипта, написанного на языке JavaScript с использованием библиотеки `xlsx`, собирающий информацию об изменении вычислительных ресурсов из файла заявки на изменение ресурсов

Этот скрипт позволяет собрать информацию об изменении вычислительных ресурсов.

Код выполняет четыре функции:

- Первая функция позволяет просмотреть более подробную информацию о записи и выполненных изменениях;
- Вторая функция открывает модальное (всплывающее) окно;
- Третья функция закрывает модальное (всплывающее) окно;
- Четвертая функция задает тип и формат загружаемого файла.

3.2. Автоматизация процесса назначения ресурсов с использованием программного кода

Процесс назначения ресурсов происходит с помощью расширения PowerCLI для Windows PowerShell, которое включает перечисленные ниже модули для управления [91], [93], [94]:

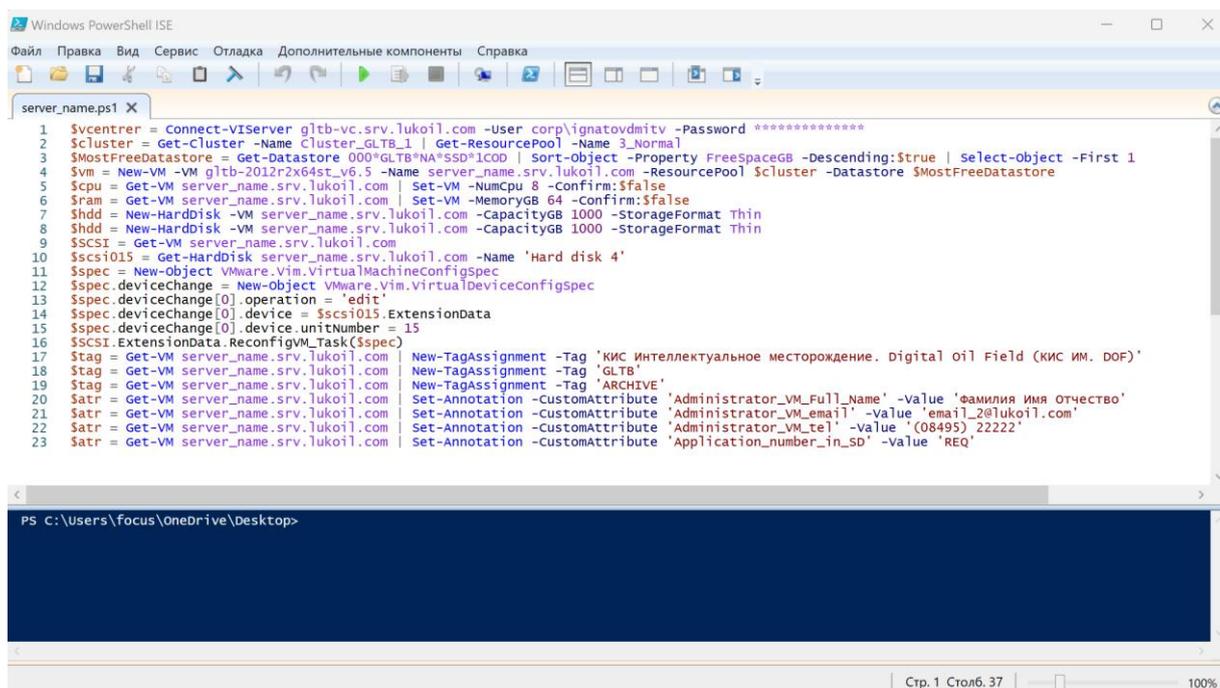
- VMware.PowerCLI,
- VMware.PowerCLI.Sdk,
- VMware.PowerCLI.Sdk.Types,
- VMware.PowerCLI.VCenter,
- VMware.PowerCLI.VCenter.Types.ApplianceService,
- VMware.PowerCLI.VCenter.Types.CertificateManagement.

Расширение PowerCLI используется для мониторинга и автоматизации виртуальной инфраструктуры, включая виртуальные ЦОД, сети, VM, vApp, шаблоны vApp, гостевые ОС, позволяет администрировать виртуальные ЦОД через консоль Powershell, а также запускать скрипты для автоматизации операций, выполняющихся вручную в VMware vSphere [95].

После генерации файла-скрипта .ps1, процесс которой описан в предыдущем параграфе, сотрудник запускает его в интегрированной среде сценариев PowerShell ISE (рис. 20). Интегрированная среда сценариев Windows PowerShell (ISE) является ведущим приложением для Windows PowerShell. В ISE можно запускать команды, записывать и тестировать

скрипты, а также выполнять их отладку в едином графическом пользовательском интерфейсе на базе Windows.

