

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

Институт математики, физики и информационных технологий

(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

(наименование)

09.04.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки)

Информационные системы и технологии корпоративного управления

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Проект внедрения ERP системы для управления типовым геофизическим предприятием»

Студент

А.В. Козин

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.Б. Кузьмичев

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

Тольятти 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТИПОВОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	8
1.1 Производственная деятельность типового геофизического предприятия.....	8
1.2 География районов работ типового геофизического предприятия	11
1.3 Организационно – штатная структура типового геофизического предприятия	17
1.4 Источники информации типового геофизического предприятия.....	18
1.5 Используемые информационные системы на типовом геофизическом предприятии	24
ВЫВОДЫ ПО 1 ГЛАВЕ	29
ГЛАВА 2 АРХИТЕКТУРА ERP СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТИПОВОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	30
2.1 Расчет объема данных и количества транзакций.....	30
2.2 Построение прогнозной модели накопления данных типового геофизического предприятия	50
2.3 Выбор решения для обработки данных Big Data.....	54
2.4 Анализ производственных процессов типового геофизического предприятия требующих автоматизации.....	55
2.5 Анализ требований к ERP системе управления типового геофизического предприятия	61
2.6 Разработка новой технологии обработки данных для ERP системы управления типового геофизического предприятия.....	65
2.7 Анализ известных ИТ-решений для ERP системы управления типового геофизического предприятия	71
2.8 Выбор архитектурного решения для ERP системы управления типового геофизического предприятия	76

2.9 Выбор платформы для создания ERP системы управления типового геофизического предприятия	83
ВЫВОДЫ ПО 2 ГЛАВЕ	86
ГЛАВА 3 ВНЕДРЕНИЕ ERP СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТИПОВОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	87
3.1 Выбор методики внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия	87
3.2 Разработка план – графика внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия	89
3.3 Организация связи между удаленными подразделениями в типовом геофизическом предприятии.....	92
ВЫВОДЫ ПО 3 ГЛАВЕ	96
ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	97
4.1 Выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности....	97
4.2 Расчет штатной численности диспетчерской службы	103
4.3 Расчет совокупных затрат до внедрения ERP системы управления типовым геофизическим.....	105
4.4 Расчет затрат на разработку и внедрение проекта.....	109
4.5 Расчет совокупных затрат после внедрения ERP системы управления типовым геофизическим предприятием	110
4.6 Расчет показателей экономической эффективности внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия.	113
ВЫВОДЫ ПО 4 ГЛАВЕ	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	119
Приложение А Пример конфигурации сервера	124
Приложение Б Конфигурация маршрутизатора R1	125
Приложение В Конфигурация маршрутизатора R2	130

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация производственных процессов неотъемлемая часть современного процесса информатизации. Во многих областях народного хозяйства применяются технологии автоматизации производственных процессов. Не является исключением производство геофизических исследований и работ в скважинах.

Геофизические исследования в скважинах (ГИС), представляют собой вид деятельности, основанной на договорных началах и нацеленных на получение прибыли. В этих условиях эффективность производственных процессов и снижение управленческих издержек являются важнейшей частью деятельности геофизических предприятий.

Особую сложность при автоматизации производственных процессов, при геофизических исследованиях в скважинах, представляет широкое географическое отдаление производственных единиц друг от друга и сильная волатильность объемов работ.

Для решения задач автоматизации производственных процессов при геофизических исследованиях в скважинах целесообразно применять распределенные системы управления с соответствующей системой управления (СУБД) и трехзвенной архитектурой клиент-сервер (three-tier), где обработку геофизической информации вынести на отдельный сервер приложений (Applications Server).

Анализ готовых решений показал либо низкую масштабируемость и невозможность охватить автоматизацией все подразделения предприятия (ИС «Диспетчкр ГИРС») либо изначальную направленность системы на решение финансовых задач (ИС «ИНТАЛЕВ: Корпоративный Менеджмент»).

Применение для автоматизации широко распространённых ERP платформ (SAP, Галактика, Парус и т.п.) в условиях частой неопределенности с объемами работ, неприемлемо с финансовой точки

зрения.

Актуальность темы заключается в отсутствии готового решения автоматизации производственных процессов для типового геофизического предприятия.

Объектом исследования будет выступать распределенная информационная система, построенная на базе многоуровневой архитектуры клиент-сервер, решающая задачи приема и регистрации заявок на геофизические исследования в скважинах, формирование акт-нарядов для производственных партий и актов выполненных работ для заказчиков исследований, при использовании единой базы данных.

Субъектом исследования будет являться распределенная информационная система типового геофизического предприятия.

Предметом исследования будет являться организация распределенной системы учета заявок и формирования отчетных документов, с применением технологии клиент-сервер.

Методы исследования: классификация, теоретический анализ, синтез и обобщение полученного материала, общенаучные методы: анализ и синтез, индукция и дедукция.

Цель исследования заключается в исследовании производственных процессов типового геофизического предприятия и выработке оптимального решения автоматизации производственных процессов для географически распределенных производственных подразделений.

Задачами исследования являются:

- исследование штатного расписания и бизнес процессов типового геофизического предприятия;
- оценка объема данных и количества транзакций бизнес процессов;
- обоснование выбора архитектуры будущей системы;
- разработка технологии внедрения информационной системы;
- экономическое обоснование проекта внедрения;

Публикации по теме исследования. Основные результаты теоретической части исследования изложены в статьях:

1. Козин А.В., Кузьмичев А.Б. Анализ требований для перспективной ERP системы управления производственными процессами геофизического предприятия // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: сборник материалов III научно-практической всероссийской конференции (школы-семинара) молодых ученых 24-25 апреля 2017 г. с. 271-273.

2. А.В. Козин, А.Б. Кузьмичев Архитектура перспективной ERP системы управления производственными процессами геофизического предприятия // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: сборник материалов IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых 23-25 апреля 2018 г. с. 63-68

На защиту выносятся:

1. Результаты исследования бизнес процессов, объемов и структуры данных при геофизических исследованиях скважин типового геофизического предприятия с обоснованием выбора архитектуры «клиент-сервер» для решения поставленной задачи.

2. Принципы внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия и экономическое обоснование внедрения.

Работа состоит из четырех глав. Первая глава является теоретической и описывает исследования штатного расписания и структуру данных при геофизических исследованиях скважин типового геофизического предприятия.

Вторая глава, является теоретической и описывает методику расчета объема данных, в ней представлены диаграммы и таблицы прецедентов процесса приема и регистрации заявок. Представлено обоснование применения архитектуры «клиент-сервер» для построения информационной системы в рамках исследуемой предметной области (типовое геофизическое

предприятие).

Третья глава носит практический (технологический) характер. В этой главе описываются этапы процесса внедрения, состав команды внедрения, календарный план-график внедрения, организация связи удаленных подразделений.

Последняя глава является заключительной и в ней представлено экономическое обоснование внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия.

Работа изложена на 133 страницах и включает 32 рисунка, 26 таблиц, 33 источника, 3 приложения.

ГЛАВА 1 ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТИПОВОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1 Производственная деятельность типового геофизического предприятия

На современном этапе развития промышленности геофизические исследования в скважинах используются для изучения геологического строения и оценки технического состояния скважин, подсчета запасов полезных ископаемых и контроля за процессами разработки нефтяных и газовых месторождений.

Геофизические исследования проводят для обеспечения работ по вскрытию, грунтоотбору и пробоотбору флюидов продуктивных пластов, ликвидации аварий при бурении скважин.

Решение перечисленных выше задач основано, на изучении упругих, электрических, магнитных и иных физических свойств горных пород. Совокупность методов геофизических исследований, называемая комплексом ГИС, подбирается исходя из проектного назначения и геологического строения объекта работ (скважины) и ожидаемыми геологическими данными.

Технологически геофизические исследования в скважинах проводят с помощью геофизического оборудования, состоящее в свою очередь, из наземной и скважинной частей, которые соединены через канал связи (геофизический кабель). Геофизический кабель совместно с геофизической лебедкой обеспечивает движение и позиционирование геофизических приборов по стволу скважины. Комплекс состоящий из геофизического регистратора, геофизической лебедки, геофизических приборов и геофизического кабеля называют автоматической каротажной станцией.

Схематически размещение геофизического оборудования относительно скважины показано на рисунке 1.

Скважинная геофизическая аппаратура представляет собой специализированные электронные устройства, рассчитанные на работу в условиях химической агрессии внешней среды (нефть, газ, растворы солей), высоких температур (до 250°C) и давлений (до 120 МПа). Приборы оснащены сенсорами физических полей и передают значения этих полей по каналу связи на поверхность, где регистрируются в функции глубины геофизическим регистратором.

Позиционирование геофизических приборов в скважине осуществляется с помощью устьевого оборудования (подвесной и направляющие ролики), геофизического подъемника и геофизического кабеля[17].

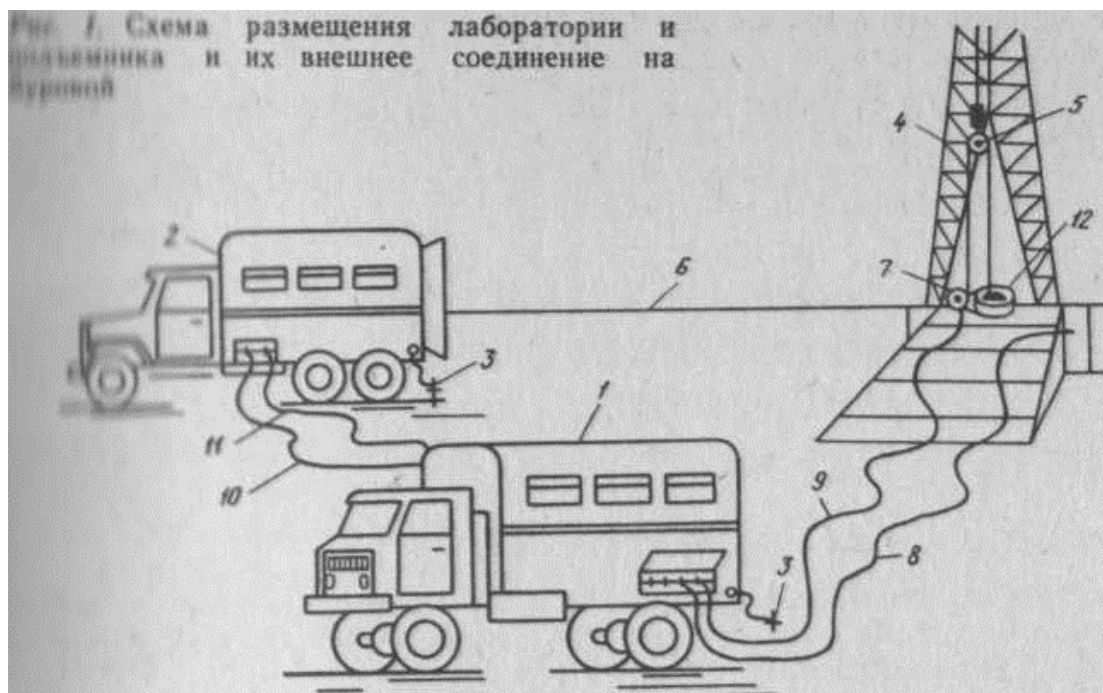


Рисунок 1. - Размещение геофизического оборудования при геофизических исследованиях.

В настоящее время геофизические исследования/работы в скважинах регламентируются РД 153-39.0-072-01 “Техническая инструкция по

проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах”[20].

Основой геофизических исследований являются договорные отношения «Заказчик-Подрядчик». Где в качестве подрядчика выступает предприятие оказывающие услуги по геофизическим исследованиям, а заказчиком выступает предприятие ведущее строительство или эксплуатацию скважины, либо группы скважин. Как правило это недропользователь ведущий разведочное или промысловое бурение на конкретной площади. В договоре прописываются сроки, стоимость и виды работ. Геофизические исследования начинаются при поступлении заявки, утвержденной договором, в центральную инженерную службу предприятия (ЦИТС). Только после этого в работу включаются производственные службы, на объект (скважину) выезжает промыслово-геофизическая партия и выполняет исследования согласно заявке. После окончания исследования, первичные результаты передаются в камерально - интерпретационную партию (КИП) для обработки и интерпретации данных. Заключение по результатам исследования, оформленное по форме утвержденной договором, передается службам заказчика. После финансового - экономического оформления исследований конкретная заявка считается выполненной. Геофизическое предприятие может иметь (и как правило имеет) много заказчиков. Договорные отношения с заказчиками носят индивидуальные особенности.

Геофизические исследования и работы в скважинах – производственная деятельность требующая осуществлять учет и контроль производственных партий ГИС. При большом количестве партий, осуществить учет и контроль их деятельности невозможно, требуется автоматизация и внедрение современной информационной системы.

Для более полного понимания информационных процессов и визуализации представленной выше информации предлагается использовать инструментарий ARIS. Это бесплатное программное средство позволяет

наглядно продемонстрировать структурированное представление о всех процессах предприятия, его структур и других важных аспектах функционирования предприятия. Важным элементом его использования является доступность и функциональность[19].

Модели, демонстрирующие процессы и механизмы работы подразделений типового геофизического предприятия, при геофизических исследованиях/работах в скважинах, представлены на рисунках 2-6.



Рисунок 2. – Диаграмма производственных процессов типового геофизического предприятия.

1.2 География районов работ типового геофизического предприятия

Использование заказчиками геофизических услуг конкурсных (тендерных) способов выбора подрядчиков, согласно ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" от 18.07.2011 N 223-ФЗ, снижение массы и объема современного геофизического оборудования, улучшение логистических возможностей, привели к тому, что геофизические компании, исторически созданные в пределах нефтегазоносных провинций, получили возможность работать практически где угодно. На рисунке 7 представлена географическая карта района работ типового геофизического предприятия, показывающая:

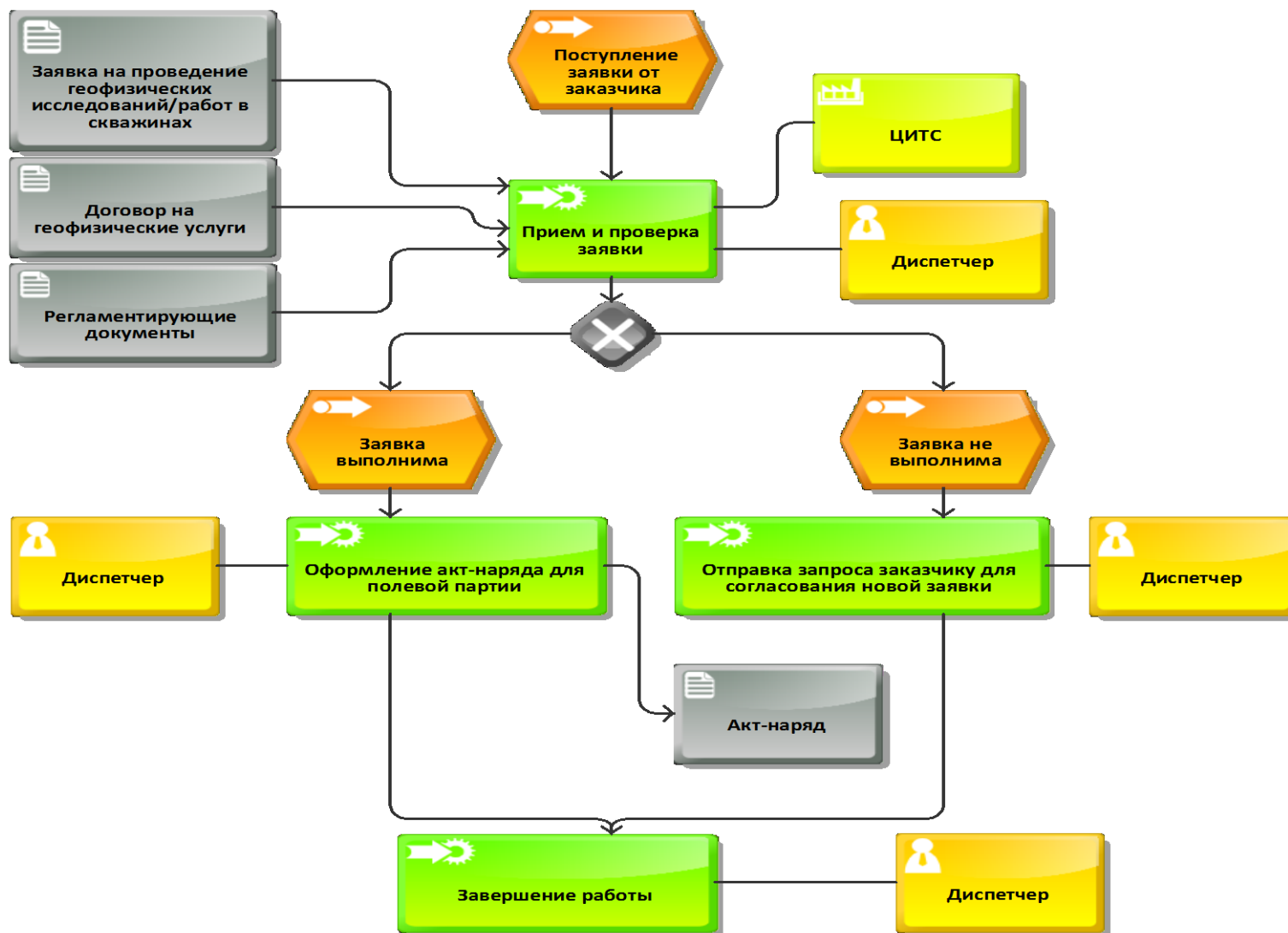


Рисунок 3. – Диаграмма функционирования службы ЦИТС.

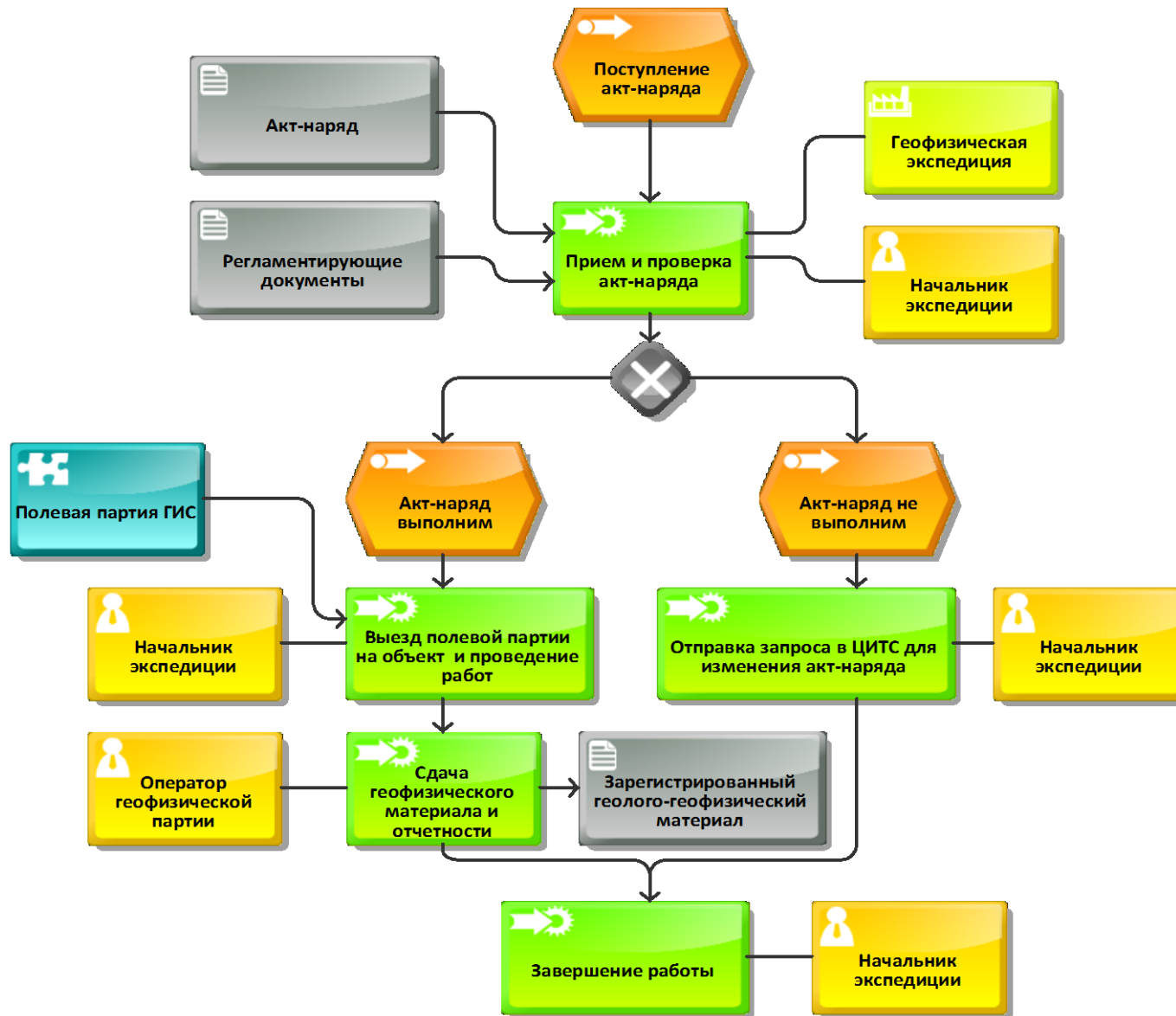


Рисунок 4. – Диаграмма функционирования геофизической экспедиции.

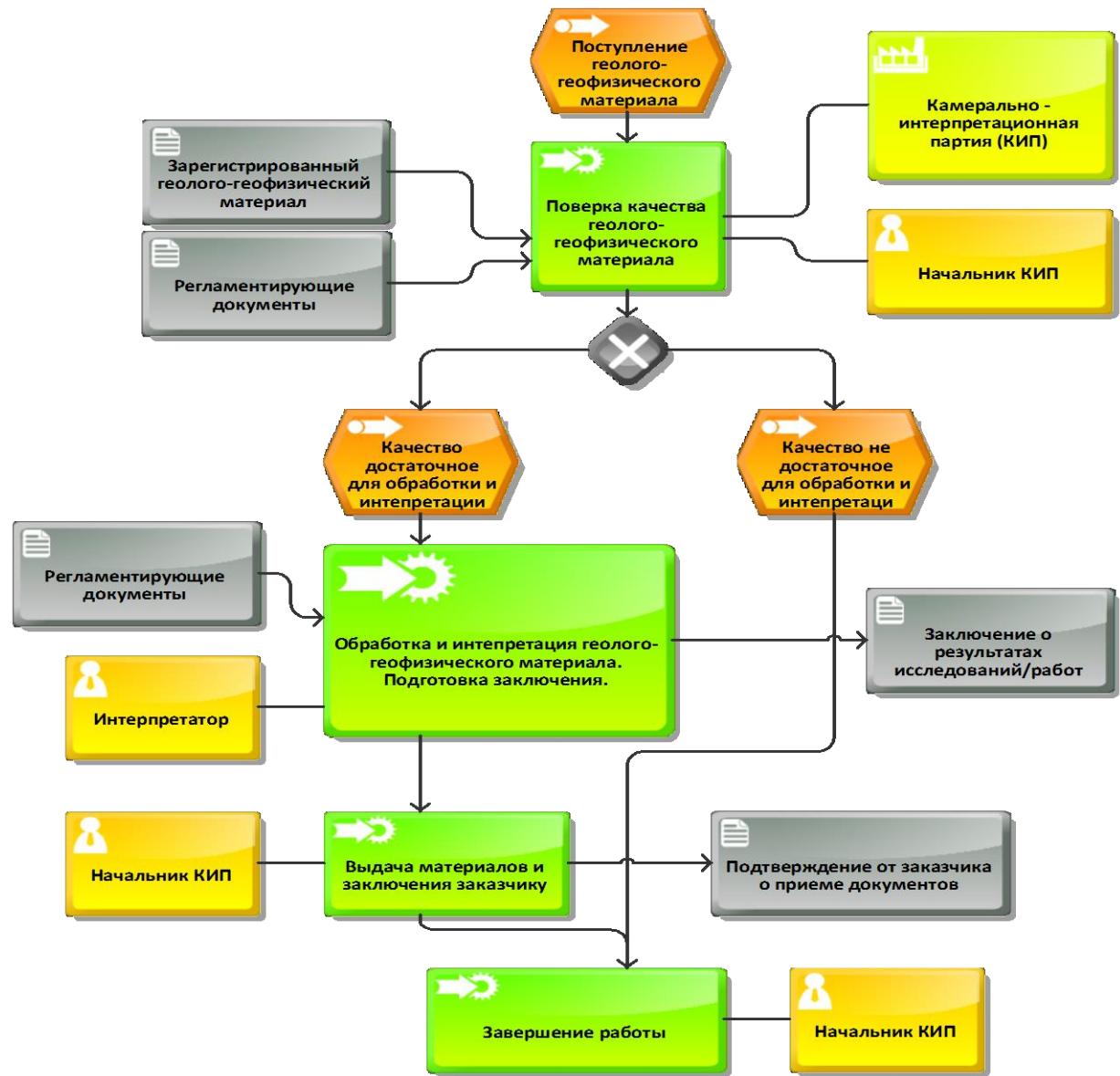


Рисунок 5. – Диаграмма функционирования камерально - интерпретационной партии.