После запуска файла скрипта происходит автоматическое распределения ресурсов согласно запросу. При этом процесс изменения параллельно можно отслеживать в vmWare vSphere Client.



```
server_name.ps1 X
1 $vcenter = Connect-VIServer gltb-vc.srv.lukoil.com -User corp\ignatovdmitry -Password *****
2 $cluster = Get-Cluster -Name Cluster_GLTB_1 | Get-ResourcePool -Name 3_Normal
3 $mostFreeDatastore = Get-Datastore 000*GLTB*NA*SSD*1CO0 | Sort-Object -Property FreeSpaceGB -Descending:$true | Select-Object -First 1
4 $vm = New-VM -VM gltb-2012r2x64st_v6.5 -Name server_name.srv.lukoil.com -ResourcePool $cluster -Datastore $mostFreeDatastore
5 $cpu = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | Set-VM -NumCpu 8 -Confirm:$false
6 $ram = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | Set-VM -MemoryGB 64 -Confirm:$false
7 $hdd = New-HardDisk -VM server_name.srv.lukoil.com -CapacityGB 1000 -StorageFormat Thin
8 $hdd = New-HardDisk -VM server_name.srv.lukoil.com -CapacityGB 1000 -StorageFormat Thin
9 $scsi = Get-VM server_name.srv.lukoil.com
10 $scsi015 = Get-HardDisk server_name.srv.lukoil.com -Name 'Hard disk 4'
11 $spec = New-Object VMware.Vim.VirtualMachineConfigSpec
12 $spec.deviceChange = New-Object VMware.Vim.VirtualDeviceConfigSpec
13 $spec.deviceChange[0].operation = 'edit'
14 $spec.deviceChange[0].device = $scsi015.ExtensionData
15 $spec.deviceChange[0].device.unitNumber = 15
16 $scsi.ExtensionData.ReconfigVM_Task($spec)
17 $tag = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | New-TagAssignment -Tag 'КИС Интеллектуальное месторождение. Digital Oil Field (КИС ИМ. DOF)'
18 $tag = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | New-TagAssignment -Tag 'GLTB'
19 $tag = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | New-TagAssignment -Tag 'ARCHIVE'
20 $atr = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | Set-Annotation -CustomAttribute 'Administrator_VM_Full_Name' -value 'Фамилия Имя Отчество'
21 $atr = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | Set-Annotation -CustomAttribute 'Administrator_VM_email' -value 'email_2@lukoil.com'
22 $atr = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | Set-Annotation -CustomAttribute 'Administrator_VM_tel' -value '(08495) 22222'
23 $atr = Get-VM server_name.srv.lukoil.com | Set-Annotation -CustomAttribute 'Application_number_in_SD' -value 'REQ'
```

PS C:\users\focus\OneDrive\Desktop>

Стр. 1 Столб. 37 100%

Рисунок 20 – Код в интегрированной среде сценариев PowerShell ISE

После запуска данного кода происходит изменение ресурсов виртуальной машины в соответствии с указанными в файле-заявке параметрами.

Общий процесс автоматизации изменения вычислительных ресурсов ЦОД представлен на рисунке 21.

Автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга

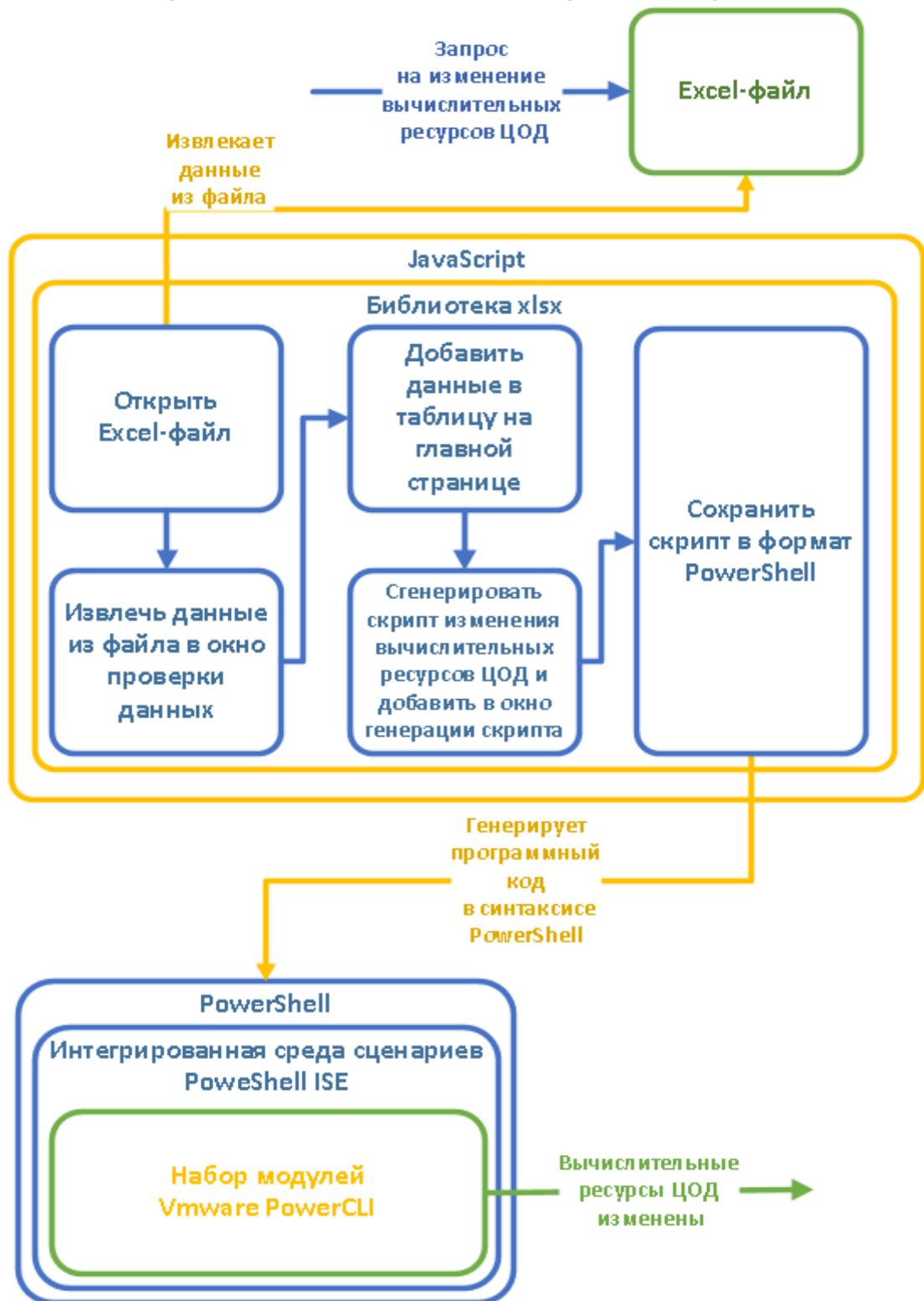


Рисунок 21 – Автоматизация процесса сбора, систематизации данных запроса и распределения ресурсов

В результате выполнения операций, описанных в параграфах 3.1 и 3.2, происходит изменения вычислительных ресурсов ЦОД в соответствии с запросами от администраторов.

3.3. Автоматизация процесса записи об изменении ресурсов в базу данных

Для хранения данных об изменении вычислительных ресурсов ЦОД спроектируем схему базы данных (рис.22).

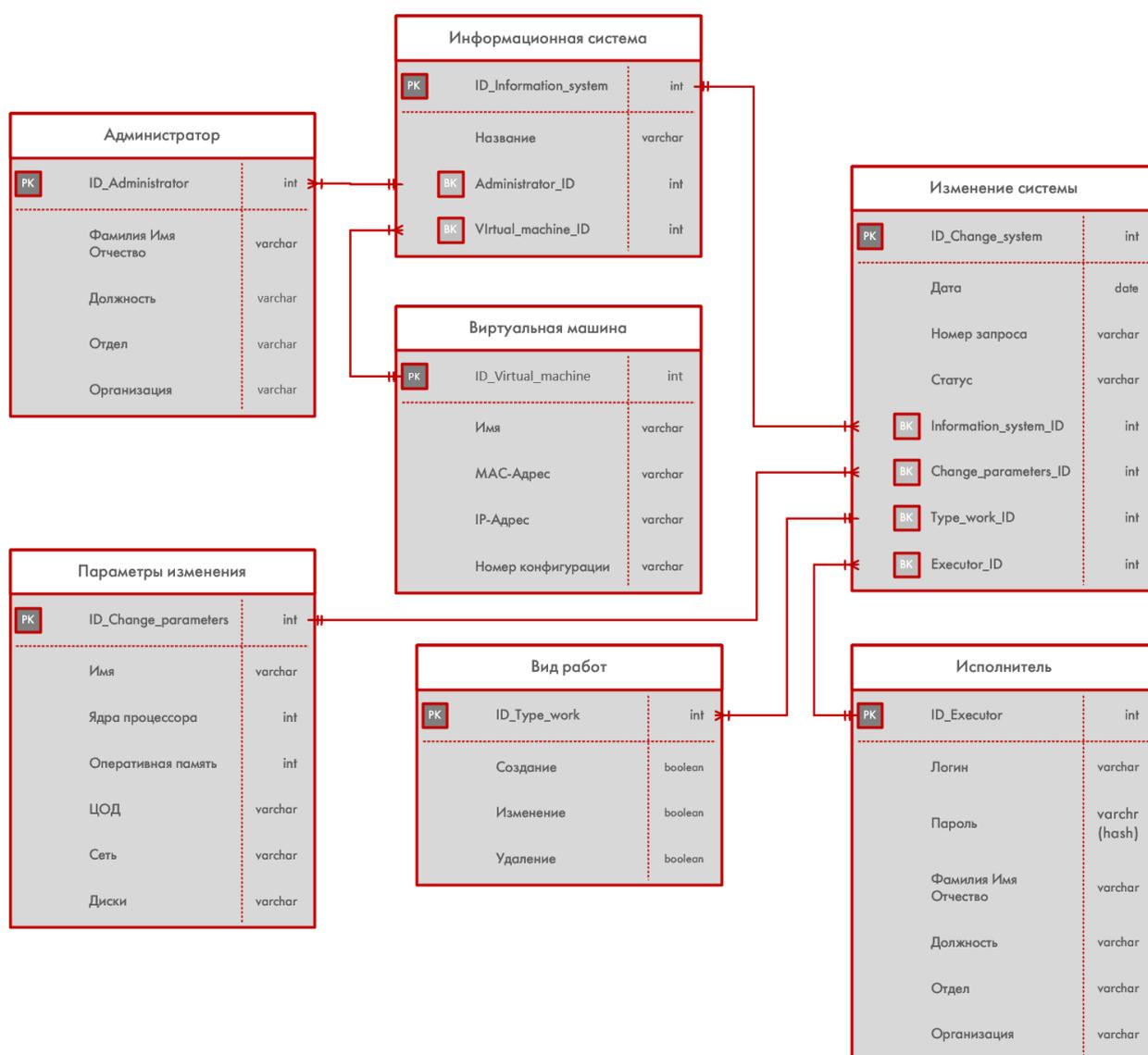


Рисунок 22 – Схема базы данных хранения информации об изменениях вычислительных ресурсов ЦОД.

Представим сущности в виде таблиц ниже.

Таблица 3 – Атрибуты сущности «Администратор»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Код администратора | Администратор системы | 1 |
| ФИО | Фамилия Имя Отчество администратора | Иванов Иван Иванович |
| Должность | Занимаемая должность в отделе | Специалист |
| Отдел | В каком отделе работает | Телекоммуникации и связи |
| Организация | Название организации | ООО «Технологии» |

Таблица 4 – Атрибуты сущности «Информационная система»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|
| Код информационная система | Уникальный идентификатор системы | 1 |
| Название | Название информационной системы | АСУ «СУПРИМ» |
| Администратор_ID | Идентификатор администратора | 1 |
| Виртуальная машина_ID | В каком отделе работает | 2 |

Таблица 5 – Атрибуты сущности «Вид работ»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|-------------------|--|--------|
| ID | Уникальный идентификатор вида работ | 1 |
| Создание | Флаг, указывающий на возможность создания | TRUE |
| Изменение | Флаг, указывающий на возможность изменения | TRUE |
| Удаление | Флаг, указывающий на возможность удаления | FALSE |