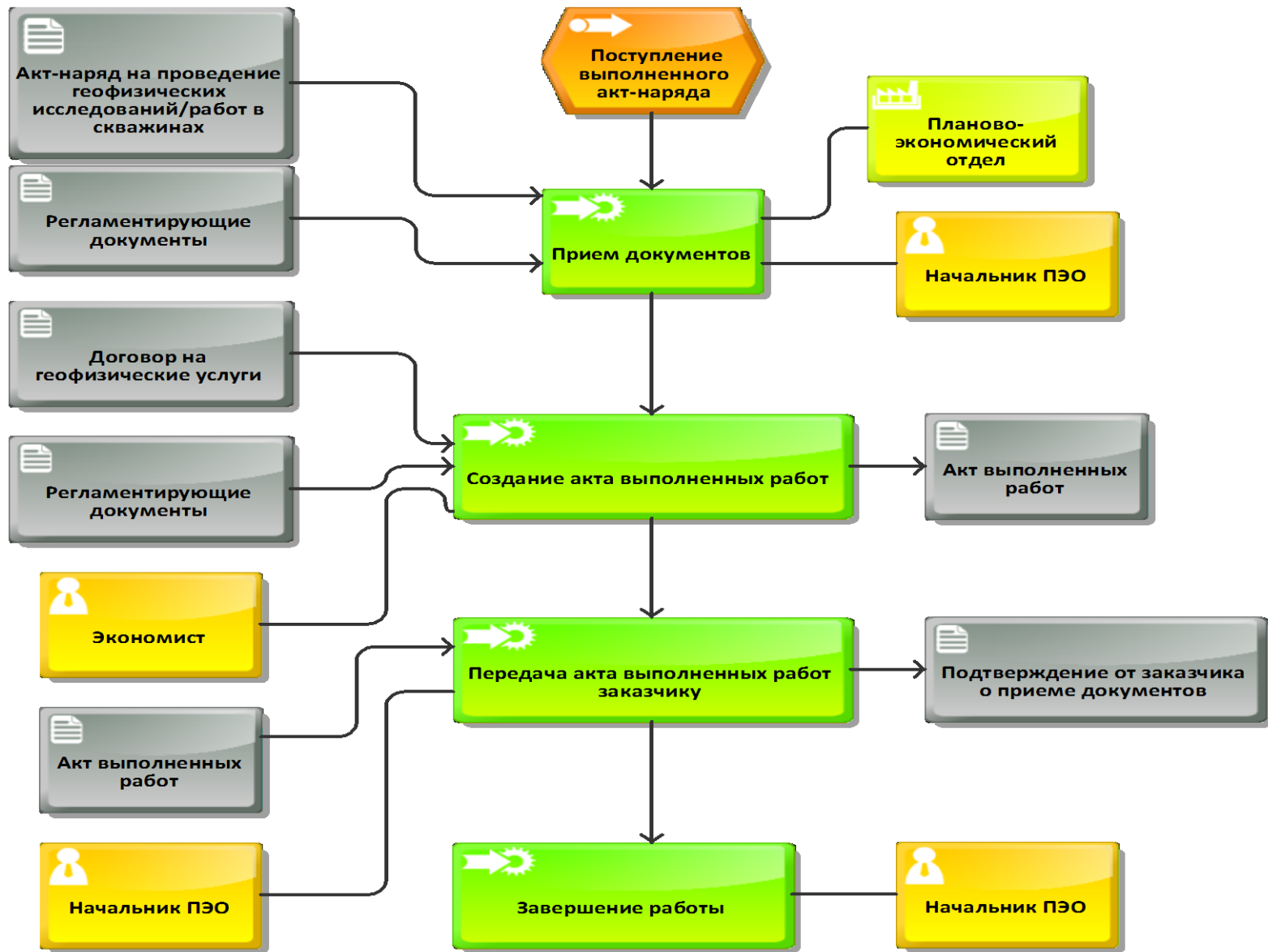


Рисунок 6. – Диаграмма функционирования планово – экономического отдела.

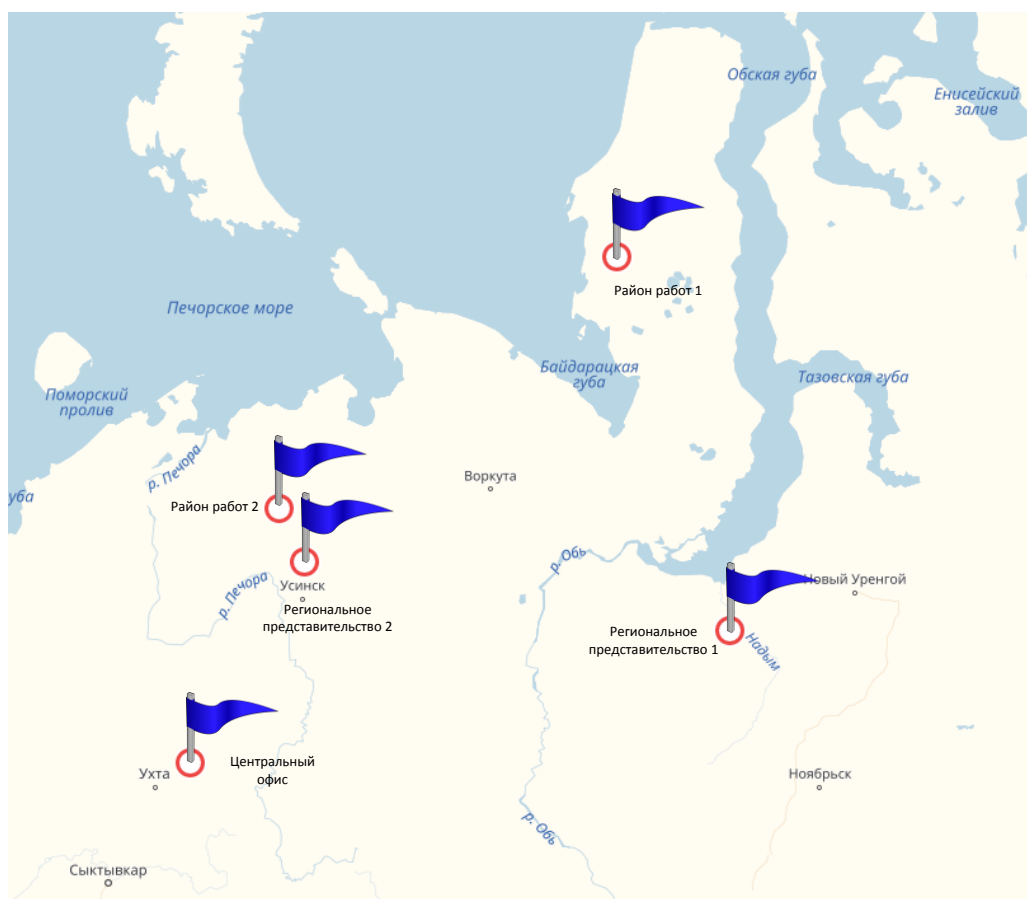


Рисунок 7. - Географическая карта района работ типового геофизического предприятия.

1. Центральный офис, где располагаются: аппарат управления, кадровые, финансового – экономические и другие службы.

2. Региональные представительства – это временные офисы, территориально близко расположенные от производственных служб крупных заказчиков. Исполняют представительские функции – осуществляют сдачу геолого-геофизических материалов, защиту объемов работ, устранением разногласий и доведением до руководства позиций заказчика.

3. Районы работ предприятия – временные базы с размещением на них основных производственных единиц, полевых геофизических партий (отрядов). Они осуществляют геофизические исследования/работы в скважинах, передают геолого-геофизические материалы в службу интерпретации и акты о выполнении работ в экономические службы.

Диаграмма размещения отдельных структурных подразделений представлена на рисунке 8.

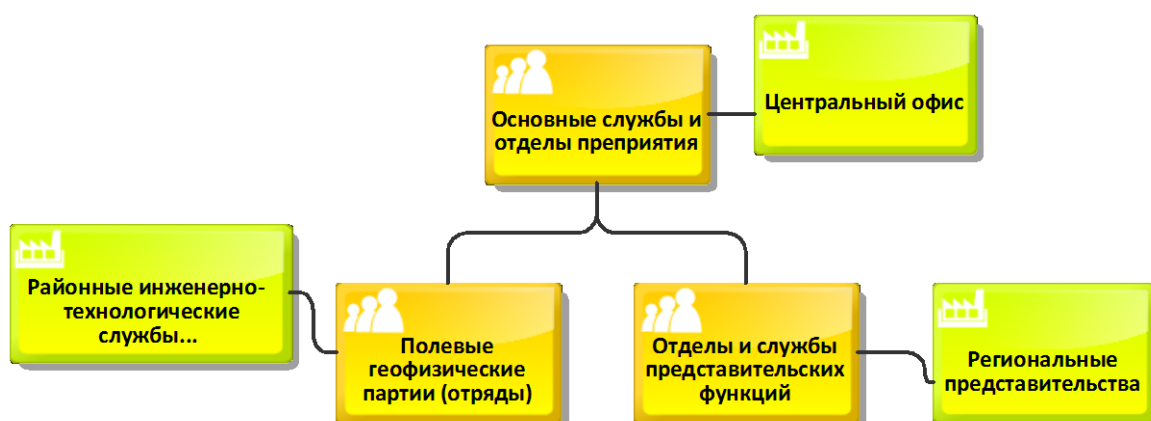


Рисунок 8. Диаграмма размещения отдельных структурных подразделений типового геофизического предприятия.

Как видно из приведенного выше материала, учет и контроль производственных партий ГИС, может быть резко осложнен наличием географически распределенных объектов производства, что потребует учитывать данное обстоятельство при проектировании систему управления геофизическим предприятием.

1.3 Организационно – штатная структура типового геофизического предприятия

При изучении штатной структуры типового геофизического предприятия, изучались положения и должностные инструкции, геофизических предприятий ТПНГП, в которых работал автор, использованы рекомендации и формулировки из единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС 2017) [9], утвержденные постановлением Минтруда РФ от 21.08.1998 № 37.

При исследовании штатной структуры была замечена определенная особенность в ее формировании. Если производственные партии ГИС

географически расположены недалеко от центрального офиса предприятия, то руководит ими непосредственно начальник экспедиции ГИС, рисунок 9. Это есть его прямая обязанность. В случае если у предприятия есть географически отдаленные производственные объекты, то производственными партиями руководит технический руководитель ГИС и находится он в прямом подчинении начальника экспедиции ГИС, рисунок 10.

Такая разница в подходах обусловлена тем, что существующие средства автоматизации геофизического производства (например ПО «Диспетчер ГИС»[18]), не позволяют осуществить эффективное управление при геофизических исследованиях и работах в скважинах при наличии географически удалённых производственных объектов.

Внедрение современной системы управления геофизическим производством позволит привести штатную структуру типового геофизического предприятия к оптимальному виду, показанному на рисунке 11.

1.4 Источники информации типового геофизического предприятия

Деятельность любого геофизического предприятия можно представить как непрерывный процесс генерации и обработки информации. Четкое определение какие производственные процессы какую информацию генерируют, как ее обрабатывают и какие изменения в нее вносят, необходимо для анализа производственной деятельности типового геофизического предприятия[8].

Определим источники генерации информации, и ее предметное содержание:

1. Информация о геофизическом оборудовании, которое используется производственно-техническими службами (экспедициями ГИС и т.п.). Источником генерации данной информации является производственно-

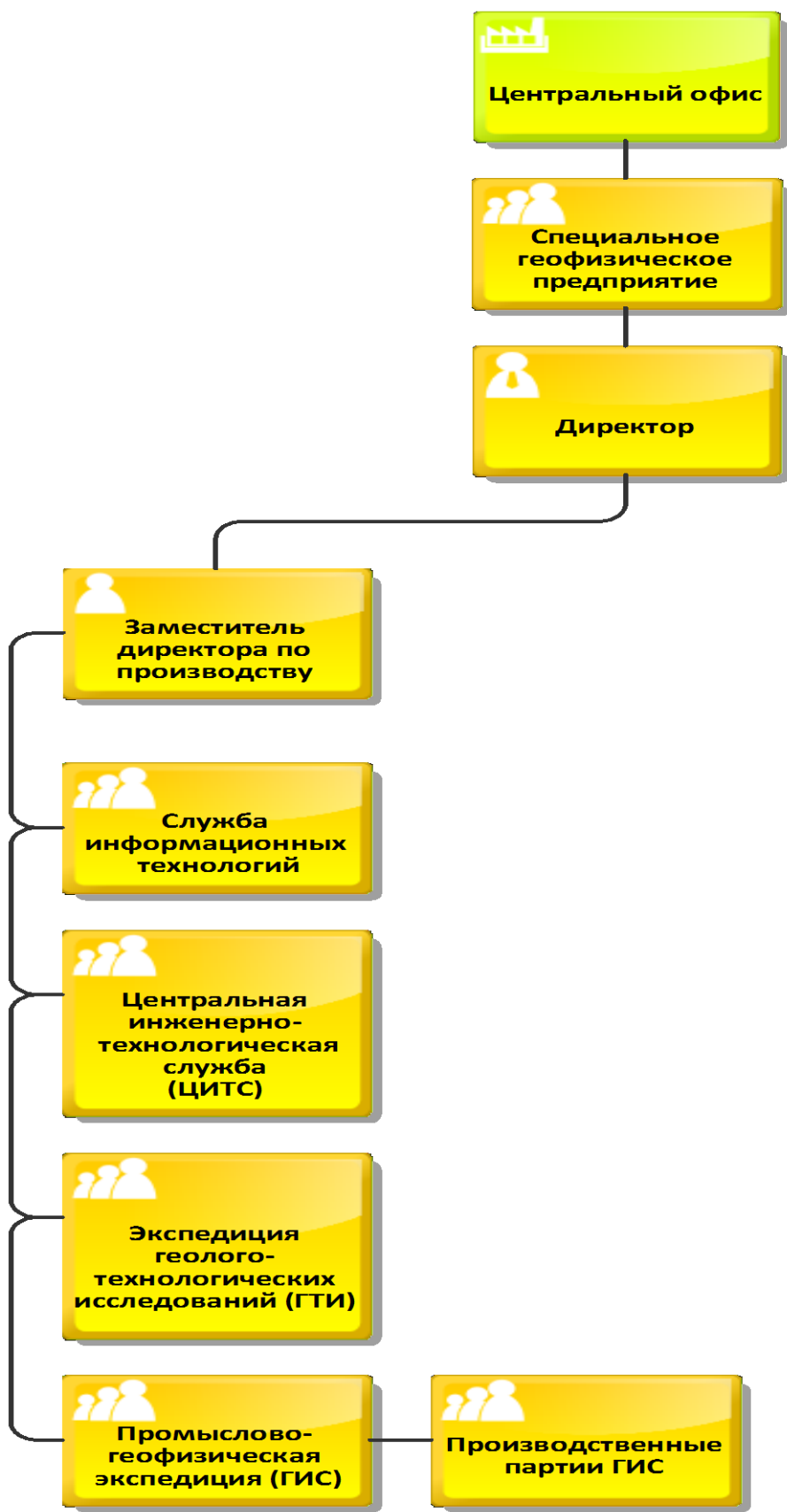


Рисунок 9. – Схема организационной структуры типового геофизического предприятия работающего без географически отдаленных объектов

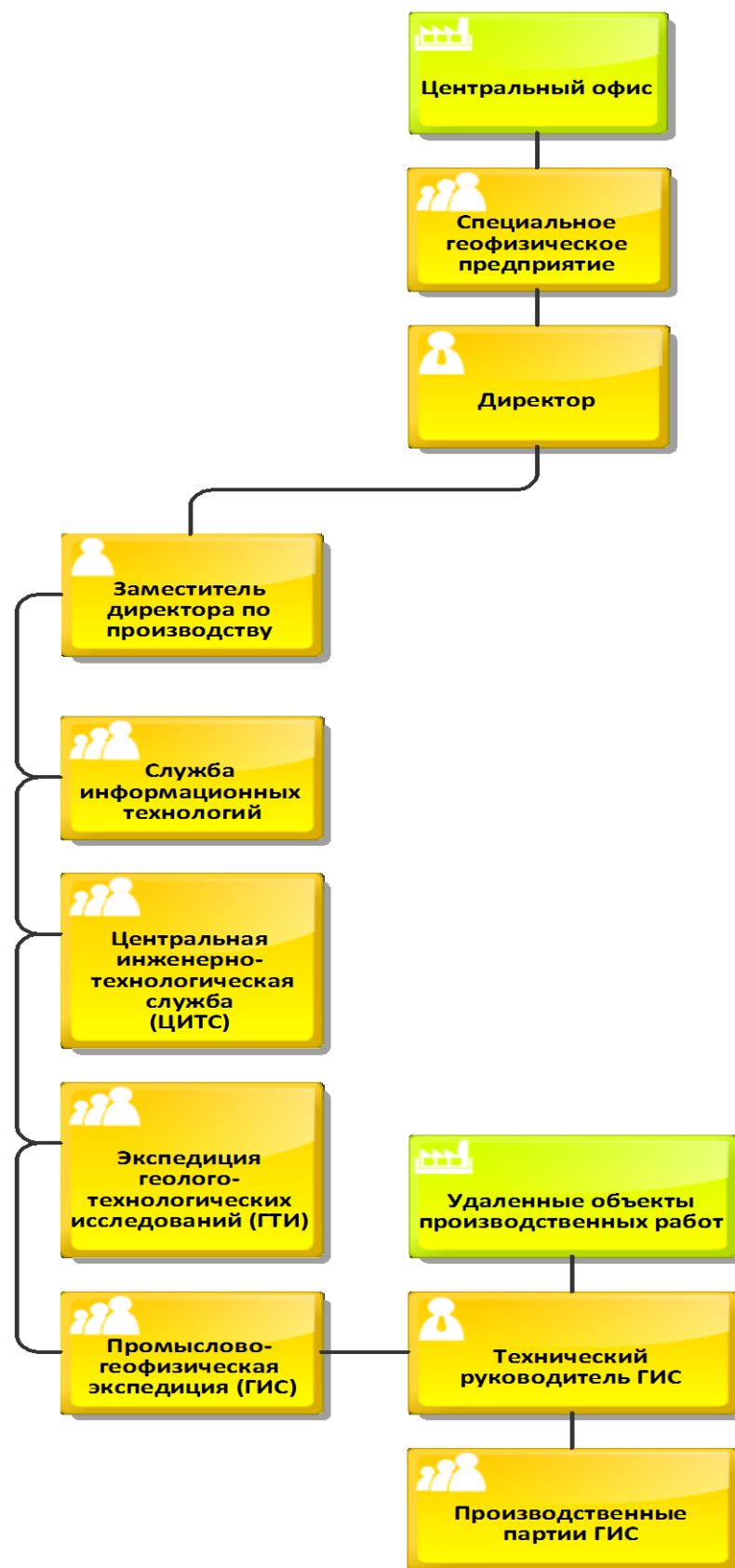


Рисунок 10. – Схема организационной структуры типового геофизического предприятия работающего с наличием географически отдаленных объектов

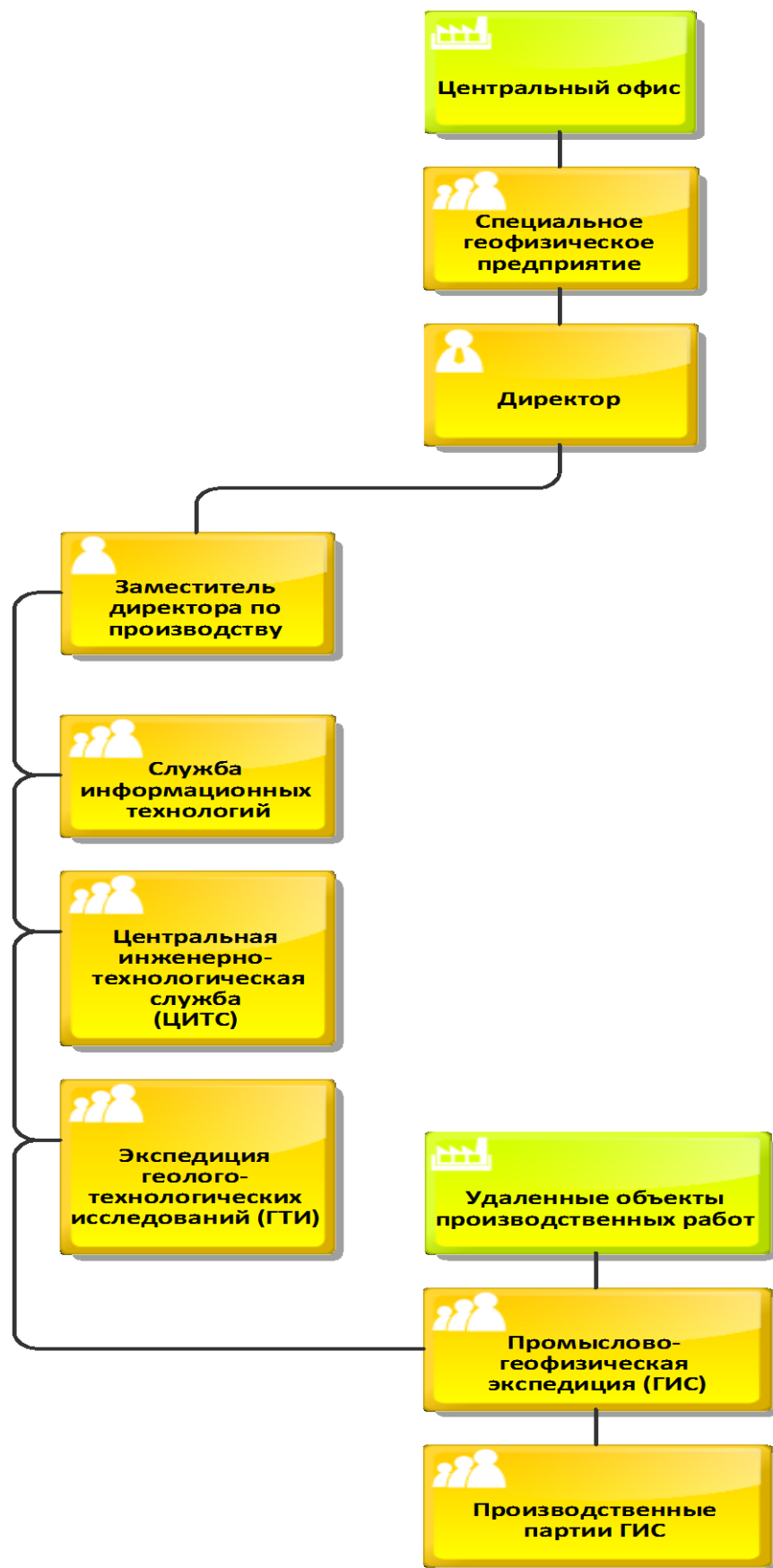


Рисунок 11. – Оптимальная схема организационной структуры типового геофизического предприятия

технический отдел (ПТО), в нем ведется список всего геофизического оборудования на предприятии. Идентификатором такого списка служит заводской номер или марка оборудования.

2. Актуальная информация состояния парка геофизического оборудования с изменениями его состояния в течении времени. Источником возникновения подобной информации являются цеха ремонта и обслуживания геофизического оборудования. Объектом для этой информации выступает геофизический прибор, в процессе ремонта и обслуживания информация о его состоянии распространяется на составные части конкретного прибора. Фиксируются все ремонтные и регламентированные операции, каждому прибору присваивается конкретный статус (в ремонте, работоспособен, и т.д.)

3. Метрологическое состояние геофизической аппаратуры. Данная информация возникает в отделе метрологии и стандартизации при проведении работ по эталонировке и калибровке геофизической аппаратуры и оборудования по специальным методикам, согласно плану метрологических работ. Все результаты работ подлежат фиксации, даже если есть существенные расхождения и погрешности.

4. Информация о геофизическом автомобильном парке. Отделом главного механика ведется учет носителей геофизического оборудования на автомобильном или не самоходно - прицепном ходу. Данная техника подлежит учету по заводским и государственным номерам.

5. Актуальная информация состояния носителей геофизического оборудования. Участки ремонта и обслуживания автомобильной и прицепной техники ведут учет ремонтов и обслуживания техники, используя в качестве идентификаторов заводские и государственные номера, а в процессе выполнения ремонтных и регламентированных работ серийные номера и марки конкретных узлов и запасных частей.

6. Информация о персонале. Возникает в отделе управления персоналом. Отдел управления персоналом геофизического предприятия

ведет учет сотрудников, согласно табельным номерам, и учет геофизических партий, состоящих их конкретных работников.

7. Информация о заявках на проведении исследований и их выполнении. Информация о заявках на проведение исследований поступает и регистрируется в центральной инженерно-технической службе, в районных инженерно-технических службах (при их наличии). Первичным элементом является заявка на выполнение геофизических исследований или работ в скважинах, содержит в себе список задач (геологических или технических), решаемых в рамках договорных обязательств геофизического предприятия. Регистрируется все этапы прохождения заявки, от ее подачи и до полного выполнения.

8. Первичная геолого-геофизическая (каротажная) информация. Генерируется геофизическими регистраторами и операторами полевых партий в процессе проведения геофизических исследований в скважинах. Представляет собой набор геофизических параметров в функции глубины. Как правило, записывается в формате LAS файлов[30].

9. Каротажная производственно-экономическая информация. Возникает в полевых производственных партиях. Первичным элементом является классифицированный этап выполнения работ полевой партией в функции времени. Включает в себя нужные производственно-экономические параметры скважинных работ или исследований.

10. Информация о движении автомобилей. Возникает в отделе главного механика службах каждого из подразделений. Первичным элементом является путевой лист на автомобиль, выезжающий на каротаж. Содержит всю необходимую информация о географическом маршруте, дорожных условия, водительском составе и т.д.

11. Информация о результатах приемки и оценки качества поступающего от полевых партий геофизического материала. Возникает в камерально - интерпретационной партии предприятия. Первичным элементом рассматривает массив записанных значений геофизических полей

в скважинах. По установленным методикам определяется качество записи зарегистрированного геолого-геофизического материала и допустимость его для дальнейшей интерпретации.

12. Информация о геофизическом заключении. Возникает в камерально - интерпретационной партии геофизического предприятия. Первичным элементом рассматривает задачу исследования. По установленным методикам на основании результатов первичной обработки зарегистрированного геолого-геофизического материала и последующей интерпретации генерируется геофизическое заключение.

Обобщенная структура данных приведена на рисунке 12. Представим вышеизложенное в виде таблицы 1.

Как видно из приведенного выше анализа, объемы информации типового геофизического предприятия сильно зависят от физически выполняемых объемов исследований и работ в скважинах и вся информация является связанной и востребованной в рамках всего предприятия.