Таблица 6 – Атрибуты сущности «Виртуальная машина»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|-------------------|---|-------------------|
| ID | Уникальный идентификатор виртуальной машины | 1 |
| Имя | Название виртуальной машины | VM-1 |
| MAC-адрес | MAC-адрес виртуальной машины | 00:1A:2B:3C:4D:5E |
| IP-адрес | IP-адрес виртуальной машины | 192.168.1.10 |
| Номер KE | Номер ключа эвакуации (если применимо) | 123456 |

Таблица 7 – Атрибуты сущности «Изменение системы»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|---------------------------|---|---------------------|
| ID | Уникальный идентификатор изменения | 1 |
| Дата | Дата и время изменения | 2024-10-29 12:00:00 |
| Номер запроса | Номер запроса на изменение | REQ000000123456 |
| Параметры изменения_ID | Идентификатор параметров изменения | 1 |
| Исполнитель_ID | Идентификатор исполнителя | 2 |
| Информационная система_ID | Идентификатор информационной системы | 1 |
| Статус | Статус изменения (например, запланировано, завершено) | Запланировано |

Таблица 8 – Атрибуты сущности «Параметры изменения»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|------------------------------|---|-------------------|
| ID | Уникальный идентификатор параметров изменения | 1 |
| Изменение имени | Новое имя системы (если применимо) | Новая ERP-система |
| Изменение ядер | Изменение количества ядер | 4 |
| Изменение оперативной памяти | Изменение объема оперативной памяти | 16 ГБ |
| Изменение размещения в ЦОД | Новое размещение в центре обработки данных | ЦОД |
| Изменение сети | Изменение параметров сети | 192.168.1.0/24 |
| Изменение дисков | Изменения в конфигурации дисков | 2x500 ГБ |

Таблица 9 – Атрибуты сущности «Исполнитель»

| Название атрибута | Описание атрибута | Пример |
|-------------------|--|---|
| ID | Уникальный идентификатор исполнителя | 1 |
| Логин | Учетная запись исполнителя для авторизации | Ivanov |
| Пароль | Пароль исполнителя для авторизации | \$2b\$12\$eT0G9qN9fI4 WQGqeG8F7F.S8w7Q yuvVYev5NUb4nWHT 4eVhj1deA6 |

Продолжение Таблицы 9

| | | |
|-------------|---------------------------------------|-------------------------|
| ФИО | Полное имя исполнителя | Петров Петр Петрович |
| Должность | Должность исполнителя | Системный администратор |
| Отдел | Отдел, в котором работает исполнитель | ИТ-отдел |
| Организация | Название организации | ООО "Технологии" |

Перечислим сущности спроектированной базы данных:

- Сущность «Администратор» хранит в себе информацию об администраторе информационной системы, который запрашивает вычислительные ресурсы;
- Сущность «Информационная система» хранит в себе информацию об информационной системе, ID администратора этой системы и пользователя, которому доступна информация об изменениях вычислительных ресурсов;
- Сущность «Изменение системы» хранит в себе информацию о дате проведения работ и номере запроса, на основании которого были проведены работы;
- Сущность «Виртуальная машина» хранит в себе информацию об имени виртуальной машины, MAC-Адресе, IP-Адресе, номере конфигурации;
- Сущность «Вид работ» хранит в себе информацию о том, какие работы проводились с информационной системой (создание, изменение, удаление);
- Сущность «Параметры изменения» хранит в себе информацию о том, какие параметры системы были изменены при выполнении работ.
- Сущность «Исполнитель» хранит в себе информацию о сотруднике, проводившем работы.

3.4. Апробация и оценка эффективности автоматизированной системы управления виртуальной инфраструктурой

Для апробации гипотезы исследования был проведен эксперимент по внедрению системы автоматизации управления виртуальной инфраструктурой в управлении корпоративной инфраструктурой ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии», проводившейся в рамках производственной практики с 02.09.2024 по 02.10.2024 гг.

Теоретическую основу эксперимента составила разработанная автором модель бизнес-процесса изменения ресурсов. За время проведения эксперимента автор, используя разработанную технологию, обработал 300 запросов на изменение вычислительных ресурсов ЦОД. Для оценки эффективности разработанной модели сравнивались статистические данные по обработке запросов за сентябрь 2024 г. и усредненные данные за период с января по август 2024г., когда процесс изменения вычислительных ресурсов ЦОД не был автоматизирован.

Эффективность предложенной автором системы автоматизации оценивалась по следующим критериям:

- временные затраты на выполнение операций по изменению ресурсов информационных систем организации,
- количество сотрудников необходимых для выполнения работ,
- количество ошибок при обработке запросов.

Далее представлены результаты эксперимента.

Для оценки результатов эксперимента проведены измерения по представленным критериям до внедрения автоматизированной системы и после ее внедрения. Сравнительный анализ результатов представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Сравнение показателей эффективности систем управления виртуальной инфраструктурой

| Показатель | До автоматизации | После автоматизации | Рост эффективности, % |
|--|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Временные затраты | 20 минут на 1 запрос | 5 минут на 1 запрос | 300 |
| Количество ошибок при обработке запросов | 10 ошибок на 100 запросов | 1 ошибка на 100 запросов | 900 |
| Количество запросов, обработанных после истечения крайнего срока | 5 запросов в месяц | 1 запрос в месяц | 400 |
| Человеко-часы, требуемые для выполнения запросов на изменения вычислительных ресурсов ЦОД в неделю | 20 человеко-часов в неделю | 5 человеко-часов в неделю | 300 |

Присвоив каждому критерию эффективности весовой коэффициент равный единице, можно рассчитать среднюю эффективность автоматизации системы, используя среднее арифметическое. Соответственно эффективность системы после автоматизации увеличится на 475%.

Вывод по третьей главе

В результате выполнения третьей главы разработана система автоматизации процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры, которая включает в себя три последовательных процесса: 1) автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга, 2) сохранение данных об изменении вычислительных ресурсов ЦОД, 3) автоматизация процесса назначения ресурсов с использованием программного кода. Для автоматизации процесса

сбора и систематизации данных разработан алгоритм парсинга с использованием скрипта, написанного на языке разработки JavaScript с подключенной библиотекой `xlsx`. Автоматизация процесса назначения ресурсов происходит с помощью сгенерированного скрипта на языке PowerShell, используя модуль `PowerCLI`. Произведенные изменения сохраняются в базу данных автоматически после выполнения процедуры проверки на первом этапе.

Разработанная система автоматизации исключает необходимость сверки данных вручную, ускоряет процесс записи данных об изменении, автоматически генерирует скрипт для изменения ресурсов, что значительно снижает время выполнения задачи и сокращает количество ошибок.

Заключение

В ходе проведения диссертационного исследования была разработана и протестирована система автоматизации распределения вычислительных ресурсов ЦОД.

Теоретическую основу исследования составили научные разработки в области управления виртуальной инфраструктурой предприятия, результаты которых нашли отражения в первой главе магистерской диссертации. Анализ научной литературы позволил раскрыть понятие виртуализации, описать и систематизировать основные компоненты виртуальной инфраструктуры компании. В результате сравнительного анализа существующих сегодня на рынке систем виртуализации, показано, что с точки зрения ключевых технических характеристик наиболее эффективной платформой виртуализации является VMWare. Несмотря на то, что в текущей политической ситуации компания приостановила свою деятельность в России, она остается наиболее предпочтительным решением для крупных организаций таких как нефтяные компании. Этот вывод обосновал дальнейший выбор инструментов автоматизации процессов изменения вычислительных ресурсов ЦОД в данной диссертационной работе.

Разработка системы автоматизации для предприятия ООО «ЛУКЙОЛ-Технологии» включала в себя следующие этапы:

- Создание логической модели автоматизированного процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры. Для этого был проведен обзор теоретических подходов к управлению бизнес-процессами, раскрыты особенности виртуальной инфраструктуры нефтяной компании, а также проведен анализ бизнес-процесса изменения вычислительных ресурсов ЦОД организации на примере ООО «ЛУКЙОЛ-Технологии».
- Спроектирована технология автоматизации процесса обработки запросов на изменение ресурсов виртуальной инфраструктуры.

Автоматизация процесса обработки запроса реализуется на трех основных этапах: 1) автоматизация процесса сбора и систематизации данных запроса с использованием алгоритмов парсинга, 2) сохранение данных об изменении вычислительных ресурсов ЦОД, 3) автоматизация процесса назначения ресурсов с использованием программного кода.

- Апробация и оценка эффективности автоматизированной системы управления виртуальной инфраструктурой. Для апробации был проведен эксперимент по внедрению системы автоматизации управления виртуальной инфраструктурой в управлении корпоративной инфраструктурой ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии», в результате которого показано, что эффективность системы после автоматизации увеличится на 475%.

Разработанная система автоматизации успешно применяется в ООО «ЛУКОЙЛ-Технологии». Результаты исследования могут быть использованы и на других предприятиях РФ.

Список используемых источников

1. Абунагимов А. А. Сравнение программных продуктов виртуализации операционных систем Virtualbox, vmWare, Parallels desktop // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2021. – № 9-1 (38). – С. 56-57.
2. Авдеева И. Л., Марков Р. А. Современные процессы управления изменениями на предприятиях IT-сферы // Вестник Академии знаний. – 2020. – №37. – С. 21-28.
3. Авдеева И. Л. Цифровая трансформация экономических систем: итоги и перспективы развития / И. Л. Авдеева // Среднерусский вестник общественных наук. – 2021. – Т. 16, № 1. – С. 226-239.
4. Алексеев А. Л. Гипервизоры и виртуальные машины / А. Л. Алексеев, Е. А. Красноперова, Е. А. Вахрушева // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, 31 марта 2019 года / отв. ред. К. Ю. Петухов. – Ижевск: Издательство ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2019. – С. 121-128.
5. Аникина О. В., Гущина О. М. Цифровизация как фактор трансформации бизнес-модели организации // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2021. – Т. 10, № 4(37). – С. 105-108.
6. Анисифоров, А. Б. Некоторые вопросы развития ит-инфраструктуры предприятия в ходе его цифровой трансформации / А. Б. Анисифоров // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли : сборник трудов всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции, Санкт-Петербург, 30 мая – 02 2022 года. Том Часть 3. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное

- учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2022. – С. 68-72.
7. Анисифоров А. Б. Управление ИТ-архитектурой предприятия в системе информационного менеджмента в условиях цифровой трансформации бизнеса / А. Б. Анисифоров // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: Сборник трудов всероссийской научной и учебно-практической конференции. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 27–29 мая 2020 года. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – С. 299-304.
 8. Банников Е. В. Виртуализация в автоматизации // International Scientific Review. – 2019. – С. 18-20.
 9. Баронов В. В., Калянов Г. Н., Попов Ю. Н., Титовский И. Н. Информационные технологии и управление предприятием // 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2019.
 10. Бедняк С.Г., Азанов А.А., Иванов И.М., Оптимизация процесса обработки запросов пользователей // Форум молодых ученых, 2017. – С. 103-107.
 11. Белов П. Л., Неретина Н. А., Белехов А. Н., Методы автоматизации работы ИТ-отделов предприятий и учреждений России // Научный альманах. – 2016. – №17. – С. 35-40.
 12. Береснев А. Д., Гусарова Н. Ф., Иванов Р. В., Федотов Д. И., Информационная инфраструктура образовательной среды с использованием технологии виртуальных машин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – №5. – С. 172 – 181.
 13. Бирюков А. Н. Процессы управления информационными технологиями: учебное пособие / А. Н. Бирюков. — 3-е изд. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.