1.5 Используемые информационные системы на типовом геофизическом предприятии

Как правило в геофизических предприятиях используются информационные системы на базе платформы 1С – это 1С:Бухгалтерия, 1С:Зарплата и управление персоналом, 1С:Документооборот. Такой выбор объясняется доступность и дешевизной данных систем, требованиями законодательства в области бухгалтерского учета и финансов, наличием большого числа специалистов, знающих эти системы и имеющих возможность с ними работать, без предварительной подготовки. Доля компании 1С на рынке 32.9%, а продукт 1С:Бухгалтерия имеет долю в 65%[7].

ИС управления производством представлены крайне специализированным ПО (Диспетчер ГИРС фирмы ООО «ГазГеоСофт»)[18],

Источники информации типового геофизического предприятия

Тип данных	Подразделение	Объем	Потребность	Класс
Информация о персонале	Отдел кадров	~100Мб/год	ЦИТС, ЭГИС КИП	фактографическая
Поступление заявок на выполнение геофизических исследований/работ в скважинах	ЦИТС	~50Мб/год на одну партию ГИС	ЭГИС КИП	фактографическая
Каротажная информация	ЭГИС	~1000Мб/год на одну партию ГИС	КИП, ЦИТС, ПЭО	документоведческая
Информация камерально - интерпретационной партии (КИП)	КИП	~40Мб/год на одну заявку ГИС	Заказчик	фактографическая
Информация о парке геофизического оборудования и его состояния	ПТО	~20М/год на один геофизический прибор	КИП Заказчик ЭГИС	фактографическая
Информация о наличии геофизического автомобильного парка и его состояния, маршрутах движения	Отдел Главного механика	~40М/год на одну единицу техники	ЦИТС, ЭГИС	фактографическая

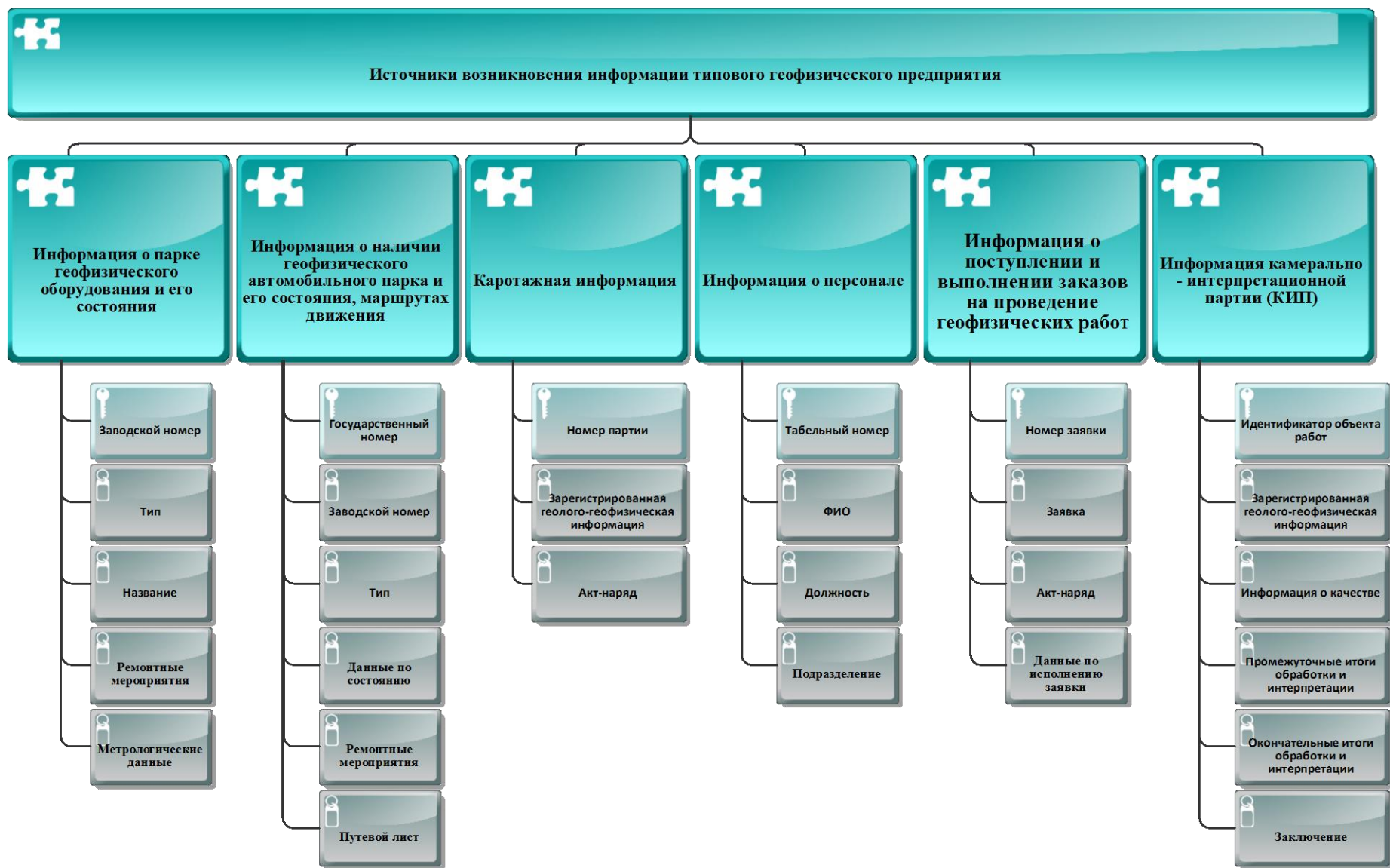


Рисунок 12. – Обобщенная структура данных типового геофизического предприятия

либо используется “Excel” автоматизация. Для лучшего понимания данные о ИС сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Используемые информационные системы в типовом геофизическом предприятии

№	Название ИС	Разработчик	Решаемая задача ИС
1	1С:Бухгалтерия	ООО «1С» https://1c.ru/	Бухгалтерский и налоговый учет. Контроль финансов.
2	1С:Зарплата и управление персоналом	ООО «1С» https://1c.ru/	Расчет заработной платы, кадровый учет.
3	1С:Документооборот	ООО «1С» https://1c.ru/	Документооборот.
4	Диспетчер ГИРС	ООО ГазГеоСофт» http://gazgeosoft.ru	Учет и контроль производственных операций при геофизических исследованиях и работах в скважинах. Учет и контроль средств производства, взрывчатых материалов и источников ионизирующего излучения.

Рассмотрим эти системы поподробнее:

1. 1С:Бухгалтерия - предназначена для автоматизации бухгалтерского и налогового учета, включая подготовку обязательной (регламентированной) отчетности в коммерческой организации, применяющей план счетов бухгалтерского учета. Налоговый и бухгалтерский учеты ведутся на основании действующего законодательства Российской Федерации.

2. 1С:Зарплата и управление персоналом – предназначена для решения задач, связанных с расчетом заработной платы и реализации кадровых решений, с учетом требований законодательства и реальных практик в работе предприятий. Успешно применяется в кадровых службах и бухгалтериях предприятий, для управления персоналом в коммерческих предприятиях разного масштаба.

3. 1С:Документооборот – предназначена для решения задач, связанных с учетом и согласованием документов, организацией контроля рабочего времени. Работа с документами реализована в соответствии с положениями действующей нормативной документации (ГОСТов, требований, инструкций и т. д.) и традиций делопроизводства.

4. Диспетчер ГИРС - ИС «Диспетчер ГИРС» фирмы «ГазГеоСофт» зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ Российской Федерации под номером 2012610888 от 20.01.21012[18]. Программа позволяет создать единое информационное пространство для решения производственных вопросов. Таких как учет и регистрация заявок на проведение исследований, учет средств геофизического производства.

Системы фирмы 1С позволяют довольно гибко подстраиваться под нужды автоматизации геофизического производства, сказывается многолетняя разработка и наличие центров поддержки. Система «Диспетчер ГИРС» такой гибкостью совершенно не обладает и фактически не поддерживается, что не позволяет эффективно ее использовать при географической отдаленности структурных подразделений типового геофизического предприятия.

ВЫВОДЫ ПО 1 ГЛАВЕ

Проведенное исследование деятельности типового геофизического предприятия, показало необходимость проектирования новой информационной системы, которая позволит автоматизировать все производственные процессы с учетом наличия географически распределенных производственных объектов.

Применение такой системы снизит управленческие издержки, позволив отказаться от должности технического руководителя, и позволит создать действительно единое информационное пространство в рамках предприятия, невзирая на географическую отдалённость производственных объектов.

ГЛАВА 2 АРХИТЕКТУРА ERP СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТИПОВОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1 Расчет объема данных и количества транзакций

Объем обрабатываемых данных и количество транзакций в системе управления типового геофизического предприятия будут определяться объемом физических работ предприятия.

Для расчета предположим, что геофизическое предприятие выиграло тендер на производство исследований и работ в скважинах, количеством в 20000 скважин, глубиной 3000 метров каждая. Согласно геолого-техническому наряду на строительстве данных скважин, необходимо произвести 3 полных комплекса ГИС (10 методов) на каждую скважину, масштаб записи М 1:200 (шаг квантования 20см). Диаграмма методики расчетов объема данных приведена на рисунке 13.

Сначала определим время необходимое для проведения исследований, для этого воспользуемся межотраслевыми нормами времени на геофизические исследования в скважинах, пробуренных на нефть и газ[15]. Согласно нормам времени на исследование 1000 метров 10 методами ГИС нужно затратить 16 часов. Еще 48 часов необходимо геофизической партии на сдачу материала, отдых, приведение материальной части (геофизическая аппаратура, геофизический кабель, автотранспортная техника и т.п.) в исправное состояние.

1. Рассчитаем количество партий ГИС необходимых для проведения исследований согласно договору по формуле:

$$K_{\Pi} = \left(\frac{K_c}{12} * 3 : \frac{720}{64}\right) + \left(\frac{K_c}{12} * 3 : \frac{720}{64} * 0.1\right), \text{ где:}$$

K_{Π} – количество партий ГИС

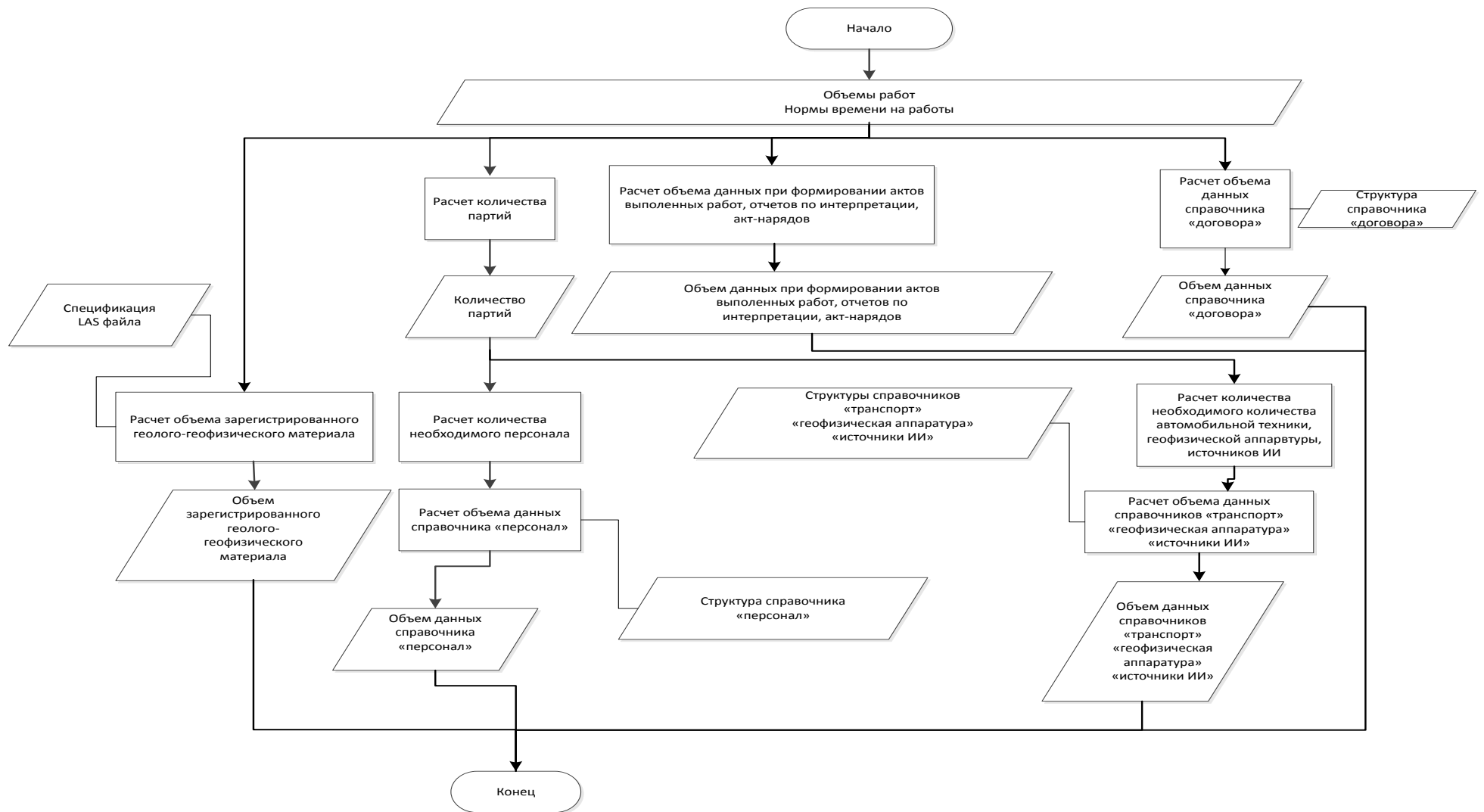


Рисунок 13. – Методика расчетов объема данных.

- K_c - количество скважин
- 3 – количество исследований на одну скважину
- 12 – количество месяцев в году
- 720 – количество часов в месяце
- 64 – время работы партии на одно исследование (исследование + отдых)
- 0.1 – оперативный запас партий ГИС в 10%

Подставим исходные значения и получаем:

$$K_{\Pi} = \left(\frac{20000}{12} * 3 : \frac{720}{64} \right) + \left(\frac{20000}{12} * 3 : \frac{720}{64} * 0.1 \right) = 480 \text{ партий.}$$

2. Рассчитаем объем зарегистрированных геолого-геофизических данных:

2.1 Количество Las [30] файлов, рассчитаем по формуле:

$$K_{\Phi} = K_c * 3, \text{ где:}$$

K_{Φ} – количество Las файлов, которые необходимо сдать на интерпретацию

- K_c - количество скважин
- 3 – количество исследований для каждой скважины

Подставим исходные значения и получаем $K_{\Phi} = 20000 * 3 = 60000$ файлов.

2.2 Объем одного файла рассчитаем по формуле:

$$O_{\Phi} = \frac{H}{\Pi} (\Pi + 1) * D_{\Pi} + \frac{H}{\Pi} (\Pi) + Z_{\Phi}, \text{ где:}$$

O_{Φ} – объем файла, зарегистрированного геолого-геофизического материала в байтах.

- H – глубина исследования, в данном случае 1000 метров
- Π – шаг квантования, в данном случае - 0.2 метра
- D_{Π} – длина параметра, в данном случае - 10 байт
- Z_{Φ} – заголовок файла, в данном случае [30]– 2400 байт

П – количество параметров в файле, в данном случае – 10

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{\phi} = \frac{1000}{0.2} (10 + 1) * 10 + \frac{1000}{0.2} (10) + 2400 = 602400 \text{ байта} = 0.57 \text{ мегабайт}$$

В результате получим 60000 файлов по 602400 байта, что даст 34469 мегабайт всего зарегистрированного материала.

3. Рассчитаем количество работников в партиях ГИС по формуле:

$$K_p = K_{\pi} * H, \text{ где:}$$

K_p – количество работников в партиях ГИС

K_{π} – количество партий ГИС

H – норма состава партий, в данном случае 5 человек [15]

Подставим исходные значения и получаем: $K_p = 480 * 5 = 2400$ человек.

4. Рассчитаем объем справочника «персонал» и количество транзакций для его ведения, принимая во внимание ежегодные отпуска работников в 30 календарных дней и текучесть кадров в 10% от штатной численности партий ГИС.

4.1 Структуру справочника, представим в виде таблицы 3:

Таблица 3.

Структура справочника «персонал»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Табельный номер	4
2	Фамилия	30
3	Имя	30
4	Отчество	30
5	Дата приема на работу	4
6	Дата увольнения	4

ID	Название поля	Размер поля (байт)
7	Статус работника (на работе, на отдыхе, в отпуске и т.п.)	20
8	Должность	20
9	Подразделение	20
10	Дата рождения	4
11	Примечание	100
Всего:		266

Рассчитаем объем справочника «персонал» по следующей формуле:

$$O_{\text{п}} = K_{\text{р}} * 266 + (K_{\text{р}} * 266) * 0.1, \text{ где:}$$

$O_{\text{р}}$ – объем справочника «персонал», в байтах

$K_{\text{р}}$ – количество работников партий ГИС, в данном случае – 2400 человек

266 – размер одной записи справочника «персонал»

0.1 – текучесть кадров 10%

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{\text{п}} = 2400 * 266 + (2400 * 266) * 0.1 = 702240 \text{ байт} = 0.66 \text{ мегабайт}$$

Оценим объем транзакций при работе со справочником «персонал».

Кадровым службам придется при приеме на работу проделать 2400 транзакций, при увольнении 240 транзакций, при оформлении отпусков 4800 транзакций, принимая в расчет опыт работ, прибавим сюда 10% от численности для разных случаев – больничные, командировки, учеба и т.п. В сумме получим:

$2400 + 240 + 4800 + 240 = 7680$ транзакций в год. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 4 транзакции в час.

5. Рассчитаем объем справочника «транспорт» и количество транзакций для его ведения, принимая во внимание коэффициент готовности 0.9 для автотранспорта партий ГИС.

5.1 Структуру справочника, представим в виде таблицы 4:

Таблица 4.

Структура справочника «транспорт»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Номер государственной регистрации автотранспортного средства	16
3	Марка	16
4	Год выпуска	4
5	Дата очередного ТО	4
6	Участок	20
7	Статус транспортного средства (в ремонте, на ТО и т.п.)	20
8	Фамилия водителя	20
9	Имя водителя	20
10	Отчество водителя	20
11	Примечание	100
Всего:		244

Рассчитаем объем справочника «транспорт» по следующей формуле:

$$O_T = K_{\Pi} * 244, \text{ где:}$$

O_T – объем справочника «транспорт», в байтах

K_n – количество партий ГИС, в данном случае – 480 штук

244 – размер одной записи справочника «транспорт»

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_T = 480 * 244 = 117120 \text{ байт} = 0.11 \text{ мегабайт}$$

Оценим объем транзакций при работе со справочником «транспорт». Службе главного механика нужно будет сделать 480 транзакций для описания всех автотранспортных средств партий ГИС. Учитывая коэффициент надежности 0.9, придется сделать еще не менее 60 транзакций для поддержания актуальности справочника «транспорт». Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 0.26 транзакций в час.

6. Рассчитаем объем справочника «геофизическая аппаратура» и количество транзакций для его ведения, принимая во внимание коэффициент надежности 0.8 для геофизической аппаратуры и оборудования партий ГИС.

6.1 Структуру справочника, представим в виде таблицы 5:

Таблица 5.

Структура справочника «геофизическая аппаратура»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Заводской номер прибора	16
3	Тип прибора	30
4	Год выпуска	4
5	Дата поверки	4
6	Участок	20

ID	Название поля	Размер поля (байт)
7	Статус прибора (в ремонте, на ТО и т.п.)	20
8	Ответственный	20
9	Примечание	100
Всего:		218

Рассчитаем объем справочника «геофизическая аппаратура» по следующей формуле:

$$O_a = K_{\text{п}} * 218 * П, \text{ где:}$$

O_a – объем справочника «геофизическая аппаратура», в байтах

$K_{\text{п}}$ – количество партий ГИС, в данном случае – 29 штук

218 – размер одной записи справочника «геофизическая аппаратура»

$П$ – число приборов в партии ГИС, в данном случае при 10 методах исследований, число приборов будет 4[15].

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_a = 480 * 218 * 4 = 418560 \text{ байт} = 0.4 \text{ мегабайта}$$

Оценим объем транзакций при работе со справочником «геофизическая аппаратура». Службе ремонта геофизической аппаратуры и оборудования нужно будет сделать 1920 транзакций для описания всей геофизической аппаратуры и оборудования партий ГИС. Учитывая коэффициент надежности 0.8, придется сделать еще не менее 390 транзакции для поддержания актуальности справочника «геофизическая аппаратура». После проверки метрологических характеристик оборудования, нужно будет сделать 1920 транзакций. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 2 транзакции в час.

7. Рассчитаем объем справочника «договора» и количество транзакций для его ведения.

7.1 Структуру справочника, представим в виде таблицы 6:

Таблица 6.

Структура справочника «договора»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Номер договора	30
3	Дата начала действия	4
4	Дата окончания действия	4
5	Расценки	1000
6	Заказчик	100
7	Статус договора (в действии, закончен и т.п.)	20
8	Ответственный за договор	20
9	Примечание	100
Всего:		1282

Рассчитаем объем справочника «договор» по следующей формуле:

$$O_d = K_d * 1282, \text{ где:}$$

O_d – объем справочника «договора», в байтах

K_d – количество договоров, в данном случае - 1

1282 – размер одной записи справочника «договора»

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_d = 1 * 1282 = 1282 \text{ байт}$$

В данном случае необходима одна транзакция для занесения договора в систему.

8. Рассчитаем объем справочника «источники ионизирующего излучения» и количество транзакций для его ведения, учитывая оснащение одной партии ГИС одним источником ионизирующего излучения.

8.1 Структуру справочника, представим в виде таблицы 7:

Таблица 7.

Структура справочника «источники ионизирующего излучения»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Заводской номер источника	20
3	Тип источника	20
4	Дата изготовления	4
5	Мощность	20
6	Активность	20
7	Статус источника (на объекте, в хранилище и т.п.)	20
8	Ответственный	20
9	Дата годности	4
10	Дата выдачи	4
11	Подразделение	20
12	Примечание	100
Всего:		256

Рассчитаем объем справочника «источники ионизирующего излучения» по следующей формуле:

$$O_{и} = K_{п} * 256 , \text{ где:}$$

$O_{и}$ – объем справочника «источники ионизирующего излучения», в байтах

$K_{п}$ – количество партий ГИС, в данном случае – 480 штук

218 – размер одной записи справочника «источники ионизирующего излучения»

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{и} = 480 * 256 = 122880 \text{ байт} = 0.12 \text{ мегабайт}$$

Оценим объем транзакций при работе со справочником «источники ионизирующего излучения». Производственно - техническому отделу нужно будет сделать 480 транзакций для описания всех источников ионизирующего излучения партий ГИС. Для актуализации справочника потребуется не менее 60000 транзакций, учитывая 60000 исследований и необходимость строго учета каждого источника. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 61 транзакция в час.

9. Рассчитаем необходимый объем данных для процесса «управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах (составление списков партий, учет времени работы партий, контроль оснащения партий)».

9.1 Структуру данных, представим в виде таблицы 8:

Таблица 8.

Структура данных «процесса «управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Номер партии ГИС	4
3	Состав партии ГИС	256
7	Статус партии (на исследовании, на отдыхе, на ремонте)	20
8	Начальник партии	20
9	Номер автотранспорта партии	20
10	Состав геофизической аппаратуры партии	256
11	Подразделение	20
12	Примечание	100
Всего:		700

Рассчитаем объем данных «процесса «управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах» по следующей формуле:

$$O_y = K_n * 700, \text{ где:}$$

O_y – объем данных «процесса «управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах», в байтах

K_n – количество партий ГИС, в данном случае – 480 штук

700 – размер одной записи справочника «процесса «управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах»

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_y = 480 * 700 = 336000 \text{ байт} = 0.32 \text{ мегабайта}$$

Оценим объем транзакций при работе с данными «процесс «управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах». Начальнику экспедиции нужно будет сделать 480 транзакций для описания всех партий ГИС. В процессе работы потребуется не менее 60000 транзакций в год, учитывая 60000 исследований и необходимость строго учета работы каждой партии. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 61 транзакция в час.

10. Регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах.

Рассчитаем необходимый объем данных для процесса «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах».

10.1 Структуру данных, представим в виде таблицы 9:

Таблица 9.

Структура данных «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Номер скважины	20
3	Название площади	30
4	Заказчик	20
5	Договор	20
6	Дата поступления заявки	4
7	Список методов	1000
8	Номер партии	20
9	Начальник партии	20
10	Дата выезда партии	4
11	Дата начала	4

ИД	Название поля	Размер поля (байт)
	исследований	
12	Дата окончания исследований	4
13	Примечание	100
Всего:		1250

Рассчитаем объем данных «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах» по следующей формуле:

$$O_p = K_c * 1250 * 3, \text{ где:}$$

O_p – объем данных «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах», в байтах

K_c – количество скважин, в данном случае – 20000 штук

1250 – размер одной записи справочника «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах»

3 – количество исследований на скважину

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_p = 20000 * 1250 * 3 = 75000000 \text{ байт} = 71.52 \text{ мегабайт}$$

Оценим объем транзакций при работе с данными «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах». Диспетчерам центрально-технологической службы необходимо будет сделать 60000 транзакций для регистрации заявок. В процессе работы потребуется не менее 120000 транзакций в год, для оформления заявок при учете работы каждой партии. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 91 транзакция в час.

11. Формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах.

Акт-наряд на проведение геофизических исследований и работ в скважинах, представляет собой бумажный документ и выдается начальнику партии ГИС с визами руководства. В нем отражена информация из зарегистрированной заявки, есть поля для подписей руководства бурового подрядчика и поля отметок времени производства работ.