14. Бруев Е. И. Автоматизированная подготовка виртуальных машин с заданными уязвимостями на базе гипервизоров VMware player и vSphere / Е. И. Бруев, Е. А. Оленников // Математическое и информационное моделирование: Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, Тюмень, 17–21 мая 2021 года. Том Выпуск 19. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2021. – С. 261-265.
15. Брю Г. Шесть сигм для менеджеров. – Москва: Гранд, 2004.
16. Бутузкин С. Г. Преимущества использования технологии виртуальных машин / С. Г. Бутузкин, Н. С. Галактионов, А. И. Газин [и др.] // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2009. – Т. 1. – С. 193-194.
17. Васильев Р. Б. Управление развитием информационных систем: учебник / Р. Б. Васильев, Г. Н. Калянов, Г. А. Левочкина. — 3-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.
18. Виртуализация, виртуальные машины и их разновидности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firstvds.ru/technology/virtualizaciya-virtualnye-mashiny-i-ih-raznovidnosti> (дата обращения: 09.11.2024).
19. Виртуализация серверов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smoff.ru/howitworks/virtualizaciya-serverov> (дата обращения: 09.11.2024).
20. Вишняков В. А. Интегрированные КИС как основа современного управления предприятием / В. А. Вишняков, Ю. В. Бородаенко // Инновационные образовательные технологии. – 2013. – № 1(33). – С. 62-68.
21. Водолазкина Н. А. Работа с виртуальной машиной на основе Oracle VM Virtualbox / Н. А. Водолазкина // Интеллектуальный и научный потенциал XXI века: сборник статей международной научно-

- практической конференции: в 6 частях, Казань, 20 декабря 2016 года. Том Часть 4. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2016. – С. 53-54.
22. Гаврилов А. С. Программы-парсеры - особенности и применение в современном информационном пространстве / А. С. Гаврилов // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: Материалы XIV (XX) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Братск, 04–08 апреля 2022 года. – Братск: Братский государственный университет, 2022. – С. 271-273.
23. Ганичева А. В. Математические модели и методы оценки событий, ситуаций и процессов: учебное пособие / А. В. Ганичева. — Санкт-Петербург: Лань, 2017.
24. Ганьжа Д. Гиперконвергенция: ИТ-инфраструктура на раз, два, три / Д. Ганьжа // Журнал сетевых решений LAN. – 2016. – № 5. – С. 33-39.
25. Горбачевская Е. Н. Структурная модель работы вычислительной системы на основе виртуализации / Е. Н. Горбачевская, А. В. Леонидов // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2010. – № 16. – С. 57-67.
26. Гордеев А. В. Виртуальные машины и сети / А. В. Гордеев // Информационно-управляющие системы. – 2006. – № 2(21). – С. 21-26.
27. Граничин О. Н. Информационные технологии в управлении: учебное пособие / О. Н. Граничин, В. И. Кияев. — 3-е изд. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.
28. Гринберг А. С. Информационные технологии управления: учебное пособие для вузов / А. С. Гринберг, Н. Н. Горбачев, А. С. Бондаренко. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017.
29. Гульятеев А. К. Виртуальные машины: несколько компьютеров в одном. — СПб.: Питер, 2006.

30. Дельцов С. Ю. Особенности работы с гиперконвергентными информационными системами / С. Ю. Дельцов, Н. Е. Суркова, И. С. Шувалова // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2019. – № 10. – С. 49-53.
31. Елисеев В. П. Программное обеспечение для резервного копирования виртуальных машин / В. П. Елисеев, К. В. Кудряшов, М. В. Носиков // Наука ЮУрГУ : материалы 70-й научной конференции, Челябинск, 25 апреля – 04 мая 2018 года / Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – С. 728-735.
32. Завьялов В.А. Математические основы управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Завьялов В.А., Величкин В.А.— Электрон. текстовые данные. — Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.
33. Захаров К. С. Задача оптимизации распределения вычислительных ресурсов в ЦОД / К. С. Захаров, А. С. Галченков, С. П. Гольденберг // Информационно-аналитические и интеллектуальные системы в промышленности и социальной сфере : сборник научных трудов общеуниверситетской конференции студентов и молодых ученых, Москва, 15 апреля 2019 года / Отв. ред. В. О. Новицкий. – Москва: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет пищевых производств", 2019. – С. 64-70.
34. Захаров М. В. Виртуализация в вычислительных системах / М. В. Захаров, А. Ю. Внучков, И. И. Кивелюк // Теория и практика современной науки. – 2017. – № 11(29). – С. 160-165.
35. Зима В. М. Метод выявления уязвимостей конфигурации виртуальной инфраструктуры на основе эквивалентных

- преобразований схем Янова / В. М. Зима, Р. О. Крюков // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2020. – № 11-12(149-150). – С. 38-47.
36. Зыков С. В. Разработка схемы адаптивного конфигурирования загрузки виртуальных машин на основе аппликативного исчисления информационных процессов / С. В. Зыков, Л. Д. Шумский, И. Е. Тарасов // Cloud of Science. – 2018. – Т. 5, № 4. – С. 704-712.
37. Казанцев Д. И. Виртуализация вычислительных ресурсов на объектах специального назначения / Д. И. Казанцев // I-methods. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 1-11.
38. Казиев В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем [Электронный ресурс]: [учебное пособие] / В. М. Казиев. - 3-е изд. (эл.). - Москва: ИНТУИТ: Ай Пи Ар Медиа, 2020.
39. Калашян А. Н. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии / А. Н. Калашян, Г. Н. Калянов, Г. Н. Калянов. – Москва: Финансы и статистика, 2009.
40. Калянов Г. Н. Концептуальная модель DFD-технологии / Г. Н. Калянов // Открытое образование. – 2017. – Т. 21, № 4. – С. 21-26.
41. Калянов Г. Н. Моделирование параллельных бизнес-процессов // Открытое образование. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 39-46.
42. Карпова Н. Е. Сравнительный анализ характеристик виртуальных машин / Н. Е. Карпова, Н. А. Волков // Информационно-измерительные и управляющие системы: Межвузовский сборник научных статей. Том 1(17). – Самара: Самарский государственный технический университет, 2019. – С. 87-91.
43. Колбин В. В. Методы принятия решений: учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург: Лань, 2016.
44. Комкова И. Н. Управление инвестиционными проектами: учеб.-метод. пособие для студентов магистратуры направления