Графический документ имеет размер 3 мегабайта. Рассчитаем необходимый объем данных для процесса «формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах» по следующей формуле:

$$O_{ан} = K_c * 3000000 * 3, \text{ где:}$$

$O_{ан}$ – объем данных «формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах», в байтах

K_c – количество скважин, в данном случае – 20000 штук

3000000 – размер акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах

3 – количество исследований на скважину

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{ан} = 20000 * 3000000 * 3 = 180000000000 \text{ байт} = 171661 \text{ мегабайт}$$

Оценим объем транзакций при обработке этих. Диспетчерам ЦИТС необходимо будет сделать 60000 транзакций для формирования этого документа. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 31 транзакцию в час.

12. Регистрация первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах.

Рассчитаем необходимый объем данных для процесса «регистрация первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах».

12.1 Структуру данных, представим в виде таблицы 10:

Таблица 10.

Структура данных «регистрация первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах»

ID	Название поля	Размер поля (байт)
1	Номер	4
2	Номер скважины	20
3	Название площади	30
4	Заказчик	20
5	Цель ГИС	60
6	Дата поступления материала	4
7	Номер партии	20
9	Начальник партии	20
8	Дата выдачи заключения	4
10	Примечание	100
Всего:		282

Рассчитаем объем данных «регистрация первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах» по следующей формуле:

$$O_{\text{ГМ}} = K_{\text{с}} * 282 * 3, \text{ где:}$$

$O_{\text{ГМ}}$ – объем данных «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах», в байтах

K_c – количество скважин, в данном случае – 20000 штук

282 – размер одной записи справочника «регистрация первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах»

3 – количество исследований на скважину

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{\text{ГМ}} = 20000 * 282 * 3 = 16920000 \text{ байт} = 16.136 \text{ мегабайт}$$

Оценим объем транзакций при работе с данными «регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах». Интерпретаторам необходимо будет сделать 60000 транзакций для регистрации первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах. Если учесть, что в календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 30.5 транзакций в час.

13. Формирование отчета о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах

Отчет о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах

, представляет собой текстовый документ с круговой диаграммой. В нем отражена информация из зарегистрированного материала геофизических исследований и работ в скважинах, и информация о выданных заключениях по этим работам. Диаграмма отображает соотношение выданных и еще не выданных заключениях заказчику.

Тексто - графический документ имеет размер 2 мегабайта. Оценим объем транзакций при работе с данными «формирование отчета о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах». Руководству для контроля процесса интерпретации нужно будет формировать такой отчет 2 раза в день или 0.25 транзакции в час.

14. Формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах

Акт выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах, представляет собой бумажный документ и выдается заказчику или его представителям. Подписанный заказчиком акт выполненных работ, является основным документом при финансово-экономическом оформлении работ по заявке заказчика. В нем отражена информация из зарегистрированной заявки, информация о фактических работах, с указанием их стоимости. Графический документ имеет размер 6 мегабайта. Рассчитаем необходимый объем данных для процесса «формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах» по следующей формуле:

$$O_{ав} = K_c * 6000000 * 3, \text{ где:}$$

$O_{ав}$ – объем данных «формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах», в байтах

K_c – количество скважин, в данном случае – 20000 штук

3000000 – размер акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах

3 – количество исследований на скважину

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{ан} = 20000 * 6000000 * 3 = 360000000000 \text{ байт} = 343322 \text{ мегабайта}$$

Оценим объем транзакций при работе с данными «формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах». Экономистам планово-экономического отдела необходимо будет сделать 60000 транзакций для формирования акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах. Если учесть, что в

календарном году приблизительно 1970 рабочих часов, то получим приблизительно 30.5 транзакции в час.

15. Формирование отчета загруженности партий ГИС

Отчет о загруженности партий ГИС, представляет собой текстовый документ с круговой диаграммой. В нем отражена информация из зарегистрированных заявок на геофизические исследования и работы в скважинах, и информация о составе партий, текущем статусе партий, количестве отработанных заявок конкретной партией. Диаграмма отображает соотношение исполненных заявок партией и общим количеством заявок.

Тексто - графический документ имеет размер 8 мегабайта. Оценим объем транзакций при работе с данными «формирование отчета о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах». Руководству для контроля процесса интерпретации нужно будет формировать такой отчет 4 раза в день или 0.5 транзакции в час.

16. Формирование отчета о движении геофизической аппаратуры и ее ремонтах

Отчет о движении геофизической аппаратуры и ее ремонтах, представляет собой текстовый документ с круговыми диаграммами. В нем отражена информация из справочника «геофизическая аппаратура». Диаграммы отображает соотношение количества приборов в ремонте к общему количеству приборов, количество приборов выведенных из обращения для метрологических поверок к общему количеству приборов.

Тексто - графический документ имеет размер 12 мегабайта. Оценим объем транзакций при работе с данными «формирование отчета о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах». Руководству для контроля процесса движения геофизической аппаратуры и ее ремонтах нужно будет формировать такой отчет 2 раза в день или 0.25 транзакции в час.

Сведем результаты исследования в результирующую таблицу 11.

Таблица 11.

Результаты расчета объемов данных и количества транзакций

ID	Данные	Объем данных в БД за год (МБ)	Количество транзакций в час	Количество записей в БД
1	Зарегистрированные геолого-геофизические данные	34469	-	-
2	Справочник «персонал»	0.66	4	2400
3	Справочника «транспорт»	0.11	0.26	480
4	Справочник «геофизическая аппаратура»	0.4	2	1920
5	Справочник «договора»	0.0012	-	1
6	Справочник «источники ионизирующего излучения»	0.12	61	480
7	Управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах	0.32	61	480
8	Регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах	71.52	91	60000
9	Формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах	171661	31	60000
10	Регистрация первичного	16.136	30.5	60000

ID	Данные	Объем данных в БД за год (МБ)	Количество транзакций в час	Количество записей в БД
	материала геофизических исследований и работ в скважинах			
11	Формирование отчета о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах	2	0.25	1
12	Формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах	343322	30.5	1
13	Формирование отчета загруженности партий ГИС	8	0.5	1
14	Формирование отчета о движении геофизической аппаратуры и ее ремонтах	12	0.25	1
15	Всего	549563.2	306	185765

Из приведенного расчета можно вывод, система будет накапливать около 550 гигабайт информации в год, при 50 транзакциях в секунду.

2.2 Построение прогнозной модели накопления данных типового геофизического предприятия

Приведенный выше расчет объема данных базировался на физических объемах работ геофизического предприятия, т.к. существует прямая связь

между физическими объемами и объемом данных как геолого-геофизических, так управленческих. В свою очередь физические объемы данных типового геофизического предприятия сильно зависят от объемов геологоразведки, объемов бурения, объемов капитального ремонта скважин.

Для более точного построения прогнозной модели накопления данных воспользуемся прогнозным расчетом финансовых объемов геофизических исследований в скважинах, проведенных компанией «Газпром-нефть» и опубликованных в журнале «Сибирская нефть» № 5 / 162 за июнь 2019 года[25]. Прогноз приведен на рисунке 13.

Для прогнозирования объема данных, рассчитаем объем данных полученных от исследования одного метра физического объема по следующей формуле:

$$O_{1м} = \frac{O_{г}}{10 * K_{с} * \Gamma_{с}}, \text{ где:}$$

$O_{1м}$ – объем данных полученных при исследовании 1 метра, 1 методом;

$O_{г}$ - общий объем данных полученных за один год исследований;

10 – количество методов исследований;

$\Gamma_{с}$ – глубина исследований, в данном случае 3000 метров;

Подставим исходные значения и получаем:

$$O_{1м} = \frac{O_{г}}{10 * K_{с} * \Gamma_{с}} = \frac{549563.2}{10 * 20000 * 3000} = 937 \text{ байт}$$

Зная, что в среднем исследование одного метра одним методом составляет 1200 рублей, пересчитаем финансовый прогноз в физические объемы. Диаграммы с прогнозом физических исследований и прогнозом объема обрабатываемой информации приведены на рисунках 14-15.

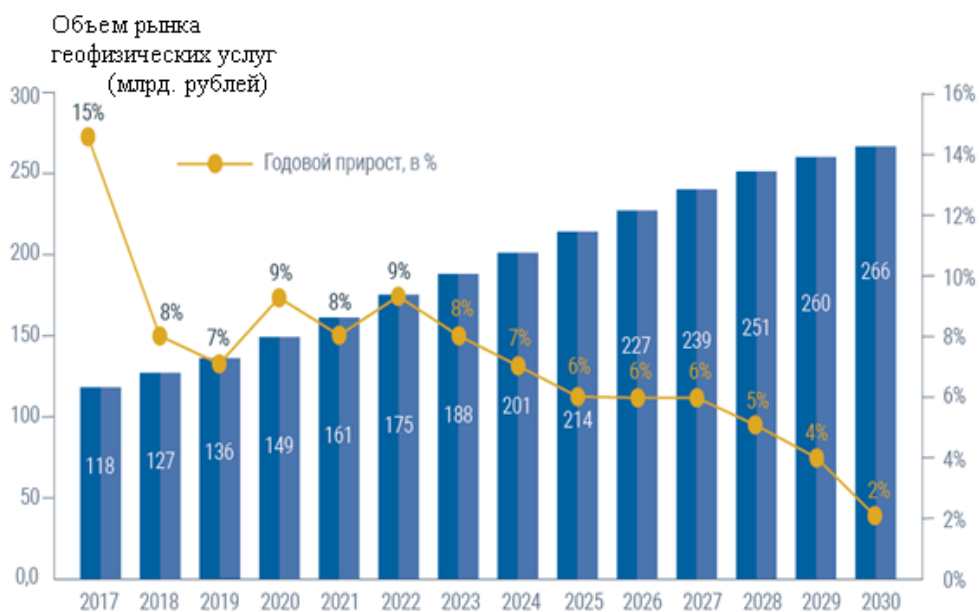


Рисунок 13. – Прогноз финансовых объемов геофизических исследований в России.

Прогнозируемые объемы геофизических исследований в скважинах, тыс. метров

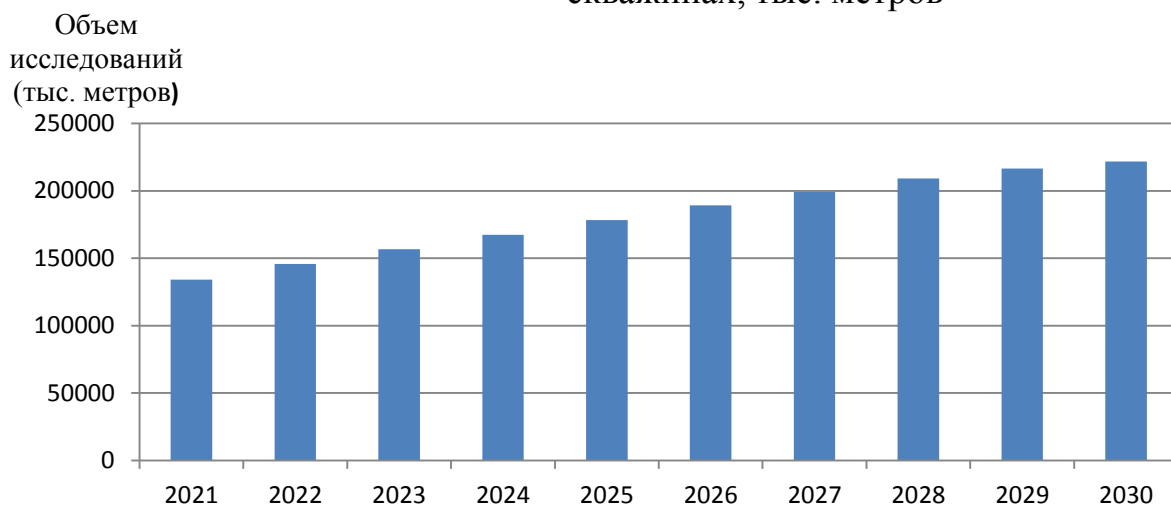


Рисунок 14. – Прогноз физических исследований (тыс. метров) в России.

Прогнозируемые объемы обрабатываемой информации при геофизических исследованиях в скважинах, мегабайт

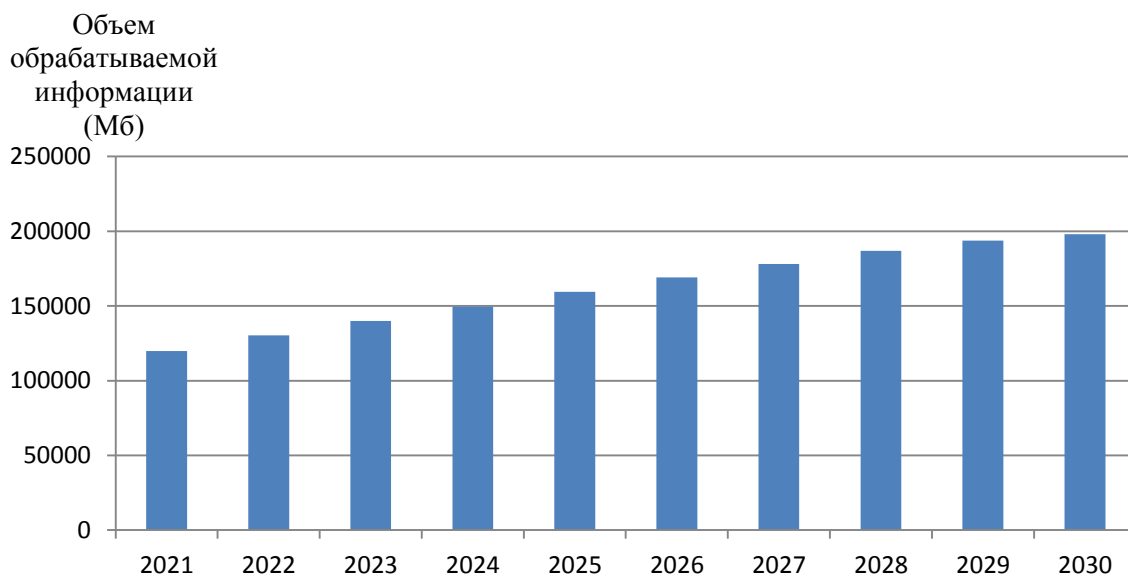


Рисунок 15. – Прогноз объема обрабатываемой информации при геофизических исследованиях (мегабайт) в России.

Для оценки суммарных объемов данных представим полученные значения в виде таблицы 12.

Таблица 12

Объемы обрабатываемых данных при геофизических исследованиях по годам

Год	Объем обрабатываемых данных (мегабайт)
2021	119890.4
2022	130315.6
2023	139996.2
2024	149676.8
2025	159357.4
2026	169038
2027	177973.9
2028	186909.8
2029	193611.8
2030	198079.7
Всего:	1624849.6

Получается, что за период 2021 – 2030 годы, суммарно геофизические предприятия должны обработать 1.55 терабайта информации. Такие объемы информации относят к «большим данным» (Big Data), для обработки такого объема информации необходимо внедрение современного решения.

2.3 Выбор решения для обработки данных Big Data

Наибольший интерес при обработке геолого-геофизической информации является построение геолого-геофизических разрезов и корреляционных схем, примеры которых приведены на рисунках 17 и 18.

Геолого-геофизические разрезы – визуализация геолого-геофизических данных в функции глубины, для объективной оценки геологического строения около скважинного пространства. Построение одного разреза является машиноемкой операцией и по мере уточнения геофизических параметров требуется перестроение исходного разреза.

Корреляционные схемы – визуализация геолого-геофизических данных в функции глубины, для объективной оценки геологического строения межскважинного пространства. Уточнения геолого-геофизических разрезов требует перестроение исходных корреляционных схем. Объективно построенные корреляционные схемы позволяют эффективно прогнозировать геологическое строение на исследуемой площади и вносить коррективы в параметры бурения, что позволяет снизить издержки и повысить эффективность геологоразведочных работ.

Наиболее эффективным сервисом предоставляющим услуги по обработке больших данных (Big Data) в России является Mail.ru Cloud Big Data[27]. Пользователю на данном сервисе доступен сконфигурированный под его задачи кластер с фреймворком Hadoop. Шаблон которого ориентирован под пакетную обработку данных, что оптимально для задачи построения геолого-геофизических разрезов и корреляционных схем в режиме реального времени.

К сожалению обработка и интерпретация геолого-геофизического материала являются прикладной областью геофизической науки и рассмотрение вопроса обработки больших данных (Big Data) в рамках исследований по автоматизации геофизического производства как такового не может быть произведено. Предполагаю более детальное рассмотрение обработки «больших данных» (Big Data) в следующих работах посвященных обработке и интерпретации геолого-геофизических материалов полученных при геофизических исследованиях скважин.

2.4 Анализ производственных процессов типового геофизического предприятия требующих автоматизации

Построим диаграмму объема информации и количества транзакций (рисунок 16).

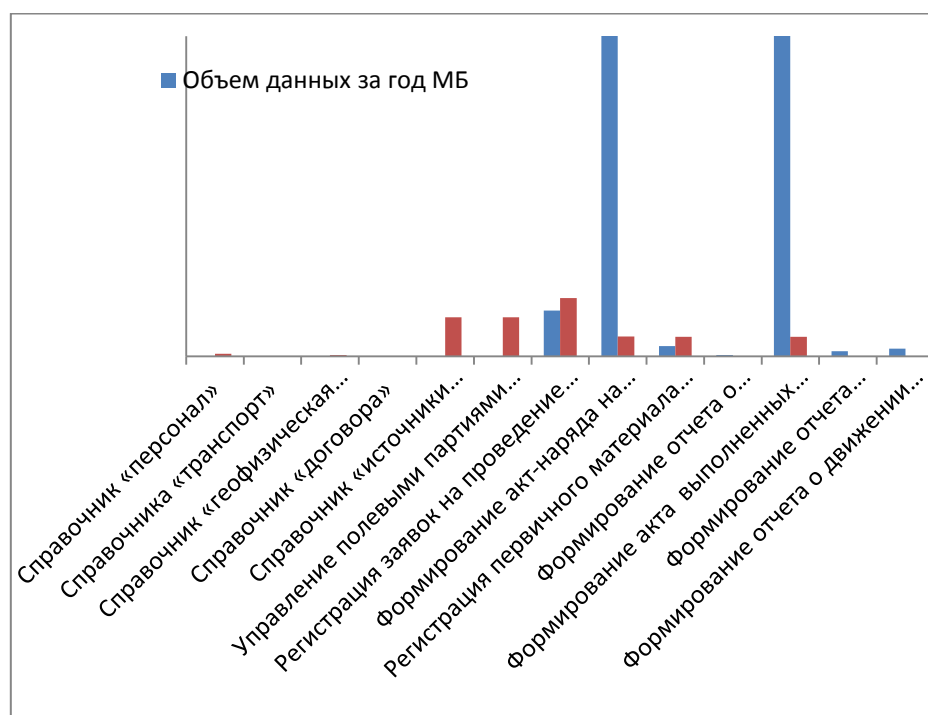


Рисунок 16. – Диаграмма объемов информации и количества транзакций.

Сводный планшет по результатам ГИС

СКВ. TST023239

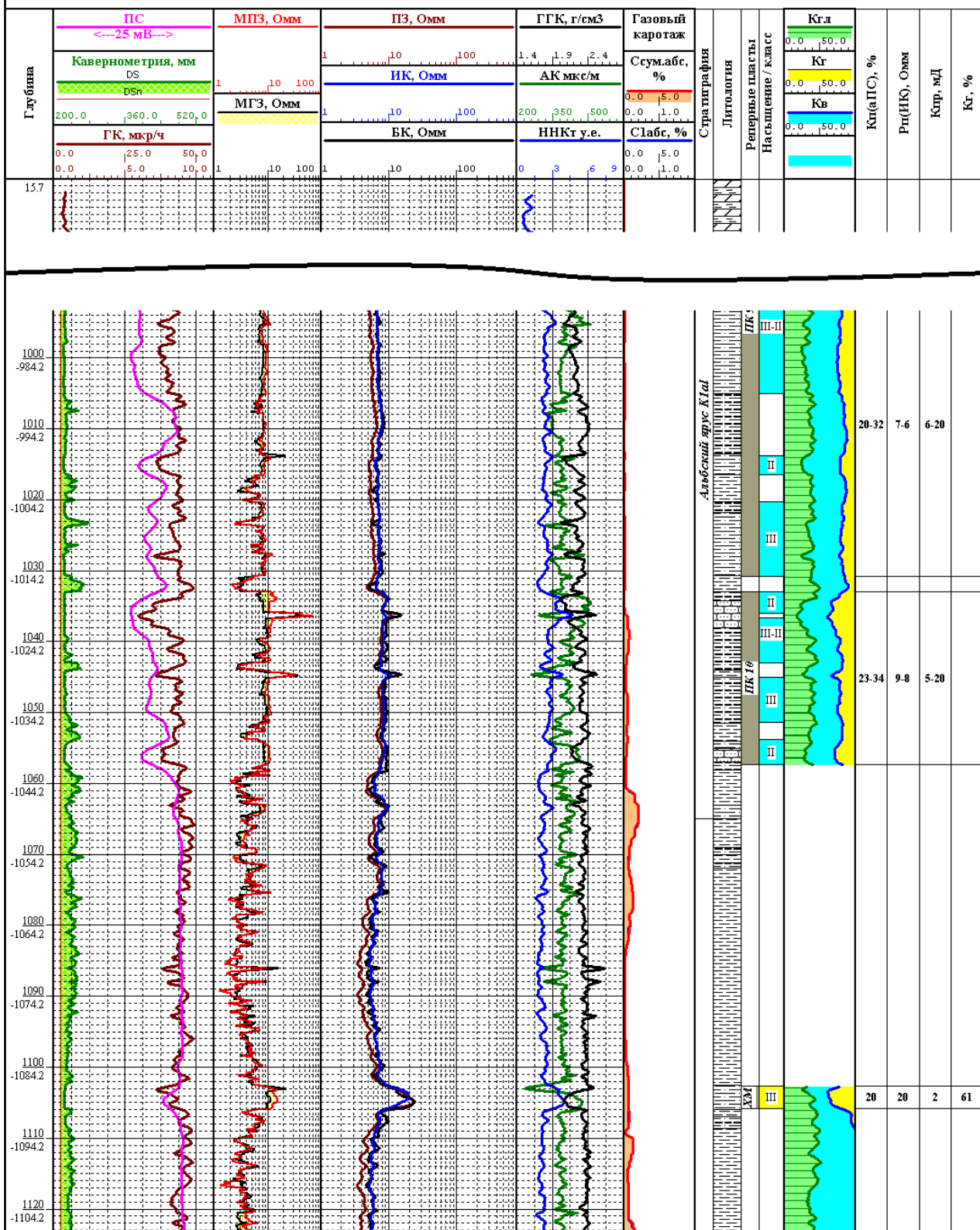


Рисунок 17. – Геолого-геофизический разрез.

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СХЕМА

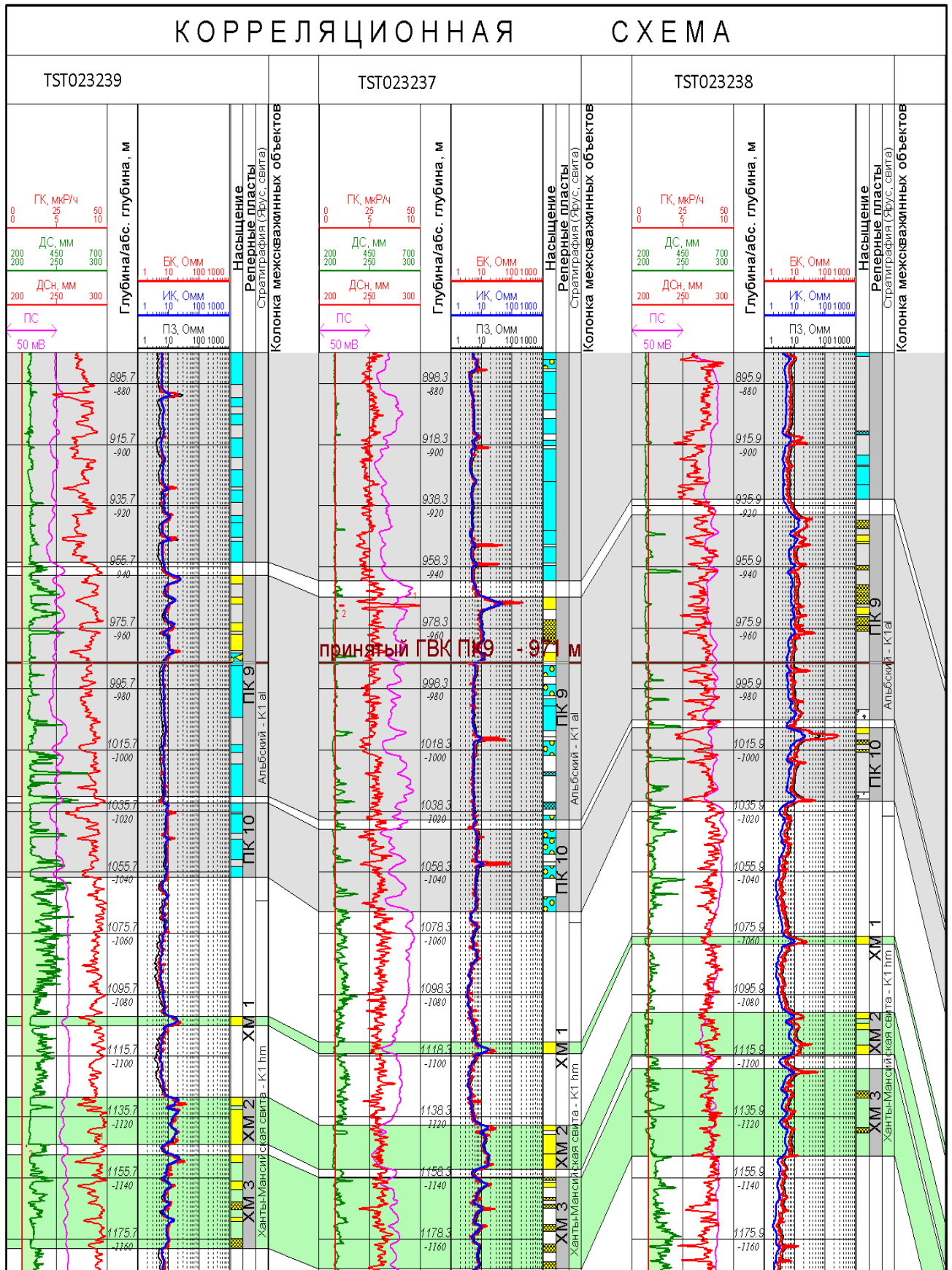


Рисунок 18. – Корреляционная схема.

Как видно из диаграммы наибольшее количество данных и ресурсов для их обработки вызывают 3 процесса:

1. Регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах.

2. Формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах.

3. Формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах.

Для более точного понимания механизма обработки этих данных при геофизических исследований скважин, построим диаграмму вариантов использования, где выделим следующих акторов:

1. Заказчик
2. Диспетчер
3. Начальник геофизической экспедиции
4. Оператор полевой партии
5. Интерпретатор
6. Экономист

Диаграмма использования приведена на рисунке 19. Для более детального анализа процессов возникновения и движения информации, при регистрации заявок и формировании акт-нарядов, построим диаграмму пригодности «как есть»(AS-IS). Данный вид диаграмм позволяет наглядно продемонстрировать все прецеденты. Диаграмма пригодности приведена «как есть»(AS-IS) на рисунке 20.

Анализируя диаграмму пригодности, можно сделать несколько выводов:

1. Регистрация заявки происходит при, согласовании выделения свободной партии ГИС, что может затруднять работу (и затрудняет) при большом количестве заявок и партий.

2. Заявка подаваемая диспетчеру заказчиком служит источником данных для акт-наряда. Происходит двойная обработка данных, при подаче заявки и при ее регистрации.

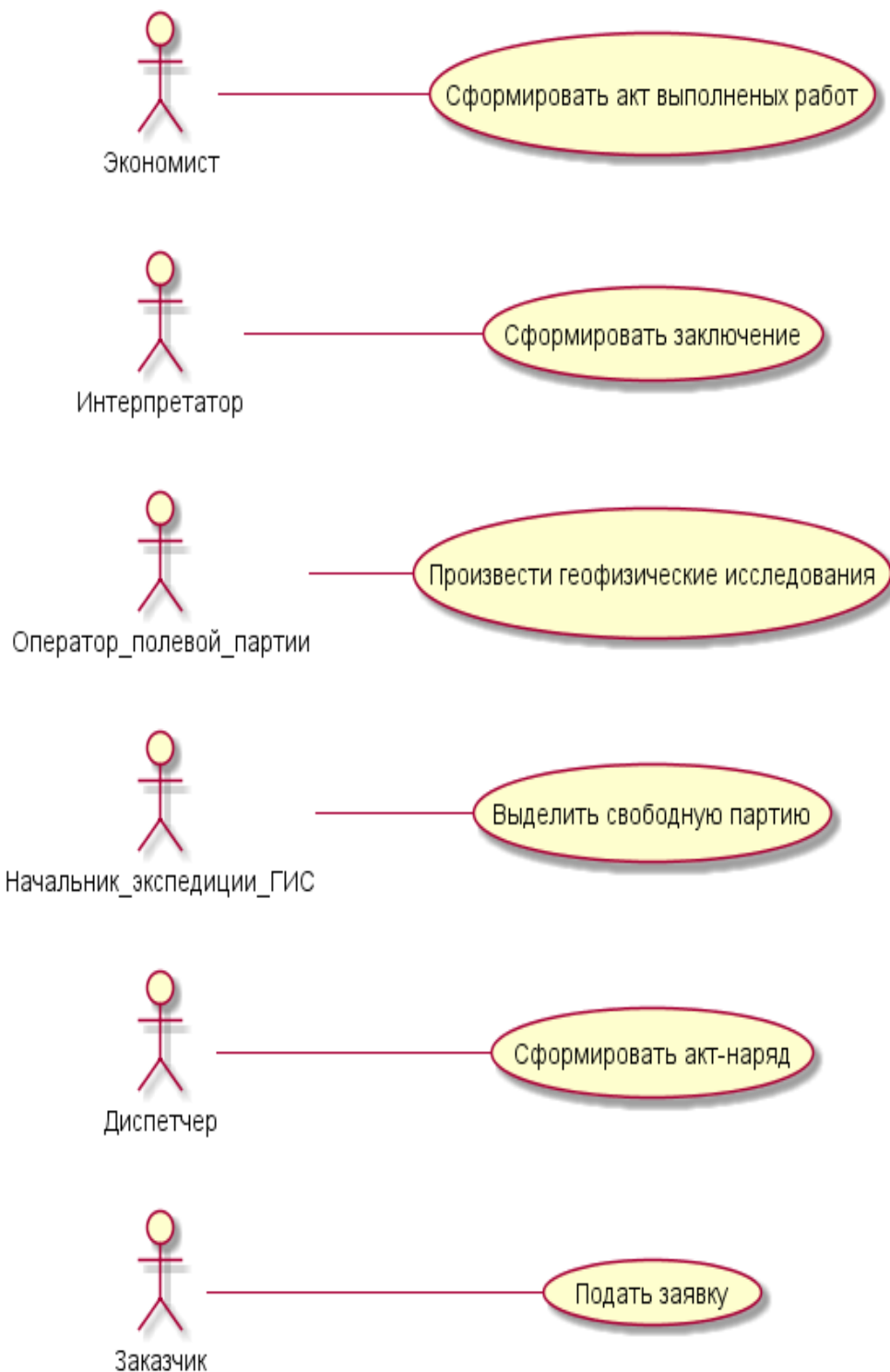


Рисунок 19. – Диаграмма вариантов использования при геофизических исследованиях скважин

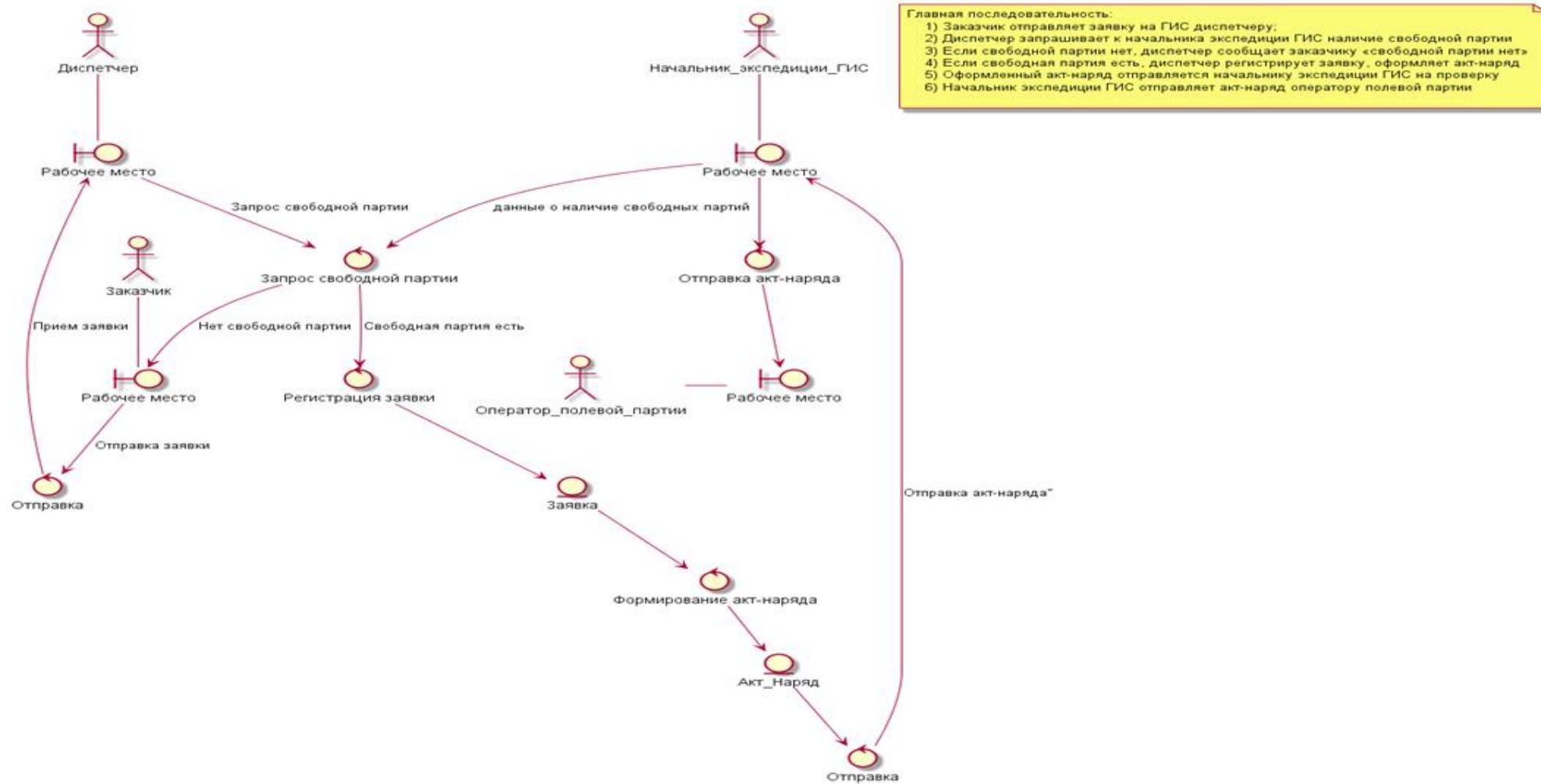


Рисунок 20. – Диаграмма пригодности для прецедентов регистрация заявок и формирование акт-нарядов «как есть» (AS-IS)

А учитывая, что акт выполненных работ формируется на основе акт-наряда, экономистом, получаем сильную загруженность персонала и фактическое дублирование производственных функций.

Для повышения скорости обработки информации и увеличения ее эффективности, предлагается реорганизовать работу сбора информации, путем сбора информации через веб сервер. Это позволит резко разгрузить диспетчерскую службу (ЦИТС) – заявки заказчик сам будет подавать через интерактивную форму. Операторы также будут получать акт-наряды и сдавать зарегистрированные материалы через соответствующие формы, что упростит работу начальников экспедиций ГИС.

2.5 Анализ требований к ERP системе управления типового геофизического предприятия

Источником данных для описания требований к перспективной ERP системе управления производственными процессами геофизического предприятия послужило исследование производственной деятельности геофизических предприятий.

Для удобства представления и более четкой визуализации они представлены в виде таблицы (см. табл. 13) с атрибутами по спецификации RUP[31]. Важной целью при подготовке результатов было четкое формулирование требований и отсутствие дублирования.

Таблица 13

Анализ требований к перспективной ERP системе управления
производственными процессами геофизического предприятия

Требования	Статус	Полезно сть	Риск	Стабиль ность
Функциональные требования				

Требования	Статус	Полезно сть	Риск	Стабиль ность
Управление полевыми партиями для геофизических исследований и работ в скважинах (составление списков партий, учет времени работы партий, контроль оснащения партий)	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Регистрация заявок на проведение геофизических исследований и работ в скважинах	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований и работ в скважинах	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Регистрация первичного материала геофизических исследований и работ в скважинах	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Формирование отчета о интерпретации геофизических исследований и работ в скважинах	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Формирование акта выполненных работ при геофизических исследованиях и работах в скважинах	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Формирование отчета загруженности партий ГИС	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая

Требования	Статус	Полезно сть	Риск	Стабиль ность
Формирование отчета о движении геофизической аппаратуры и ее ремонтах	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Требования к удобству использования				
Доступ к данным разграничивается по должностным обязанностям	Предложенные	Критичная	Низкий	Средняя
При вводе и редактировании данных необходима функция отмены	Предложенные	Критичная	Низкий	Средняя
Требования к надежности				
Размещение системы на носителях повышенной надежности RAID 5+0	Одобрено	Критичная	Низкий	Средняя
Доступ к системе осуществляется круглосуточно (24x7)	Одобрено	Критичная	Низкий	Средняя
Все доработки системы должны проходить тестирование вне рабочей среды	Одобрено	Критичная	Низкий	Средняя
Требования к безопасности				
Двухфакторная аутентификация в системе с помощью usb токена JaCarta	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая

Требования	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Срок действия пароля не более 45 суток	Одобрено	Критичная	Низкий	Низкая
Требования к производительности				
Система должна обеспечивать полнофункциональную работу не менее 200 пользователей одновременно	Предложенные	Критичная	Низкий	Средняя
Увеличение объема данных в системе не должно приводить к задержкам в работе с ней	Предложенные	Критичная	Средний	Средняя
Система должна обеспечивать не менее 400 транзакций в час	Предложенные	Критичная	Низкий	Низкая
Система должна обеспечивать обработку и хранение не менее 600 гигабайт информации в год	Предложенные	Критичная	Низкий	Низкая
Требования к поддержке				
Наличие договора о поддержке системы не менее одного года с момента введения в эксплуатацию	Предложенные	Критичная	Средний	Средняя
Время от приема заявки на обслуживание до начала работ по заявке не должно превышать 20 минут	Предложенные	Критичная	Средний	Средняя
Ограничения реализации				

Требования	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Система должна быть совместима с операционными системами установленными на рабочих местах пользователей	Предложенные	Критичная	Низкий	Средняя

Как видно из таблицы, в требованиях отсутствует дублирование. Каждому требованию назначены атрибуты, позволяющие оценить ключевые параметры функциональных требований к системе.

2.6 Разработка новой технологии обработки данных для ERP системы управления типового геофизического предприятия

Для более полного понимания функциональной структуры будущей системы необходимо составить таблицу прецедентов, анализ которой даст возможность более точного подбора архитектуры. Но сначала определим роли (актеров) данной предметной области:

1. Заказчик
2. Оператор полевой партии
4. Интерпретатор
5. Система

Таблица прецедентов представлена в таблице 14.

Таблица 14

Таблица прецедентов ERP системы управления производственными процессами геофизического предприятия

Прецедент: Формирование акт-наряда
ID: 1
Краткое описание:

Прецедент: Формирование акт-наряда на проведение геофизических исследований в скважинах
Главные актеры: Заказчик
Второстепенные актеры: Система, Оператор полевой партии
Предусловия: Нет.
Основной поток: 1. Прецедент начинается, когда Заказчик открывает форму «Подать заявку» 2. Заказчик заполняет форму 3. Заказчик нажимает на «кнопку» «Подать заявку» 4. Система проверяет наличие свободной партии 5. Система записывает (регистрирует) заявку в БД 6. Система формирует акт-наряд для полевой партии 7. Система отправляет сообщение «Акт-наряд сформирован» в форму «Оператор ГИС»
Постусловия: Нет.
Альтернативные потоки: В случае отсутствие свободной партии система отправляет сообщение «Заявка не может быть принята» в форму «Подать заявку»

Прецедент: Поступление акт-наряда на ГИС
ID: 2
Краткое описание: Прецедент: В системе сформирован акт-наряд на ГИС
Главные актеры: Оператор полевой партии
Второстепенные актеры: Нет.
Предусловия: Нет.
Основной поток: 1. Прецедент начинается, когда оператор получает сообщение «Акт-наряд сформирован» 2. Оператор открывает форму «Оператор ГИС» 3. Оператор изменяет статус партии на "Партия работает" 4. Оператор производит геофизические исследования по акт-наряду 5. Отправляет сообщение "окончание исследований" 6. Оператор изменяет статус партии на «Партия свободна»
Постусловия:

Нет.
Альтернативные потоки: Нет.
Прецедент: Окончание исследований
ID: 3
Краткое описание: Прецедент: В систему поступило сообщение о окончании исследования ГИС
Главные актеры: Интерпретатор
Второстепенные актеры: Система, Заказчик
Предусловия: Нет.
Основной поток: 1. Прецедент начинается, когда в систему поступило сообщение о окончании исследований ГИС 2. Интерпретатор проверяет геолого-геофизический материал 3. Проводит обработку и интерпретацию 4. Оформляет заключение по результатам работ 5. Открывает форму «Интерпретатор ГИС» 6. Отправляет сообщение «Окончание интерпретации» 7. Система формирует акт выполненных работ 8. Система отправляет ссылку на акт выполненных работ и заключение в форму «Результаты» для заказчика»
Постусловия: Нет.
Альтернативные потоки: Нет.

Таким образом, приведенная таблица 14 наглядно показывает, необходимые роли для будущей системы и их функциональные действия. Диаграммы пригодности «как будет» (TO-BE) представлены на рисунках 21-23.

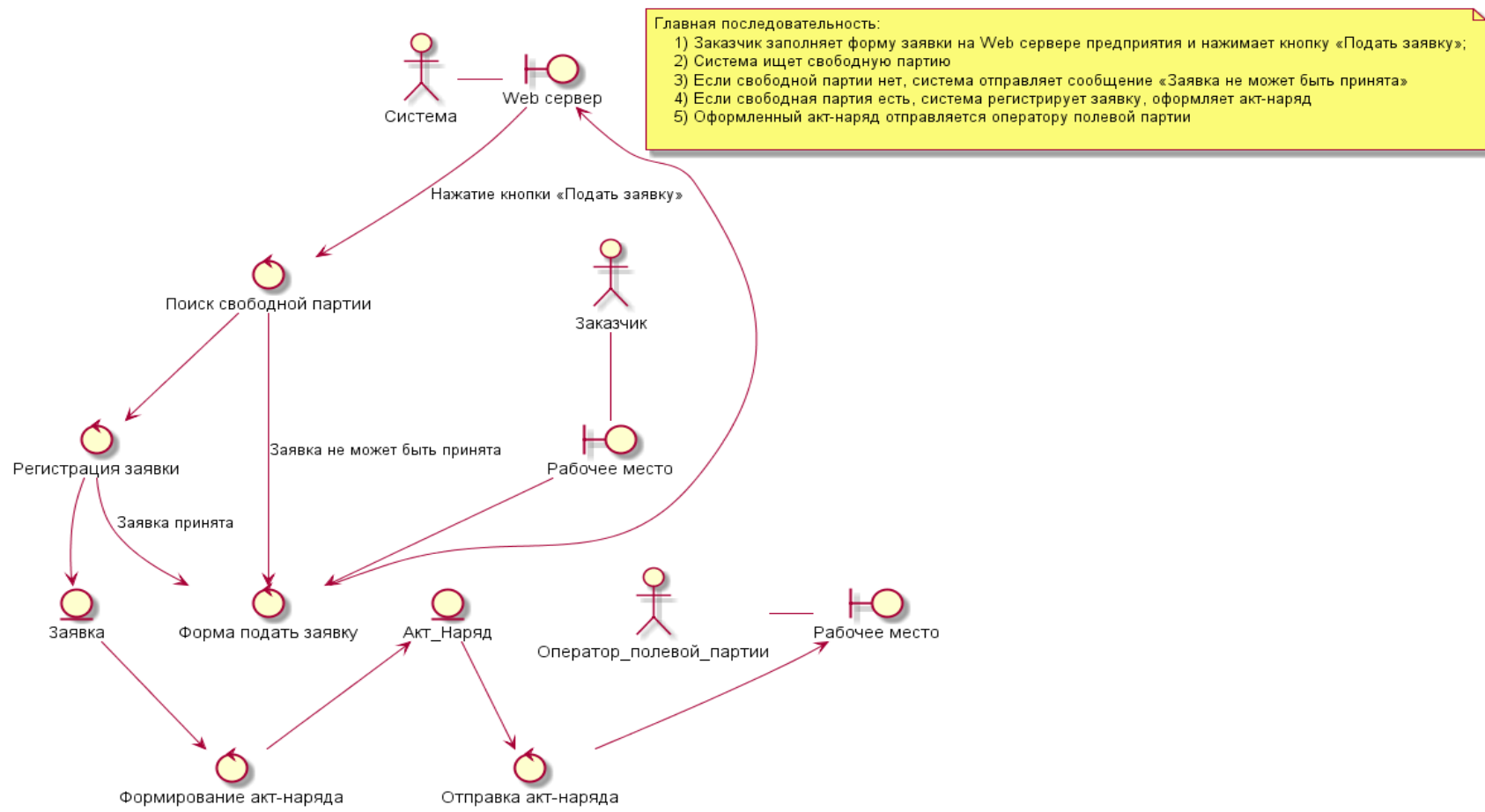


Рисунок 21. – Диаграмма пригодности для прецедента «поступление акт-наряда на ГИС», «как будет» (ТО-ВЕ)

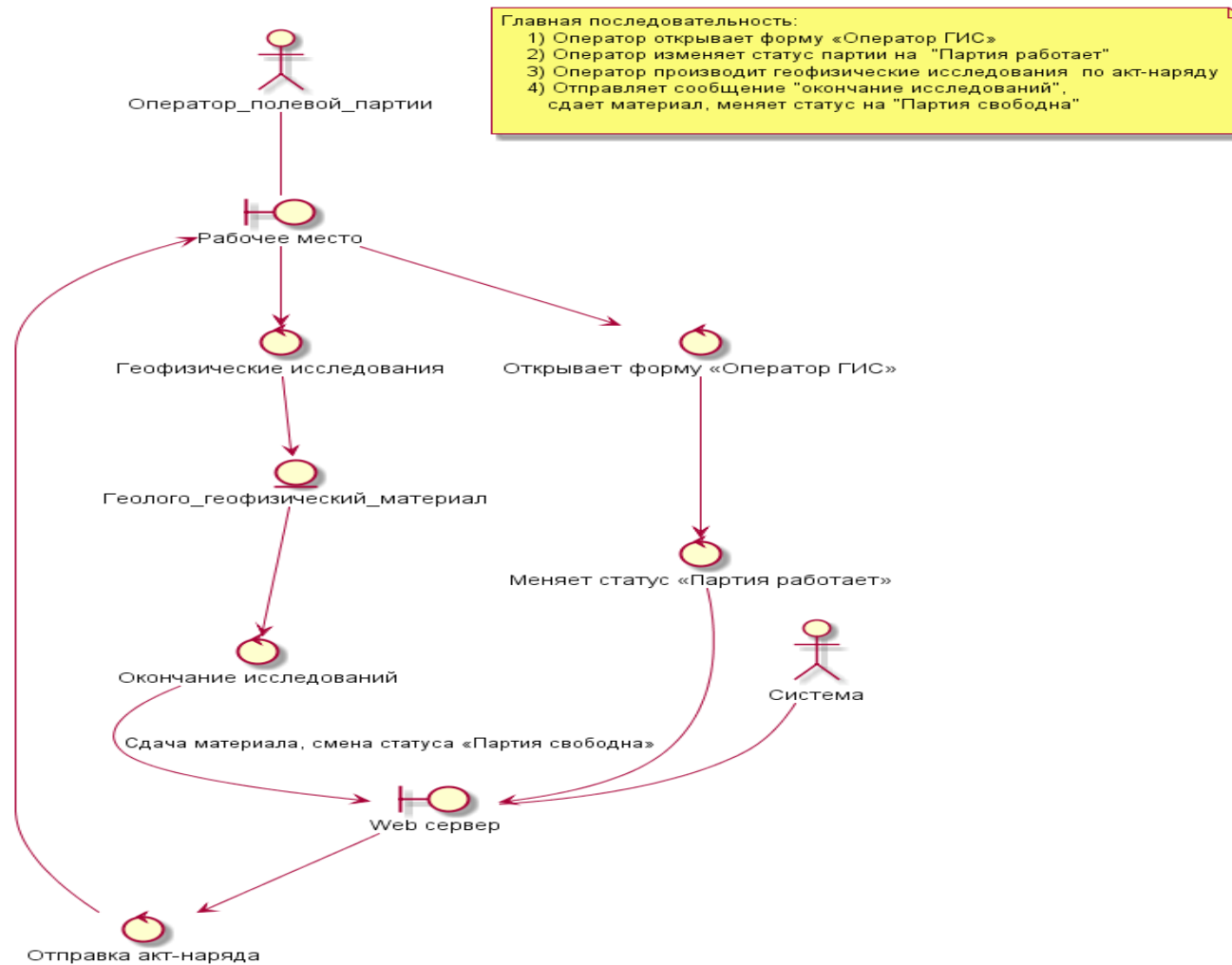


Рисунок 22. – Диаграмма пригодности для прецедента «формирование акт-наряда», «как будет» (TO-BE)

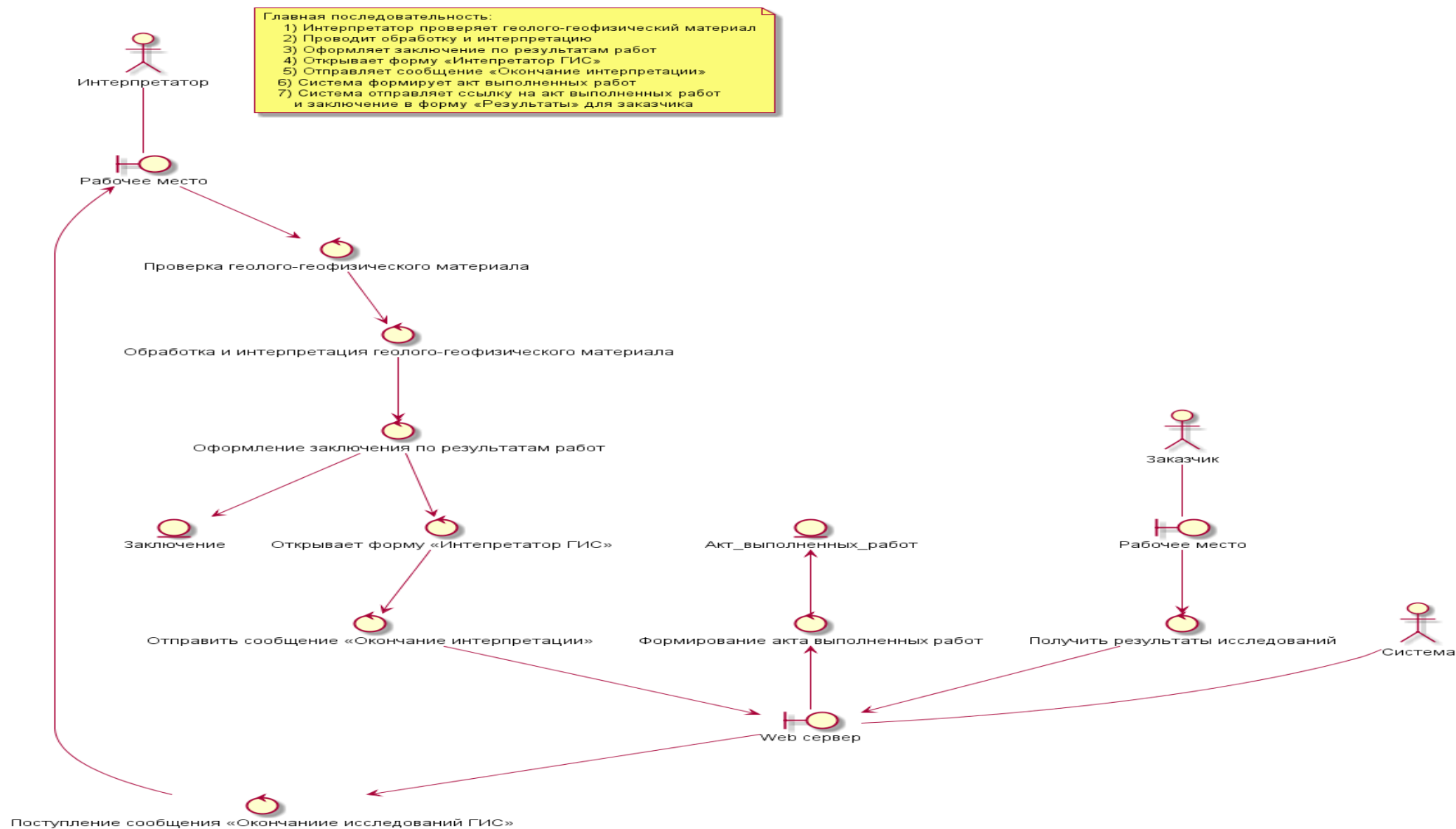


Рисунок 23. – Диаграмма пригодности для прецедента «Окончание исследований», «как будет» (TO-BE)

2.7 Анализ известных ИТ-решений для ERP системы управления типового геофизического предприятия

Для более точной оценки предметной области, произведем анализ известных ИТ решений для автоматизации производства при геофизических исследованиях скважин (ГИС). В настоящий момент существует одно узкоспециализированное решение – система «Диспетчер ГИРС» фирмы «Газгеософт» и решение на базе 1С:Предприятие – «ИНТАЛЕВ: Корпоративный Менеджмент» от ГК «Инталев».