- «Экономика» / И. Н. Комкова. – Москва: Российский университет транспорта, 2021.
- 45.Короткий С. В. Корпоративное управление как элемент глобального инкорпорирования: монография // Вузовское образование, 2019.
- 46.Косова Л. Н. Управление инновационными проектами и бизнес-процессами: учеб. пособие / Л. Н. Косова, Ю. А. Косова. – Москва: Российский государственный университет правосудия, 2022.
- 47.Крепков И. М., Хорьков С. Н. Виртуализация вычислительных ресурсов в научных исследованиях и учебном процессе университета // Информатизация инженер. образования – ИНФОРИНО-2012: тр. Междунар. науч.-метод. конф., 10–11 апр. 2012 г., Москва. – М., 2012. – С. 198–201.
- 48.Макеева О. В. Моделирование информационных процессов с помощью UML / О. В. Макеева, М. В. Сартаков, Е. А. Чернов // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 9. – С. 121-125.
- 49.Макеева О. В. Проектирование автоматизированной информационной системы медицинских учреждений / О. В. Макеева, А. А. Шарипов // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8, № 5-2(31). – С. 54-60.
- 50.Мамонова В. Г. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / Мамонова В. Г., Ганелина Н. Д., Мамонова Н. В. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.
- 51.Мартышкин А. И. Анализ возможности применения способов и технологий виртуализации в вычислительных системах / А. И. Мартышкин // Современные информационные технологии. – 2022. – № 35(35). – С. 21-24.
- 52.Мендель А.В. Модели принятия решений [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям

- «Экономика» и «Менеджмент»/ Мендель А.В.— Электрон. текстовые данные. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017.
- 53.Методология функционального моделирования IDEF0. Москва: Госстандарт России, 2000.
- 54.Методы решения специальных задач с использованием информационных технологий [Электронный ресурс]: практикум/ — Электрон. текстовые данные. — Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.
- 55.Михеев А. Г. Комплексный подход к процессному управлению предприятием / А. Г. Михеев, М. В. Орлов, В. Е. Пятецкий // Автоматизация в промышленности. – 2013. – № 1. – С. 65-68.
- 56.Мкртычев С. В. Основы автоматизации страхового бизнеса : учебное пособие / С. В. Мкртычев, А. В. Очеповский. – Тольятти : Тольяттинский государственный университет, 2011.
- 57.Нестеров С. А. Анализ и управление рисками в информационных системах на базе операционных систем Microsoft: учебное пособие / С. А. Нестеров. — 3-е изд. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.
- 58.Новикова Т. Б. IDEF0, DFD, IDEF3, FISHBONE, FTA: теория и практика бизнес-моделирования / Т. Б. Новикова, О. Б. Назарова, В. Е. Петеляк. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2016.
59. Осипов В. И. Исследование влияния соглашения об уровне качества на выполнение заявок пользователей на примере трех разных систем Service Desk / В. И. Осипов // Наука России: Цели и задачи : Сборник научных трудов по материалам IX международной научной конференции, Екатеринбург, 10 июня 2018 года. Том Часть 1. –

- Екатеринбург: Научно-издательский центр "Л-Журнал", 2018. – С. 19-26.
60. Пастухов Д. А. Сравнительный анализ гипервизоров / Д. А. Пастухов, П. Ф. Юрчик, А. В. Остроух // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3-4. – С. 346-350.
61. Петрова И.Р. Методология функционального моделирования IDEF0/ И.Р. Петрова, Р.Х. Фахртдинов, А.А.Сулейманова. – Казань: Казан. ун-т, 2018.
62. Попок Л. Е. Методика миграции виртуальных нагрузок с платформы виртуализации VMware vsphere на платформу виртуализации Microsoft hyper-v / Л. Е. Попок, А. Е. Богомолов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 153. – С. 66-80.
63. Приходько Н. А. Моделирование в нотации IDEF0 / Н. А. Приходько, А. К. Кулаченко // Моя профессиональная карьера. – 2022. – Т. 1, № 36. – С. 137-141.
64. Программное обеспечение для управления распределенными приложениями в облачных вычислительных инфраструктурах / Е. В. Плужник, Е. В. Никульчев, О. И. Лукьянчиков, Е. Е. Ковшов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015. – Т. 11, № 2. – С. 547-551.
65. Пятецкий В. Е. Моделирование и регламентация бизнес-процессов с использованием Business Studio 4: практикум / В. Е. Пятецкий, Л. Н. Калошина, М. А. Поддубный. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1257407> (дата обращения: 09.11.2024).
66. Репецкая Н. В. Информационные технологии современной экономики / Н. В. Репецкая // Актуальные вопросы учета и управления в условиях информационной экономики: Материалы