Информация по этим продуктам с кратким описанием функций приведена в таблице 15.

Таблица 15

Известные ИТ решения для автоматизации производства при
геофизических исследованиях скважин (ГИС)

№	Название ИТ решения	Разработчик	Решаемая задача ИС
1	Диспетчер ГИРС	ООО «ГазГеоСофт» http://gazgeosoft.ru	Учет и контроль производственных операций при геофизических исследованиях и работах в скважинах. Учет и контроль средств производства, взрывчатых материалов и источников ионизирующего излучения.
2	ИНТАЛЕВ: Корпоративный Менеджмент	ГК «ИНТАЛЕВ» https://www.intalev.ru	Позволяет собирать данные по исполнению договоров в единой системе управленческого учета и

№	Название ИТ решения	Разработчик	Решаемая задача ИС
			<p>бюджетирования, отслеживать объемы и стоимость выполненных работ, оперативно реагировать на отклонения в ходе выполнения работ по договору</p>

Система «Диспетчер ГИРС» фирмы «ГазГеоСофт» зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ Российской Федерации под номером 2012610888 от 20.01.21012[18]. Как следует из аннотации [18]: «Программа относится к категории ERP - систем и представляет собой интегрированную систему для управления внутренними ресурсами предприятия. Цель разработки содействие потокам информации между всеми хозяйственными подразделениями (бизнес функциями) внутри предприятия и информационная поддержка внешних запросов. Программа построена на централизованной базе данных и формирует стандартизованное единое информационное пространство предприятия. Отличительной особенностью программы является ее ориентированность на предприятия, занимающиеся промышленными геофизическими работами. Преимуществом программы является модульный принцип построения, который позволяет расширять его функциональность при возникновении новых задач, не затрагивая существующие звенья системы.».

Система разработана в Borland Delphi 7, применяемая БД - MS SQL Server 2008, программные модули – приложения Win32. Официальная схема информационных потоков предоставлена на рисунке 24. Схема приводится в авторской редакции. Документация по системе крайне скудная.

Данная система позиционируется разработчиком как ERP система для геофизических предприятий, созданная для решения задач автоматизации производства исключительно геофизического предприятия, специализирующегося на исследованиях и работах в скважинах. На данный момент времени система состоит из 12 программных модулей и единой базы данных. Модули по сути имеют одну структуру – стандартное Windows окно с главным меню и видимым табличным элементом с данными.

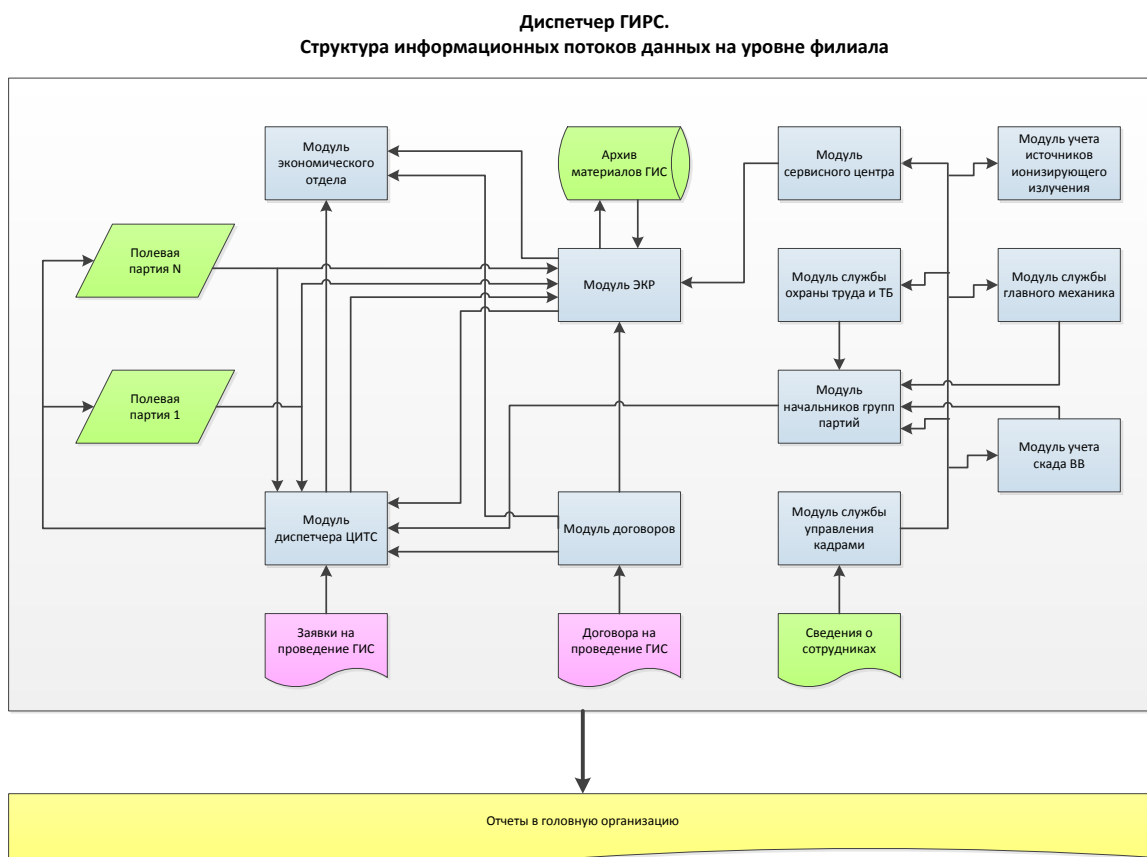


Рисунок 24. - Схема информационных потоков системы «Диспетчер ГИРС»

Добавление и редактирование данных и есть основная суть работы с системой. В состав системы входят 12 модулей:

1. Модуль кадровый.
2. Модуль партий (рабочая книга начальников групп партий, технических руководителей)

3. Модуль договоров по ГИС
4. Модуль диспетчера
5. Модули сервисных центров (ГМЛ, ГТИ)
6. Модуль КИП
7. Модуль службы гл. механика.
8. Модуль службы охраны труда и ТБ
9. Модуль учета и движения ИИИ (источников ионизирующего излучения)
10. Модуль учета и движения взрывчатых веществ
11. Модуль экономического отдела
12. Модуль администратора

Выделим достоинства и недостатки данной системы.

Достоинства:

1. Возможность совместной работы разных подразделений.
2. Хранение всех данных в одном месте.

Недостатки:

1. Среда разработки Borland Delphi 7, не поддерживается производителем, с 2003 года.

2. Модули - приложения Win32 написаны на решение текущих задач. При необходимости корректировки логики работы, приложение необходимо переписывать полностью. База данных сконфигурирована статически и при любых доработках ее конфигурация должна меняться полностью. Все это резко замедляет выполнение заявок на доработку.

3. Невозможность работы в системе пользователям географически удаленных подразделений.

«ИНТАЛЕВ: Корпоративный Менеджмент» от ГК «Инталев». Как следует из аннотации [24]: «Внедрение «ИНТАЛЕВ: Корпоративный менеджмент» позволяет собирать данные по исполнению договоров в единой системе управленческого учета и бюджетирования, отслеживать объемы и стоимость выполненных работ, оперативно реагировать на отклонения в ходе

выполнения работ по договору, что очень важно в такой отрасли, как геофизические услуги. В случае возникновения отклонений информацию можно эскалировать по вертикали управления. В системе можно формировать реестр договоров, соглашений и спецификаций к ним.».

Среда разработки системы 1С:Предприятие 8.2. Система создавалась для автоматизации экономической деятельности предприятий нефтегазового профиля. По заверениям разработчиков, система представляет собой конструктор, на базе которого можно решить любую задачу автоматизации, как насущную, так и перспективную. Внешний вид системы представлен на рисунке 25.

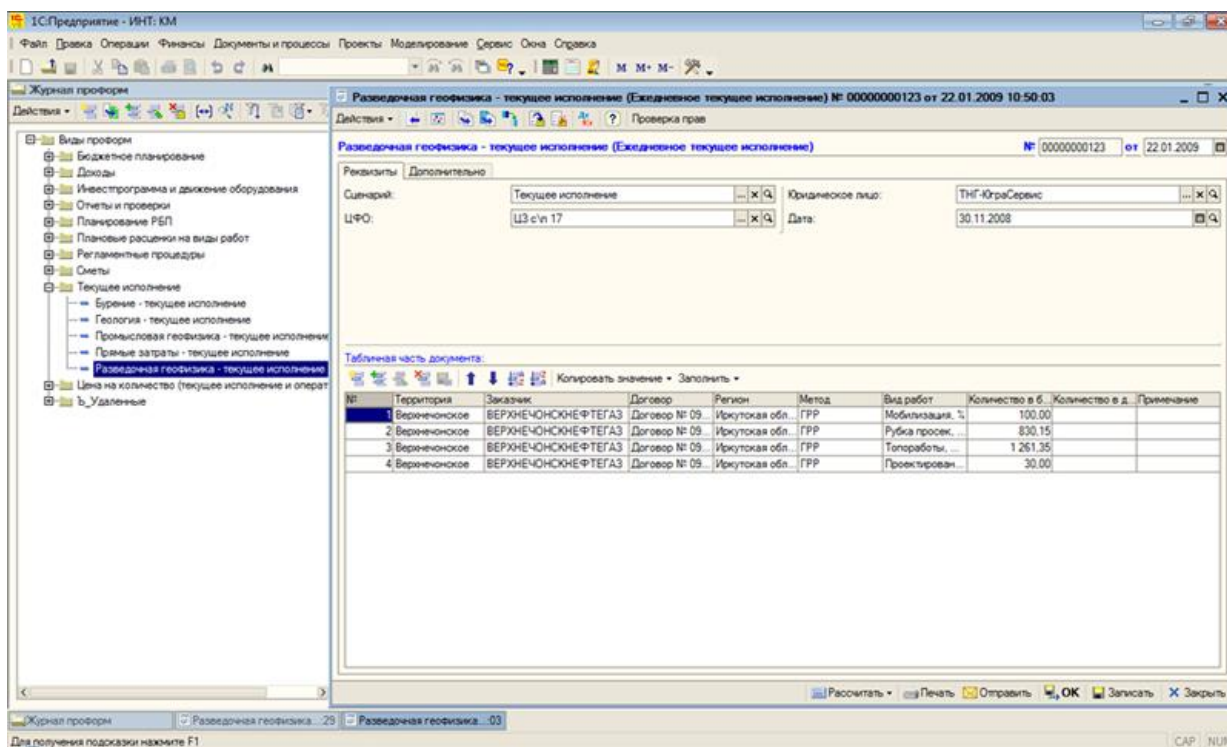


Рисунок 25. - Внешний вид системы ИНТАЛЕВ: Корпоративный Менеджмент

Достоинства:

1. Система создана на отработанной платформе 1С: Предприятие 8.2, платформа находится в поддержке производителем.

2. Большое количество пользователей и специалистов умеющих работать с продуктами фирмы 1С.

Недостатки:

1. Система изначально, не позволяет автоматизировать производственную деятельность.

В результате изучения данных систем, можно сделать вывод, что ни одна из них не позволяет осуществить автоматизацию производственной деятельности типового геофизического предприятия в полном объеме. «Диспетчер ГИРС» не позволяет работать с географически удаленными подразделениями и очень сильно морально устарел. «ИНТАЛЕВ: Корпоративный Менеджмент» изначально «заточен» под решение экономических задач предприятий и для решения производственных задач требует серьезной доработки.

2.8 Выбор архитектурного решения для ERP системы управления типового геофизического предприятия

Архитектура информационной системы – положение, определяющее структуру, модель, исполняемые функции, связь и взаимосвязь компонентов информационной системы[10]. Для выбора наиболее подходящей архитектуры перечислим условия функционирования проектируемой информационной системы, из анализа деятельности типового геофизического предприятия:

1. Система должна обеспечивать работу пользователей географически удаленных подразделений.

2. Географически удаленные подразделения могут иметь низкоскоростные каналы связи, поэтому обработка данных должна происходить на серверной стороне.

3. Географически удаленные подразделения могут осуществлять свою работу короткое время, поэтому все настройки и конфигурация системы должны

проходить на серверной стороне, а клиенты должны иметь самый простой набор ПО для работы в информационной системе, крайне предпочтительно штатный web браузер из состава операционной системы клиентского рабочего места.

4. Система должна формировать единое информационное пространство.

Рассмотрим самые перспективные виды архитектур, выделяя их достоинства и недостатки.

Клиент-сервер (Client-server) – такая модель сетевой или вычислительной архитектуры, для которой характерно распределение сетевой нагрузки между серверами и клиентами. Пример такой архитектуры приведен на рисунке 26.

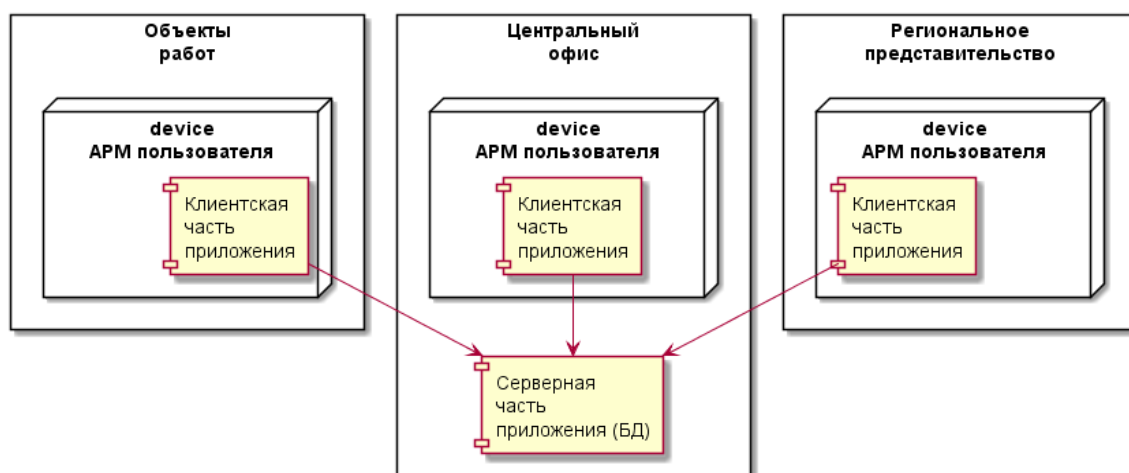


Рисунок 26. - Пример архитектуры клиент-сервер (Client-server)

Достоинствами данной архитектуры являются:

1. Функциональное распределение вычислительной системы между несколькими независимыми компьютерами в сети;
2. Возможность хранения всех данных на сервере, который защищен лучше, чем клиенты;
3. Возможность регулирования и контроля прав доступа к данным;
3. Многопользовательская работа;
4. неделимость данных.

Недостатками данной архитектуры являются:

1. Проблемы на серверной стороне могут сделать невозможной работу всей системы;
2. Система требует квалифицированного профессионализма от администраторов;
3. Высокая стоимость оборудования;
4. Невозможность переконфигурирования системы - бизнес логика приложений остается в ПО клиента.

Многоуровневая архитектура клиент-сервер (Multitier architecture) – такой вариант архитектуры клиент-сервер, в которой задачи обработки данных могут выполнять несколько или один сервер. Это позволяет разделять функции хранения, обработки и представления данных для более эффективной работы серверов и клиентов. Среди многоуровневой архитектуры клиент-сервер наиболее распространена трехуровневая архитектура (трехзвенная архитектура, three-tier), основанная на следующих компонентах – клиентское приложение, сервер приложений, сервер баз данных. В таком случае клиентское приложение (обычно говорят "тонкий клиент" или терминал), подключается к серверу приложений, который подключается к серверу базы данных. Пример такой архитектуры приведен на рисунке 27.

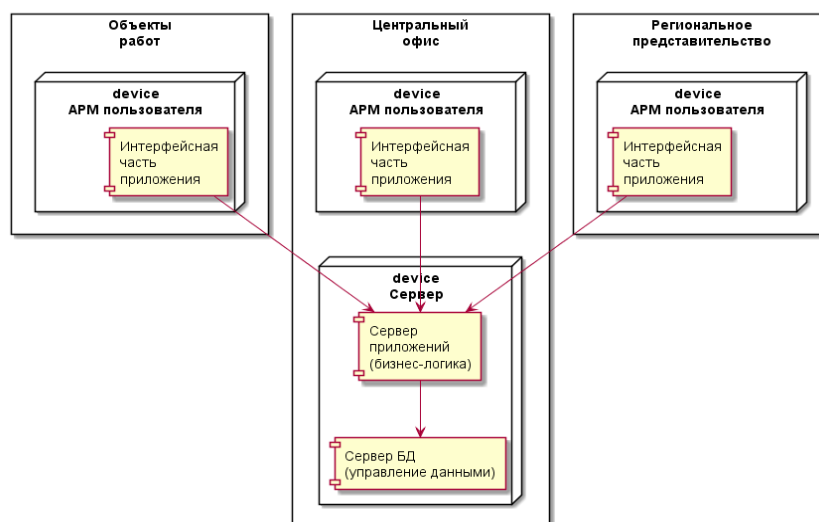


Рисунок 27. - Пример трехуровневой архитектуры (three-tier)

Первый уровень такой системы, это графический интерфейс (интерфейсная часть), представляет собой пользовательское приложение. Этот уровень не должен иметь прямой связи с базой данных (требование безопасности), не должен нести в себе основную бизнес-логику (требования по масштабируемости), не должен сохранять состояние приложения (требование надежности). Первый уровень обычно используют для решения вопросов авторизации, шифрования, проверки введенных значений, простейшие операции.

Сервер приложений – это второй уровень. С его помощью решаются все задачи бизнес-логики.

Третий уровень - сервер баз данных, где обеспечивается хранение данных. СУБД может быть как стандартной, так и реляционной. Хранимые процедуры, триггеры, схемы хранятся тоже в ней.

Простая конфигурация может быть реализована путем размещения сервера приложений и сервера баз данных на одном физическом сервере, доступ к которому имеют «тонкие клиенты».

К особому типу программ относят Web-приложения, они тоже построены по архитектуре "клиент-сервер". Значимой их особенностью является то, что они располагаются и выполняются на сервере. Клиентское ПО получает только результаты работы. Такое приложение получает запросы от клиента (пользователя), обрабатывает их и выдает результаты. Получение запросов и выдача результатов, связь между клиентом и сервером происходит посредством сети Интернет. Пример архитектуры Web-приложения представлен на рисунке 28. В качестве клиентской части используется веб браузер (любой из Internet Explorer, Mozilla, Opera и т.).

Визуализация результатов запросов, прием данных от пользователя и их передачу на сервер возлагается на приложение — браузер (Internet Explorer, Mozilla, Opera и т. д.).

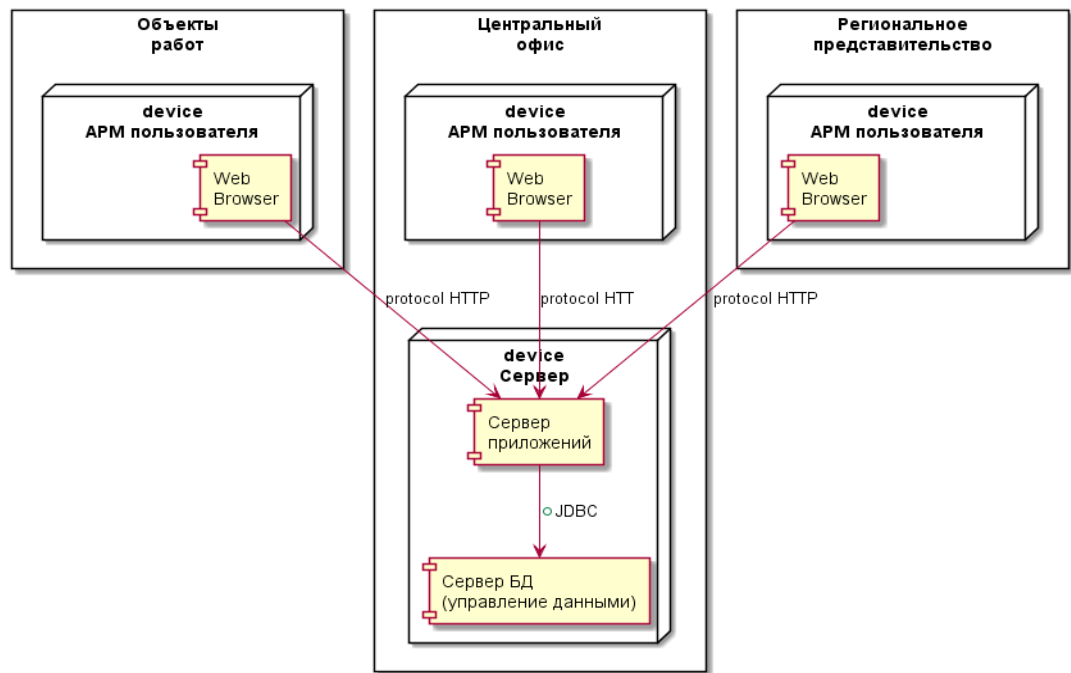


Рисунок 28. - Пример архитектуры Web-приложения

Серверная сторона Web-приложения реализуется посредством Web-сервера (IIS, Apache, и т.п.) с помощью которого принимает запросы клиентов, обрабатывает их, выдает ответ в виде html текста, который и передает клиенту.

Достоинствами данной архитектуры являются:

1. Нет необходимости в администрировании клиентское ПО;
2. Масштабируемость;
3. Конфигурируемость – систему можно легко переконфигурировать, все уровни обособлены друг от друга;
4. Высокая безопасность;
5. Высокая надежность;
6. Невысокие требования к качеству канала связи между клиентами и сервером приложений;
7. Применение «тонких клиентов» позволяет выдвинуть невысокие требования к характеристикам терминалов, т.е. можно сэкономить на их стоимости.

Недостатками данной архитектуры являются:

1. Серверная часть получается более сложной, что ведет к росту затрат на обслуживание и администрирование;
2. Создание приложений является более сложной задачей;
3. Разворачивать и администрировать такую систему такой архитектуры сложнее и дольше по времени;
4. К производительности сервера приложений и сервера базы данных, предъявляются повышенные требования, а значит потребуются применять более дорогое оборудование;

Терминальная архитектура – это архитектура вычислительной системы построенной на базе терминального сервера. Терминальный сервер, сервер терминалов — сервер, позволяющий клиентам решать свои вычислительные задачи. В данном случае терминальный клиент выступает в роли средства управления для ПО размещенного на терминальном сервере. Существует много способов реализации процесса управления, это может быть встроенный в операционные системы семейства Windows Server, протокол RDP или ПО X2Go туннелирующее управление внутри ssh сессии для ОС Linux семейств. Пример терминальной архитектуры представлен на рисунке 29.