- Всероссийской научно-практической конференции (сборник тезисов), Севастополь, 17–18 мая 2018 года. – Севастополь: ООО "Рибест", 2018. – С. 325-327.
67. Репецкий С. О. Обработка заявок в IT Service Desk / С. О. Репецкий, Н. В. Репецкая // StudNet. – 2021. – Т. 4, № 5. – С. 147.
68. Самуйлов К. Е. Основы формальных методов описания бизнес-процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / К. Е. Самуйлов, А. В. Чукарин, С. Ю. Быков. – Москва: РУДН, 2011.
69. Силаков Д. В. Автоматизация обнаружения и анализа ошибок в гиперконвергентных системах / Д. В. Силаков // Труды Института системного программирования РАН. – 2019. – Т. 31, № 4. – С. 29-38.
70. Системы виртуализации. Сравнительный анализ гипервизоров VMware, Hyper-V, KVM, Xen [Электронный ресурс]: Data House. – Режим доступа: <https://datahouse.ru/articles/sistemy-virtualizacii/> (дата обращения: 09.11.2024).
71. Смирнов И. О. Основные технологии виртуализации и подходы к ее интеграции в архитектуру инфраструктурных решений / И. О. Смирнов // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. – 2023. – № 2. – С. 210-219.
72. Стаин А. В. Разработка и внедрение системы управления инцидентами, изменениями и конфигурациями ПАО "ФСК ЕЭС" / А. В. Стаин, С. А. Федулов // Энергия единой сети. – 2016. – № 2(25). – С. 80-86.
73. Сукманов С. В. Современные технологии виртуализации / С. В. Сукманов // Актуальные проблемы экономики, социологии и права. – 2016. – № 2. – С. 70-77.
74. Сысоев М. А. Особенности внедрения систем виртуализации в Российской Федерации / М. А. Сысоев, Е. А. Наташкина // Евразийская интеграция: современные тренды и перспективные

- направления: Материалы Международной научно-практической конференции, Омск, 14 марта 2023 года / Под общей редакцией М.Г. Родионова. – Омск: Омский государственный технический университет, 2023. – С. 135-139.
75. Терехов А. Н. Моделирование бизнес-процессов в цифровую эпоху / А. Н. Терехов, М. В. Платонова // Российский журнал менеджмента. – 2019. – Т. 17, № 4. – С. 487-498.
76. Томорадзе И. В. Моделирование бизнес-процессов: практические рекомендации по моделированию и выбору нотации / И. В. Томорадзе // Финансовая экономика. – 2021. – № 6. – С. 113-116.
77. Троицкая Н. Н. Управление проектами: учеб. пособие / Н. Н. Троицкая. – Москва: Российский университет транспорта, 2020.
78. Тынченко В. С. Программный и аппаратный подход к виртуализации системы / В. С. Тынченко, Я. А. Тынченко // Решетневские чтения. – 2014. – Т. 2. – С. 207-209.
79. Тюльпинова Н. В. Программный комплекс сквозной автоматизации имитационного моделирования бизнес-процессов / Н. В. Тюльпинова // Наука Красноярья. – 2020. – Том 9, № 1. – С. 184-198.
- 80.
81. Тюльпинова Н. В. Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве: учебное пособие для магистров. — Саратов: Вузовское образование, 2020.
82. Федотов Е. А. Виртуализация серверов с использованием гипервизоров / Е. А. Федотов, Е. И. Терехова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2016 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 3626-3628.

83. Феоктистов А. Г., Сидоров И. А., Горский С. А. Автоматизация разработки и применения распределенных пакетов прикладных программ // Проблемы информатики. – 2017. – № 4. – С.61 – 78.
84. Челнокова А. В. Разработка метода автоматизированного развертывания безопасной виртуальной инфраструктуры предприятия / А. В. Челнокова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2023. – Т. 7, № 2. – С. 103-11.
85. Что такое виртуальная машина (VM)? [Электронный ресурс]: Oracle. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/cis/cloud/compute/virtual-machines/what-is-virtual-machine/> (дата обращения: 09.11.2024).
86. Что такое виртуальная машина? [Электронный ресурс]: Azure Microsoft. – Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-a-virtual-machine> (дата обращения: 09.11.2024).
87. Что такое гипервизор? [Электронный ресурс]: Internet Lab. – Режим доступа: https://internet-lab.ru/the_hypervisor (дата обращения: 09.11.2024).
88. Шестаков К. А. Виртуальные машины и их операционные системы / К. А. Шестаков, А. М. Пузанов, А. Л. Куленцан // Сборник научных трудов вузов России «Проблемы экономики, финансов и управления производством». – 2023. – № 52. – С. 150-155.
89. Шигарев А.О. Технология извлечения табличной информации из электронных документов разных форматов // Диссертация кандидата технических наук [Место защиты: Ин-т вычисл. технологий СО РАН]. - Иркутск, 2010.
90. Bertram A. PowerShell for Sysadmins: Workflow Automation Made Easy. – No Starch Press, 2020.
91. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.2. [Электронный ресурс]: Object Management Group – 2013. Режим

доступа: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF> (дата обращения: 09.11.2024).

92. Debnath S. *Mastering PowerCLI*. – Packt Publishing Ltd, 2015.
93. Eder M. *Hypervisor-vs. container-based virtualization //Future Internet (FI) and Innovative Internet Technologies and Mobile Communications (IITM)*. – 2016. – Т. 1.
94. Halverson C. *PowerCLI Essentials*. – Packt Publishing Ltd, 2016.
95. Holmes L. *PowerShell Cookbook*. – O'Reilly Media, Inc., 2021.
96. Patrão L. *VMware VSphere Essentials: A Practical Approach to VSphere Deployment and Management*. – Springer Nature, 2024.
97. Polenov M., Guzik V., Lukyanov V. *Hypervisors comparison and their performance testing //Software Engineering and Algorithms in Intelligent Systems: Proceedings of 7th Computer Science On-line Conference 2018, Volume 17*. – Springer International Publishing, 2019. – С. 148-157.