Достоинствами данной архитектуры являются:

1. Нет необходимости в использовании дополнительного ПО на клиентской стороне;
2. Возможность подключения практически неограниченного количества клиентов;
3. Централизованное место хранения данных;

Недостатками данной архитектуры являются:

1. Прекращение работы сервера или сбои в каналах связи, ведут к невозможности работы всем клиентам.
2. Достаточно высокие требования к скорости и качеству каналов связи в связи с большим объемом передаваемых данных;

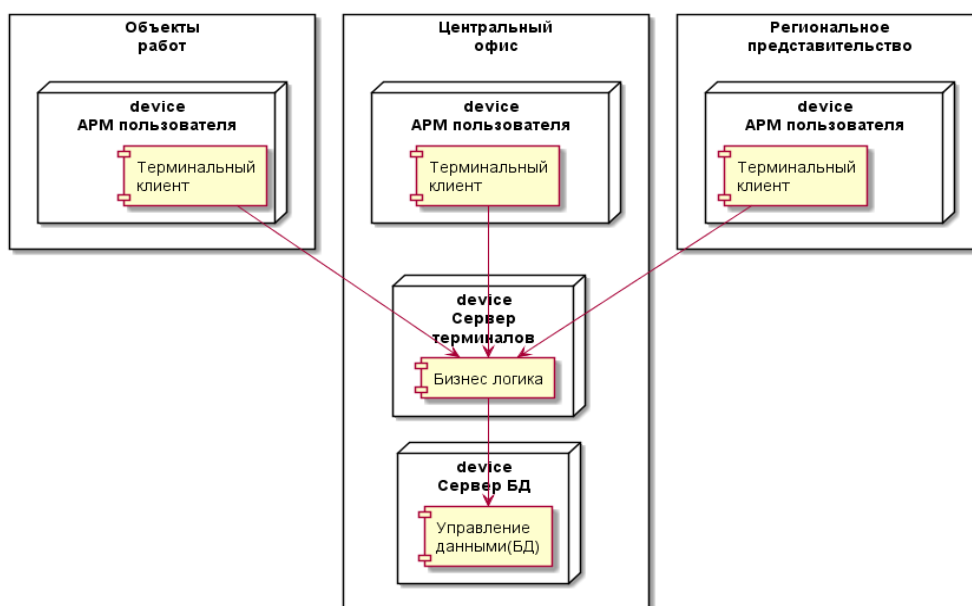


Рисунок 29. - Пример терминальной архитектуры

3. Многие производители терминальных решений, лицензируют возможность работы исходя из количества пользователей, что может привести к большим финансовым затратам, при большом количестве пользователей и неэффективности вложений в лицензии при отсутствии работы для пользователей.

Для выбора оптимальной конфигурации, произведем сравнения архитектур и выберем наиболее подходящую. Результат сравнения представлен в таблице 16.

Таблица 16

Сравнительный анализ архитектур

Характеристика	Клиент-сервер	Многоуровневая архитектура клиент-сервер	Терминальная архитектура
Масштабируемость	-	+	+
Конфигурируемость	-	+	+
Высокая скорость	+	+	-

Характеристика	Клиент-сервер	Многоуровневая архитектура клиент-сервер	Терминальная архитектура
работы			
Простой набор ПО на стороне клиента	-	+	+
Возможность работы пользователей для географически отдаленных подразделений	+	+	+
Формирование единого информационного пространства	+	+	+
Итог	3	6	5

Как видно из анализа наиболее подходящая архитектура, для автоматизации предметной области – это многоуровневая архитектура клиент-сервер.

2.9 Выбор платформы для создания ERP системы управления типового геофизического предприятия

Для более эффективной реализации выбранного архитектурного решения, необходимо выбрать платформу. Наиболее популярными и востребованными на сегодняшний день являются следующие:

1. php
2. Java 2 Enterprise Edition
3. Spring Framework
4. Node.js

Php – язык, скриптовый, общего применения, широко используемый для создания веб-приложений. Подавляющее большинство хостинг-провайдеров используют именно его. Один из лидеров среди языков, используемых для создания динамических веб-сайтов.

Java EE— набор документации и соответствующих спецификаций под язык Java, описывающей архитектуру серверной платформы для задач крупных и средних предприятий. Спецификации разработаны, чтобы обеспечивалась переносимость программ одной реализации между платформами. Спецификации обеспечивают масштабируемость и целостность данных приложений системы во время ее работы. Java EE используется через вэб как в локальных сетях, так и в интернете. JCP (Java Community Process) в рамках инициативы Sun Microsystems Inc утверждает и создает спецификации. Java EE - это промышленная технология для использования в высокопроизводительных проектах, в которых необходима надежность, масштабируемость, гибкость. Sun предлагает бесплатный комплект разработки, SDK, что способствует популярности. В него входят сервер приложений GlassFish и лицензия для разработки. Организацию сложных веб-порталов и предоставление услуг онлайн, для бесперебойной работы многих тысяч пользователей, наиболее эффективно разрабатывать, используя J2EE.

Spring (Spring Framework) — многофункциональный фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы. Кроме того имеется форк для платформы .NET Framework, называемый Spring.NET. Spring не обеспечивает конкретную модель создания программ, но он является широко распространенным в сообществе Java, где является альтернативой и заменой модели Enterprise JavaBeans. Представляя легкие в работе и хорошо

документированные средства, Spring дает большие свободы Java-разработчикам, при создании приложений корпоративного масштаба. Между тем, особенности Spring ядра применимы в любом Java-приложении, и существует множество расширений и усовершенствований для построения веб-приложений на Java Enterprise платформе. По этим причинам Spring приобрёл большую популярность и признаётся разработчиками как очень важный фреймворк.

Node.js — основанная на движке V8 программная платформа, превращающая JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. Имеет свой API и позволяет работать с устройствами ввода/вывода и внешними библиотеками, написанными на разных языках. Исполняется на сервере и обычно выполняет роль веб-сервера, но есть возможность разрабатывать на Node.js и Desktop оконные приложения (при помощи NW.js, AppJS или Electron для Linux, Windows и macOS) и даже программировать микроконтроллеры (например, tessel и espruino). В основе Node.js лежит событийно - ориентированное и асинхронное программирование с неблокирующим вводом/выводом.

Для выбора оптимальной платформы, произведем их сравнение и выберем наиболее подходящую. Результат сравнения представлен в таблице 17.

Таблица 17

Сравнительный анализ платформ

Характеристика	php	Java 2 Enterprise Edition	Spring Framework	Node.js
Многозадачность	-	+	+	+
Кроссплатформенность	+	+	+	+

Характеристика	php	Java 2 Enterprise Edition	Spring Framework	Node.js
Высокая скорость работы конечного продукта	-	+	-	-
Минимальный объем занимаемой оперативной памяти	-	+	+	+
Итого	1	4	3	3

В результате сравнения оптимальной платформой для реализации выбранной архитектуры ERP системы управления типового геофизического предприятия рекомендована платформа Java 2 Enterprise Edition.

ВЫВОДЫ ПО 2 ГЛАВЕ

В результате исследований рассчитаны объемы данных, произведен анализ требований к ERP системы управления типового геофизического предприятия. Выбрана многоуровневая архитектура клиент-сервер и платформа для ее реализации Java 2 Enterprise Edition. Обосновано оптимальное решение для построение геолого-геофизических разрезов и корреляционных схем.

ГЛАВА 3 ВНЕДРЕНИЕ ERP СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТИПОВОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Внедрение ERP системы на типовом геофизическом предприятии преследует цель автоматизации производственных процессов и уменьшение управленческих издержек на предприятии. Основным процессом для автоматизации является процесс геофизических исследований скважин (ГИС) от подачи заявки заказчиком до выдачи акта выполненных работ.

3.1 Выбор методики внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия

После выбора архитектуры новой системы и средств ее реализации, следует этап практической реализации. Реализация и внедрение информационной системы может происходить в двух вариантах. В первом варианте предприятие объявляет конкурс на создание и внедрение информационной системы. В настоящий момент на рынке много компаний, которые предоставляют подобные услуги. Методики внедрения разнятся от очень быстрых до классических. Первоначальной точкой такого варианта внедрения будет подготовка документации к конкурсу, важной частью которой будет техническое задание на реализацию и внедрение информационной системы на предприятии. После конкурса следует подписание договора, в котором более подробно обговариваются детали предстоящего внедрения – методика, стоимость, требования к сторонам внедрения и т.п.

Для решения задачи реализации и внедрения ERP системы на типовом геофизическом предприятии, можно пойти другим путем, а именно создать команду внедрения на предприятии. Достоинством такого подхода будет уменьшение издержек и более полное вовлечение команды внедрения в работу.

Для этого на предприятии создается соответствующий отдел, в который набираются специалисты, состав команды внедрения и квалификационные требования к специалистам представлены в таблице 18.

Таблица 18

Состав команды внедрения и квалификационные требования к специалистам

№	Должность	Квалификационные требования
1	Начальник отдела внедрения	Хорошие технические знания предметной области, навыки бизнес - анализа. Опыт внедрения ERP систем. Опыт руководства командой внедрения.
2	Аналитик отдела внедрения	Владение разработкой проектной документации (протоколы совещаний, описание функциональных требований, спецификаций, инструкций и т.д).
3	Ведущий разработчик	Умение проработать архитектурное решение, оценка задач по разработке, и внедрению.
4	Программист отдела внедрения	Умения и опыт создание ПО на базе платформы Java EE.

Отдел создается приказом по предприятию с подчинением главному инженеру и должен состоят из 6 человек - начальника отдела, аналитика, ведущего разработчика и 3-х программистов.

Отделу разработки ставятся следующие задачи:

1. Оценить результаты проектирования и выработать решения по внедрению.
2. Предоставить данные по технической реорганизации ИТ инфраструктуры предприятия в связи с внедрением системы управления, в том числе по закупке оборудования и программных средств.

3. Предоставить календарный график внедрения ERP системы управления.
4. Произвести работы согласно утверждённому календарному графику внедрения ERP системы управления.

3.2 Разработка план – графика внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия

Контроль за исполнением графика и достижением конечной цели – внедрению ERP системы управления на типовом геофизическом предприятии следует возложить на главного инженера предприятия.

Примерный календарный план предоставлен в таблице 19.

Таблица 19

Календарный план внедрения ERP системы управления типового
геофизического предприятия

№ этапа	Наименование работ	Срок выполнения работ		Трудо затрат ы (рабоч ие часы)
		Начало	Окончание	
1	1. Создание статических элементов 1.1 Создание справочников 1.2 Создание экранных форм 1.3 Создание шаблонов отчетов	01.03.2021	10.03.2021	56
2	2. Создание обработок 2.1 Создание обработок элементов экранных форм 2.2 Создание обработок генератора отчетов	11.03.2021	19.03.2021	56

№ этапа	Наименование работ	Срок выполнения работ		Трудо затрат ы (рабо чие часы)
		Начало	Окончание	
	2.3 Создание обработки формирования акт-наряда 2.4 Создание обработки формирования акта выполненных работ			
3.	3. Настройка доступа 3.1 Создание ролей пользователей 3.2 настройка полномочий	22.03.2021	31.03.2021	64
4.	4. Перенос данных 4.1 Перенос данных по пользователям 4.2 Перенос данных по партиям 4.3 Перенос данных по заявкам 4.4 Перенос данных по средствам производства и расходным материалам 4.5 Перенос данных по договорам	01.04.2021	20.04.2021	112
5.	5. Тестирование 5.1 Тестирование сетевого взаимодействия сервера и клиентов 5.2 Тестирование механизма приема заявок и формирования акт – наряда на выполнение ГИС 5.3 Тестирование механизма формирования акта выполненных работ 5.4 Тестирование взаимодействия между	21.04.2021	12.05.2021	112

№ этапа	Наименование работ	Срок выполнения работ		Трудо затрат ы (рабо чие часы)
		Начало	Окончание	
	элементами системы			
6.	6. Доработка системы по результатам тестирования 6.1 Доработка экранных форм 6.2 Доработка шаблонов отчетов 6.3 Доработка обработок	13.05.2021	21.05.2021	56
7.	7. Подготовка документации по системе для конечных пользователей	24.05.2021	04.06.2021	80
8.	8. Обучение работе с системой ключевых пользователей	07.06.2021	21.06.2021	80
9.	9. Ввод системы в промышленную эксплуатацию 9.1 Развертывание системы на рабочих местах 9.2 Настройка каналов связи	22.06.2021	22.07.2021	240
	ВСЕГО			856

Проект рассчитан на реализацию в течении 4 календарных месяцев, трудоемкостью 856 рабочих часов.

На основании вышеизложенных данных построим диаграмму Ганта. Диаграмма Ганта – является наглядным и удобным инструментом для управления проектом. Диаграмма Ганта представлена на рисунке 30.

3.3 Организация связи между удаленными подразделениями в типовом геофизическом предприятии

Внедрение любой ERP системы на геофизическом предприятии, имеющем удаленные подразделения, сталкивается с проблемой организации бесперебойной и качественной связи между подразделениями предприятия.

Если для региональных представительств, расположенных, как правило в населенных пунктах, эта проблема решается заключением договора на услуги связи с местным провайдером, гарантирующим качество и бесперебойность связи. Для подразделений, территориально находящиеся вне населенных пунктов или не имеющие покрытие местных провайдеров связи, эта проблема сведет на нет все успехи внедрения ERP системы.

В таких случаях применяют системы спутниковой связи, которые в пределах географии своего покрытия делают проблему получения услуги связи в конкретной точке решаемой. При выборе системы спутниковой связи следует учитывать влияние погодных условий и качества передачи данных. В настоящий момент самые скоростные системы спутниковой связи могут обеспечить скорость передачи данных до 10Мб/сек – это системы работающие в Ка диапазоне (18300 – 20200 МГц), но качество связи, подобных систем, очень сильно зависит от погодных условий, сильный дождь или крупный снег, резко снижают качество связи, или вообще ее прекращают. Системы спутниковой связи Ku диапазона (10700 – 18000 МГц), менее подвержены воздействию погодных условий, но имеют скорость передачи данных до 2Мб/сек. Для повышение качества и устойчивости спутниковой связи предполагается произвести комплексирование систем Ка и Ku диапазонов по схеме показанной на

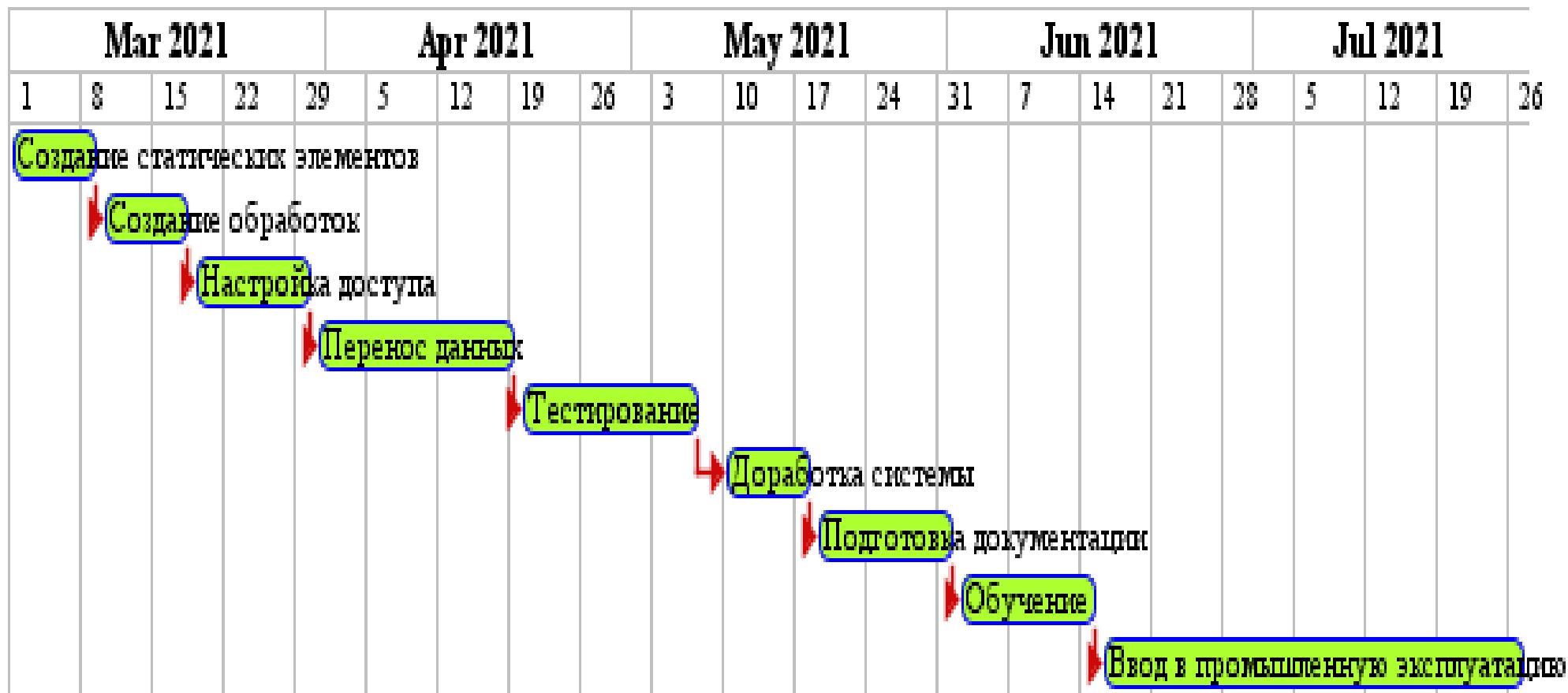


Рисунок 30. – Диаграмма Ганта

рисунке 31. Данная система связи разработана и опробована автором для обеспечения связи удаленных производственных подразделений. Данная система связи позволяет получать доступы к цифровым сервисам в труднодоступных и мало обжитых местах. Снижает воздействие атмосферных факторов на связь и позволяет балансировать каналную нагрузку с возможностью широкого масштабирования количества каналов в зависимости от производственных потребностей.

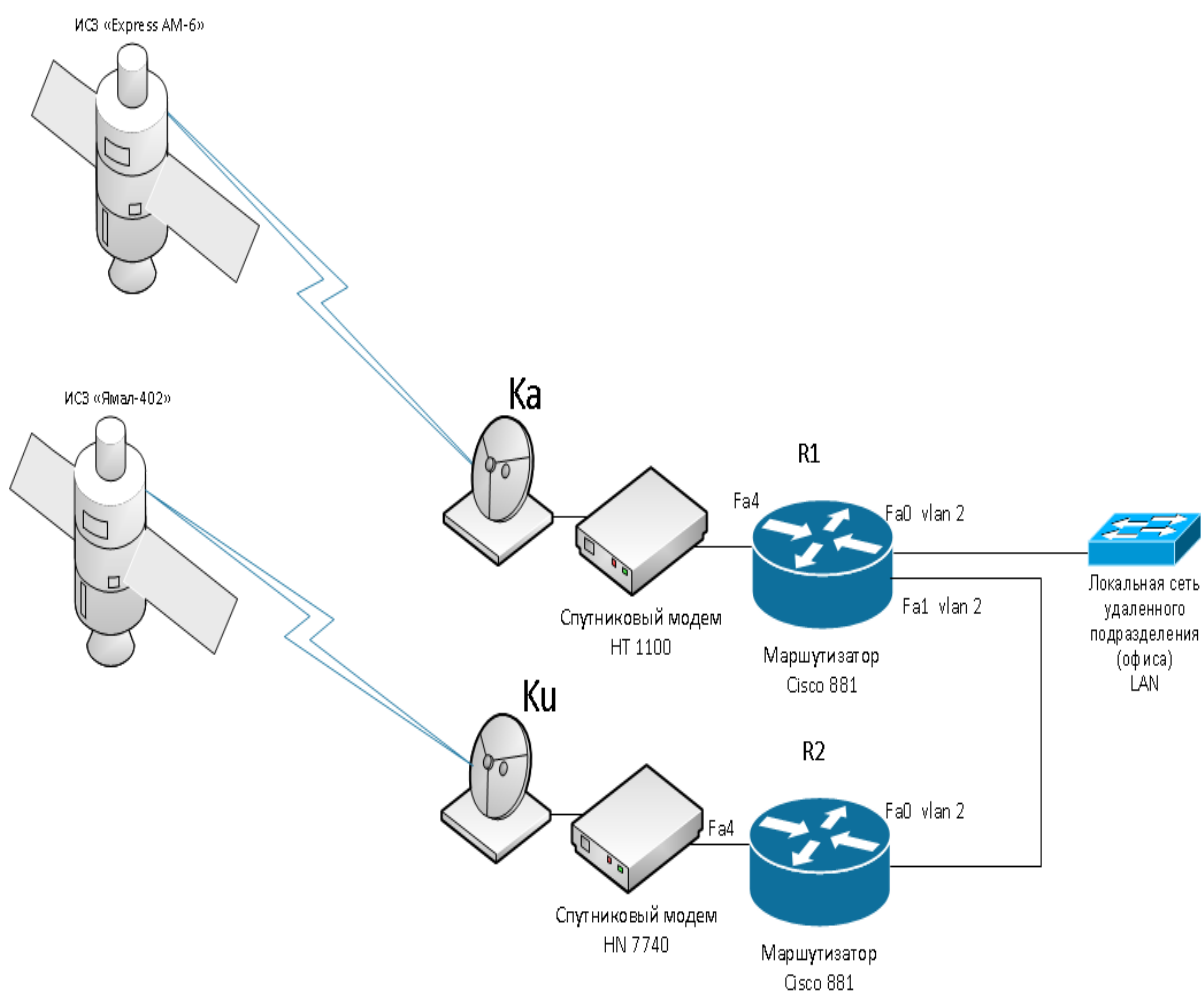


Рисунок 31. - Схема организации каналов спутниковой связи для удаленных подразделений геофизического предприятия

Приводимый пример физически собран на оборудовании Hughes Network – модемы HT 1100 и HN 7740 и двух маршрутизаторах Cisco 881 – k9.

Маршрутизаторы R1 и R2 настраиваются стандартным образом - интерфейсы, NAT, дата/время. Конфигурации маршрутизаторов R1 и R2 приведены в приложениях Б и В.

Добавляя данные о IP адресах и сервисах в список доступа (ACL) ch03 можно перенаправлять трафик с основного канала на резервный, тем самым эффективно используя резервный канал связи и разгружая основной. В случае нехватки мощности двух каналов, при наличии большого количество сервисов, пользователей или большого объема данных, можно дополнить систему нужным количеством спутниковых каналов и распределить нагрузку на них изменив конфигурацию только главного маршрутизатора (R1). Подобная схема показана на рисунке 32.

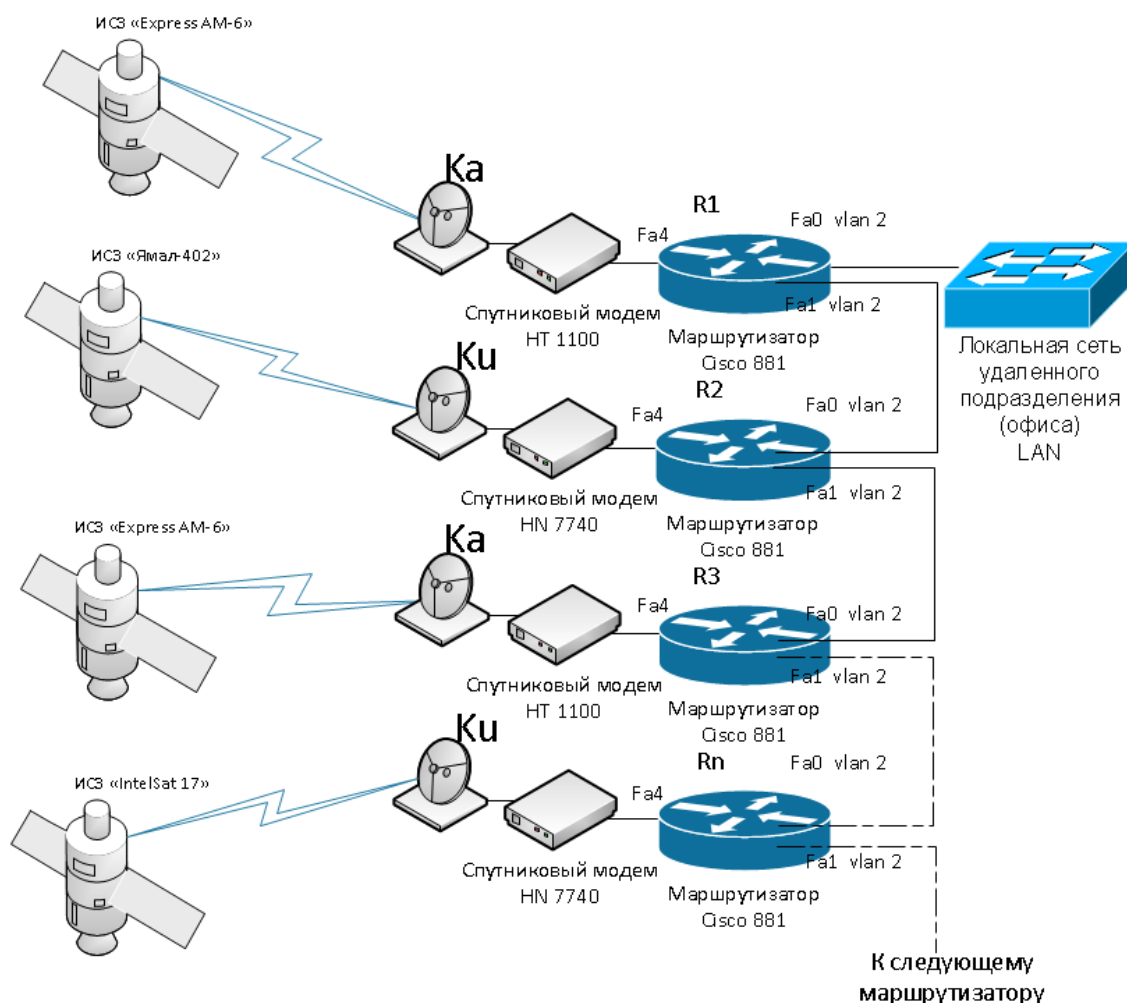


Рисунок 32. - Схема масштабирования каналов спутниковой связи для удаленных подразделений геофизического предприятия

ВЫВОДЫ ПО 3 ГЛАВЕ

В рамках рассмотрения внедрения ERP системы управления производственными процессами на типовом геофизическом предприятии, был выбран наиболее оптимальный способ внедрения, определены квалификационные требования к команде внедрения и составлен календарный график внедрения, предложено техническое решение организации связи для удаленных подразделений типового геофизического предприятия.

ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

При внедрении любой информационной системы возникает вопрос экономической целесообразности внедрения. Для принятия решения о внедрении необходимо рассчитать экономический эффект. Разность между результатами деятельности хозяйствующего субъекта и произведенными для их получения затратами, называется экономическим эффектом.

4.1 Выбор и обоснование методики расчета экономической эффективности

Экономический эффект от внедрения информационной системы представляет собой разность между результатами деятельности и затратами за установленный для данного мероприятия расчетный период, с учетом народнохозяйственных экономических нормативов и других (социальных, экологических) установленных ограничений.

В качестве начала расчетного периода, в пределах которого учитывают затраты, принимают год начала разработки информационной системы. Конец расчетного периода определяют в соответствии со сроком морального старения технических средств и проектных решений данной информационной системы.

Экономическая эффективность информационной системы характеризуется следующими основными показателями:

1. годовой экономией, получаемой в результате функционирования информационной системы;
2. экономическим эффектом функционирования информационной системы;
3. показателем эффективности единовременных затрат на информационную систему;

4. годовым экономическим эффектом от внедрения информационной системы;
5. сроком возврата этих затрат.

В соответствии со сложившимся подходом к определению экономической эффективности новой техники и технологии, результаты ее создания характеризуются экономией, получаемой на оцениваемом объекте по сравнению с базовым объектом.

Для расчета совокупного экономического эффекта применим следующую формулу:

$$\mathcal{E}_{\text{сов}} = (P_{\text{сов}}^{\text{нов}} - P_{\text{сов}}^{\text{баз}}) - (Z_{\text{сов}}^{\text{нов}} - Z_{\text{сов}}^{\text{баз}}), \text{ где:}$$

$P_{\text{сов}}^{\text{нов}}$ – совокупная стоимостная оценка результатов для нового варианта системы, руб.;

$P_{\text{сов}}^{\text{баз}}$ – совокупная стоимостная оценка результатов для базового варианта системы, руб.;

$Z_{\text{сов}}^{\text{нов}}$ – совокупная стоимостная оценка затрат для нового варианта системы, руб.;

$Z_{\text{сов}}^{\text{баз}}$ – совокупная стоимостная оценка затрат для базового варианта системы, руб.

Расчет совокупных результатов и затрат $P_{\text{сов}}$ (руб.) и $Z_{\text{сов}}$ (руб.) за период T (лет) производится по годам P_t и Z_t (P_t и Z_t – соответственно результаты и затраты в год t , руб.) с учетом дисконтирования, т.е. приведения разновременных затрат к единому моменту времени (году).

Для дисконтирования затрат и результатов используется коэффициент дисконтирования a_t для каждого $t = \overline{1, T}$, рассчитываемый по формуле:

$$a_t = \frac{1}{1 + rt}, \text{ где:}$$

r – ставка дисконтирования в долях от единицы, усл. ед.

Ставка дисконтирования (или норма доходности альтернативного варианта вложения) рассчитывается по специальным методикам, но для упрощения расчетов возьмем за ставку дисконтирования учетную ставку ЦБ

РФ на середину 2020 года, а это 5.5%. Ставка дисконтирования применяется как к результатам, так и затратам.

Таким образом, совокупные затраты равны:

$$Z_{\text{сов}} = \frac{\sum_{t=1}^T (I_t + K_t - L_t) \cdot a_t}{T}, \text{ где:}$$

T — длительность расчетного периода;

I_t — текущие издержки, включая затраты на эксплуатацию системы в году t , руб;

K_t — капитальные затраты на создание системы в году t , руб;

L_t — остаточная стоимость выбывающих в год t основных фондов, руб;

a_t — коэффициент, используемый для приведения разновременных результатов и затрат к базисному году, усл. ед.

Данный проект внедрения рассчитан на реализацию в течении менее года, поэтому все расчеты следует вести на время $t=1$.

Текущие издержки I_t , включая затраты на эксплуатацию системы, рассчитываются по формуле:

$$I_t = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{техн}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{пр}}, \text{ где:}$$

$Z_{\text{зп}}$ — затраты на заработную плату в t -ом году, руб.;

$Z_{\text{техн}}$ — затраты на эксплуатацию вычислительной техники в t -ом году, руб.;

$Z_{\text{м}}$ — затраты на материалы в t -ом году, руб.;

$Z_{\text{пр}}$ — прочие затраты в t -ом году, руб.

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = \frac{(1 + K_{\text{отч}}) \sum_{i=1}^n (ЗП_i \cdot T_{\text{раб}}^i)}{T_{\text{мес}}}, \text{ где:}$$

где $ЗП_i$ — заработная плата (без выполнения вычета налога на доходы физических лиц 13%) i -го работника, руб.;

$K_{\text{отч}}$ — коэффициент отчислений от заработной платы в фонды (пенсионный фонд, социальное страхование, медицинское страхование), усл.ед.;

N_p — количество работников, чел.;

$T_{\text{раб}}^i$ – время, затраченное на работу i -м работником, час;

$T_{\text{мес}}$ – месячный фонд рабочего времени работника, час.

Затраты на эксплуатацию вычислительной техники рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{тех}} = Z_{\text{эл}} + Z_{\text{ам}}, \text{ где:}$$

$Z_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

$Z_{\text{ам}}$ – затраты на амортизацию (только для вычислительной техники не вошедшей в единовременные затраты), руб.

Расчет затрат на электроэнергию производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{эл}} = N_{\text{к}} * C_{\text{э}} * \sum_{i=1}^n (W_{\text{к}} * T_{\text{рабк}} * R_{\text{заг}}), \text{ где:}$$

$Z_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

$W_{\text{к}}$ – потребляемая мощность i -го компьютера, кВт/час.;

$N_{\text{к}}$ – количество компьютеров, шт.;

$C_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб.;

$T_{\text{рабк}}$ – время работы с i -м компьютером, час;

$R_{\text{заг}}$ – коэффициент загрузки i -го компьютера, усл. ед.

Расчет затрат на амортизацию компьютерного обеспечения производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{ам}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{\text{пк}} * T_{\text{рабк}}}{T_{\text{мес}}} * \frac{A_{\text{пк}}}{1200}, \text{ где:}$$

$Z_{\text{ам}}$ – затраты на амортизацию компьютерного обеспечения, руб.;

$C_{\text{пк}}$ – стоимость компьютерного обеспечения, руб.;

$N_{\text{к}}$ – количество компьютеров, шт.;

$A_{\text{пк}}$ – норма амортизации персонального компьютера, %;

$T_{\text{рабк}}$ – время работы с компьютером, час;

$T_{\text{мес}}$ – количество рабочих часов в месяце, час.

Единовременные (капитальные) затраты на создание АИС могут быть рассчитаны по формуле:

$$K = C_{\text{пп}} + C_{\text{техн}} + C_{\text{пс}} + C_{\text{пр}}, \text{ где:}$$

$C_{ПП}$ – стоимость программного продукта, руб.;

$C_{техн}$ – стоимость технических средств (компьютеры, оргтехника и т.п.), необходимых для эксплуатации программного обеспечения (ПО), руб.;

$C_{пс}$ – стоимость программных средств (операционная система и т.п.), необходимых для эксплуатации ПО, руб.;

$C_{пр}$ – прочие единовременные затраты, необходимые для разработки и эксплуатации ПО, руб.

В случае же внедрения проекта стоимость ПО является затратами на его разработку, и вычисляется по формуле:

$$C_{ПП} = C_{ЗП}^{раз} + Z_{техн}^{раз} + Z_M^{раз} + Z_{пр}^{раз}, \text{ где:}$$

$Z_{ЗП}^{раз}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{техн}^{раз}$ – затраты на эксплуатацию вычислительной техники, руб.;

$Z_M^{раз}$ – затраты на материалы, руб.;

$Z_{пр}^{раз}$ – прочие затраты, руб.

Расчеты затрат на заработную плату и на эксплуатацию вычислительной техники проводятся также как и для расчета текущих издержек.

Совокупные результаты $P_{сов}$ от внедрения проекта могут быть определены экспертами или рассчитаны (а могут быть приняты равными нулю, если их нет или трудно оценить).

Годовой экономический эффект определяется по формуле

$$Э_{год} = \frac{Э_{сов}}{T}, \text{ где:}$$

$Э_{год}$ – годовой экономический эффект, руб.;

$Э_{сов}$ — совокупный экономический эффект за период T , руб.;

T – срок функционирования системы, лет.

Годовая экономия (годовой прирост прибыли) от разработки и внедрения информационной системы включает в себя:

- годовой прирост прибыли, вызванный увеличением объема хозяйственной деятельности (производства, услуг или работ) при разработке и внедрении информационной системы;
- годовой прирост прибыли за счет ускорения принятия управленческих решений, оказания услуг в результате разработки и внедрения информационной системы;
- экономию, текущих затрат на производство продукции, услуг или работ в условиях функционирования информационной системы;
- экономию прочих затрат, не входящих в себестоимость производства или работ, обеспечиваемую функционированием информационной системы как непосредственно на объекте внедрения, так и в сопряженных сферах и отраслях.

Годовую экономию ГЭ от внедрения информационной системы можно определить по формуле:

$$ГЭ = \frac{\mathcal{E}_{сов} + K + L}{T}, \text{ где:}$$

T — длительность расчетного периода, лет;

$\mathcal{E}_{сов}$ — совокупный экономический эффект за период T, руб.;

K – приведенные единовременные затраты, руб.;

L – приведенная остаточная стоимость выбывающих основных фондов, руб.

Срок окупаемости $T_{ок}$ представляет собой отношение капитальных затрат на разработку и внедрение системы к годовой экономии:

$$T_{ок} = \frac{K}{ГЭ}, \text{ где:}$$

$T_{ок}$ — срок окупаемости, лет;

K – приведенные единовременные затраты, руб.;

ГЭ – годовая экономия, руб.

Очевидно, что срок окупаемости проекта должен быть меньше, чем период эксплуатации информационной системы (т.е. $T_{ок} < T$), иначе не имеет смысл внедрять проект.

Годовая доходность единовременных вложений (или расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат на разработку и внедрение информационной системы) представляет собой отношение расчетной годовой экономии к капитальным затратам на разработку и внедрение информационной системы.

Как видно из определения годовая доходность единовременных вложений ρ является обратной величиной к сроку окупаемости:

$$\rho = \frac{1}{T_{ок}}, \text{ где:}$$

ρ – годовая доходность единовременных вложений, руб.;

$T_{ок}$ - срок окупаемости, лет.

4.2 Расчет штатной численности диспетчерской службы

Для оценки экономического обоснования рассчитаем штатный состав службы для трех вариантов:

1. На предприятии отсутствует автоматизация производственных процессов, все данные обрабатываются подручными средствами, в том числе используя пакет MS Office (MS Word, MS Excel) или аналогичное ПО

2. Предприятие использует для автоматизации ERP систему «Диспетчер ГИРС»

3. Предприятие собирается внедрить новую ERP систему управления типовым геофизическим предприятием.

Представим время каждой операции диспетчера в таблице 18.

Представим исходные данные объема этих операций в виде таблицы 20.

Время операций диспетчера

№	Операция	Автоматизация отсутствует время (мин)	«Диспетчер ГИРС»	Новая система
1	Прием заявки	5	5	-
2	Регистрация заявки	10	5	-
3	Согласование заявки	20	5	-
4	Формирование акт- наряда	15	10	-
5	Отправка акт-наряда	10	10	-
	Всего:	60	35	-

Рассчитаем штатную численность диспетчерской службы для всех вариантов по формуле:

$$Ч_{ш} = \frac{K_3}{8760} * V_0 * K_c, \text{ где:}$$

$Ч_{ш}$ – штатная численность диспетчерской службы;

K_3 – количество заявок по договору в год, в нашем случае 60000;

V_0 – время одной операции в часах;

K_c – коэффициент сменности, для трехсменной работы, в нашем случае 5;

Штатная численность будет равна:

$$1. Ч_{ш} = \frac{K_3}{8760} * V_0 * K_c = \frac{60000}{8760} * 1 * 5 = 34 \text{ диспетчера}$$

$$2. Ч_{ш} = \frac{K_3}{8760} * V_0 * K_c = \frac{60000}{8760} * 0,6 * 5 = 21 \text{ диспетчера}$$

3. В новой системе функции диспетчера сводятся только к контролю регистрации заявок, поэтому штатная численность для этого варианта будет 10 диспетчеров. Два рабочих места при трехсменной работе.

4.3 Расчет совокупных затрат до внедрения ERP системы управления типовым геофизическим

Произведем расчет совокупных затрат до внедрения ERP системы управления типовым геофизическим предприятием для предприятий где не используется автоматизация производственной деятельности (1 вариант) и для предприятий использующих для автоматизации производства информационную систему «Диспетчер ГИРС» фирмы «ГазГеоСофт» (2 вариант).

Исходные данные для первого варианта представлены в таблице 21.

Таблица 21

Исходные данные для расчета совокупных затрат, для предприятия не использующего автоматизацию производственных процессов.

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Ставка дисконтирования	r	0,055
Коэфф. отчислений от з/п в фонды	$K_{отч}$	0,31
Стоимость кВт/ч, руб.	$C_э$	5,43
Месячный фонд рабочего времени, час.	$T_{мес}$	160
Норма амортизации персонального компьютера, %	$A_{ПК}$	20
Потребляемая мощность i -ого компьютера, кВт/час.	$W_{К баз}^i$	0,96
Время работы с i -м компьютером в год, час.	$T_{рабК баз}^i$	400

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Коэффициент загрузки i -ого ПК, усл. ед.	$R_{\text{заг}}^i$ баз	0,8
Стоимость i -ого ПК, руб.	$C_{\text{ПК}}^i$ баз	55 000
Заработная плата i -го работника в месяц, руб	$ЗП_i$ баз	30 000
Время, затраченное на работу i -м работником в год, час	$T_{\text{раб}}^i$ баз	1760
Количество компьютеров, шт.	$N_{\text{к}}$ баз	6
Количество работников, чел	$N_{\text{р}}$ баз	34
Затраты на материалы в год, руб,	$З_{\text{м}}$ баз	9 000
Прочие затраты в год, руб.	$З_{\text{пр}}$ баз	5 000
Срок функционирования системы, лет	T баз	5
Остаточная стоимость выбывающих основных фондов, руб.	L баз T баз	1200

1. Рассчитаем коэффициент дисконтирования:

$$a_t = \frac{1}{1+rt} = \frac{1}{1+0.055} = 0.94$$

2. Рассчитаем затраты на заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = \frac{(1+K_{\text{отч}}) \sum_{i=1}^n (ЗП * T_{\text{раб}}^i)}{T_{\text{мес}}} = \frac{(1+0.31) \sum_{i=1}^{34} (30000 * 1760)}{160} = 14\,698\,200 \text{ рублей.}$$

3. Рассчитаем затраты на электроэнергию:

$$З_{\text{эл}} = N_{\text{к}} * C_{\text{э}} * \sum_{i=1}^n (W_k * T_{\text{рабк}} * R_{\text{заг}}) = 6 * 5.43 * \sum_{i=1}^6 (0.96 * 400 * 0.8) = 60\,051 \text{ рублей.}$$

4. Рассчитаем затраты на амортизацию компьютерного обеспечения:

$$З_{\text{ам}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{\text{ПК}} * T_{\text{рабк}}}{T_{\text{мес}}} * \frac{A_{\text{ПК}}}{1200} = \sum_{i=1}^6 \frac{55\,000 * 400}{160} * \frac{20}{1200} = 13\,750 \text{ рублей.}$$

5. Рассчитаем затраты на эксплуатацию вычислительной техники:

$$З_{\text{тех}} = З_{\text{эл}} + З_{\text{ам}} = 60\,051 + 13\,750 = 73\,801 \text{ рубль.}$$

6. Рассчитаем текущие издержки:

$$I_t = Z_{зп} + Z_{техн} + Z_m + Z_{пп} = 14698200 + 73801 + 9000 + 5000 = 14786001 \text{ рубль.}$$

7. Рассчитаем совокупные затраты:

$$Z_{сов} = \frac{\sum_{t=1}^T (I_t + K_t - L_t) * a_t}{T} = \frac{(14786001 - 1200) * 0.94}{1} = 13897712 \text{ рублей.}$$

Совокупные затраты для предприятия не использующего автоматизацию производственных процессов составят 13 897 712 рублей.

Исходные данные для второго варианта внедрения представлены в таблице 22.

Таблица 22

Исходные данные для расчета совокупных затрат, для предприятия использующих для автоматизации производства информационную систему «Диспетчер ГИРС» фирмы «ГазГеоСофт»

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Ставка дисконтирования	r	0,055
Коэфф. отчислений от з/п в фонды	K _{отч}	0,31
Стоимость кВт/ч, руб.	C _э	5,43
Месячный фонд рабочего времени, час.	T _{мес}	160
Норма амортизации персонального компьютера, %	A _{ПК}	20
Потребляемая мощность i-ого компьютера, кВт/час.	W ⁱ _{к баз}	0,96
Время работы с i-м компьютером в год, час.	T ⁱ _{рабк баз}	400
Коэффициент загрузки i-ого ПК, усл. ед.	R ⁱ _{заг баз}	0,8
Стоимость i-ого ПК, руб.	C ⁱ _{ПК баз}	55 000
Заработная плата i-го работника в месяц, руб	ЗП _{i баз}	30 000
Время, затраченное на работу i-м	T ⁱ _{раб баз}	1760

Наименование показателя	Обозначение	Значение
работником в год, час		
Количество компьютеров, шт.	N_K баз	4
Количество работников, чел	N_P баз	21
Затраты на материалы в год, руб,	Z_M баз	7 000
Прочие затраты в год, руб.	$Z_{ПР}$ баз	2 000
Срок функционирования системы, лет	T баз	5
Остаточная стоимость выбывающих основных фондов, руб.	L баз T баз	800

1. Рассчитаем коэффициент дисконтирования:

$$a_t = \frac{1}{1+rt} = \frac{1}{1+0.055} = 0.94$$

2. Рассчитаем затраты на заработную плату:

$$Z_{ЗП} = \frac{(1+K_{отч}) \sum_{i=1}^n (ЗП * T_{раб}^i)}{T_{мес}} = \frac{(1+0.31) \sum_{i=1}^{21} (30000 * 1760)}{160} = 90\,78\,300 \text{ рублей.}$$

3. Рассчитаем затраты на электроэнергию:

$$Z_{ЭЛ} = N_K * C_э * \sum_{i=1}^n (W_k * T_{рабК} * R_{зар}) = 4 * 5.43 * \sum_{i=1}^4 (0.96 * 400 * 0.8) = 26689 \text{ рублей.}$$

4. Рассчитаем затраты на амортизацию компьютерного обеспечения:

$$Z_{ам} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{ПК} * T_{рабК}}{T_{мес}} * \frac{A_{ПК}}{1200} = \sum_{i=1}^4 \frac{55\,000 * 400}{160} * \frac{20}{1200} = 9166 \text{ рублей.}$$

5. Рассчитаем затраты на эксплуатацию вычислительной техники:

$$Z_{тех} = Z_{ЭЛ} + Z_{ам} = 26689 + 9166 = 35855 \text{ рублей.}$$

6. Рассчитаем текущие издержки:

$$I_t = Z_{ЗП} + Z_{техн} + Z_M + Z_{ПР} = 9078300 + 35855 + 7000 + 2000 = 9\,123\,155 \text{ рублей.}$$

7. Рассчитаем совокупные затраты:

$$Z_{сов} = \frac{\sum_{t=1}^T (I_t + K_t - L_t) * a_t}{T} = \frac{(9123155 - 1200) * 0.94}{1} = 8\,574\,637 \text{ рублей.}$$

Совокупные затраты для предприятия использующего систему «Диспетчер ГИРС» фирмы «ГазГеоСофт» 8574637 рубля.

4.4 Расчет затрат на разработку и внедрение проекта

Исходные данные для расчета затрат на разработку и внедрение проекта представлены в таблице 23.

Таблица 1

Исходные данные для расчета затрат на разработку и внедрение проекта

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Ставка дисконтирования	r	0,055
Коэффициент отчислений от з/п в фонды	$K_{отч}$	0,31
Стоимость кВт/ч, руб.	$C_{Э}$	5,43
Месячный фонд рабочего времени, час.	$T_{мес}$	160
Норма амортизации персонального компьютера, %	$A_{ПК}$	20
Потребляемая мощность i -го компьютера, кВт/час.	W_K^i раз	0,96
Время работы с i -м компьютером за период разработки, час.	$T_{рабК}^i$ раз	856
Коэффициент загрузки i -го ПК, усл. ед.	$R_{заг}^i$ раз	0,8
Стоимость i -го ПК, руб.	$C_{ПК}^i$ раз	55 000
Заработная плата i -го работника в месяц, руб	$ЗП_i$ раз	35 000
Время, затраченное на разработку i -м разработчиком, час.	$T_{раб}^i$ раз	150
Количество компьютеров, шт.	N_K раз	6
Количество работников, чел	N_P раз	6
Затраты на материалы за период	$З_M$ раз	3000

Наименование показателя	Обозначение	Значение
разработки, руб.		
Прочие затраты за период разработки, руб.	$Z_{\text{ПР раз}}$	2000

1. Рассчитаем затраты на заработную плату:

$$Z_{\text{ЗП}} = \frac{(1+K_{\text{отч}}) \sum_{i=1}^n (ЗП * T_{\text{раб}}^i)}{T_{\text{мес}}} = \frac{(1+0.31) \sum_{i=1}^6 (35000 * 150)}{160} = 247\,590 \text{ рублей.}$$

2. Рассчитаем затраты на электроэнергию:

$$Z_{\text{ЭЛ}} = N_{\text{к}} * C_{\text{э}} * \sum_{i=1}^n (W_{\text{к}} * T_{\text{рабк}} * R_{\text{заг}}) = 6 * 5.43 * \sum_{i=1}^6 (0.96 * 400 * 0.8) = 60\,051 \text{ рублей.}$$

3. Рассчитаем затраты на амортизацию компьютерного обеспечения:

$$Z_{\text{ам}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{\text{ПК}} * T_{\text{рабк}}}{T_{\text{мес}}} * \frac{A_{\text{ПК}}}{1200} = \sum_{i=1}^6 \frac{55\,000 * 400}{160} * \frac{20}{1200} = 13\,750 \text{ рублей.}$$

4. Рассчитаем затраты на эксплуатацию вычислительной техники:

$$Z_{\text{тех}} = Z_{\text{эл}} + Z_{\text{ам}} = 60\,051 + 13\,750 = 73\,801 \text{ рубль.}$$

5. Рассчитаем стоимость программного продукта:

$$C_{\text{ПП}} = C_{\text{ЗП}}^{\text{раз}} + Z_{\text{тех}}^{\text{раз}} + Z_{\text{М}}^{\text{раз}} + Z_{\text{ПР}}^{\text{раз}} = 247\,590 + 73\,801 + 3\,000 + 2\,000 = 326\,391 \text{ рубль.}$$

Разработка ERP системы управления типового геофизического предприятия будет стоить 326 391 рубль.

4.5 Расчет совокупных затрат после внедрения ERP системы управления типовым геофизическим предприятием

Произведем расчет совокупных затрат после внедрения ERP системы управления типовым геофизическим. Исходные данные представлены в таблице 24.

1. Рассчитаем коэффициент дисконтирования:

$$a_t = \frac{1}{1+rt} = \frac{1}{1+0.055} = 0.94$$

Исходные данные для расчета совокупных затрат, для предприятия не использующего автоматизацию производственных процессов.

Наименование показателя	Обозначение	Значение
Ставка дисконтирования	r	0,055
Кoeff. отчислений от з/п в фонды	$K_{отч}$	0,31
Стоимость кВт/ч, руб.	$C_{э}$	5,43
Месячный фонд рабочего времени, час.	$T_{мес}$	160
Норма амортизации персонального компьютера, %	$A_{ПК}$	20
Потребляемая мощность i -ого компьютера, кВт/час.	$W_{К баз}^i$	0,96
Время работы с i -м компьютером в год, час.	$T_{рабК нов}^i$	400
Кoeffициент загрузки i -ого ПК, усл. ед.	$R_{заг нов}^i$	0,8
Стоимость i -ого ПК, руб.	$C_{ПК нов}^i$	55 000
Заработная плата i -го работника в месяц, руб	$ЗП_i нов$	30 000
Время, затраченное на работу i -м работником в год, час	$T_{раб нов}^i$	1760
Количество компьютеров, шт.	$N_{К нов}$	2
Количество работников, чел	$N_{р нов}$	10
Затраты на материалы в год, руб,	$З_{м нов}$	2 000
Прочие затраты в год, руб.	$З_{пр нов}$	1 000
Срок функционирования системы, лет	$T_{нов}$	5
Остаточная стоимость выбывающих основных фондов, руб.	$L_{нов} T_{нов}$	1200

2. Рассчитаем затраты на заработную плату:

$$Z_{зп} = \frac{(1+K_{отч}) \sum_{i=1}^n (ЗП * T_{раб}^i)}{T_{мес}} = \frac{(1+0.31) \sum_{i=1}^{10} (30000 * 1760)}{160} = 4\,323\,000 \text{ рублей.}$$

3. Рассчитаем затраты на электроэнергию:

$$Z_{эл} = N_k * C_э * \sum_{i=1}^n (W_k * T_{рабк} * R_{заг}) = 2 * 5.43 * \sum_{i=1}^2 (0.96 * 400 * 0.8) = 20\,017 \text{ рублей.}$$

4. Рассчитаем затраты на амортизацию компьютерного обеспечения:

$$Z_{ам} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{пк} * T_{рабк}}{T_{мес}} * \frac{A_{пк}}{1200} = \sum_{i=1}^2 \frac{55\,000 * 400}{160} * \frac{20}{1200} = 4583 \text{ рублей.}$$

5. Рассчитаем затраты на эксплуатацию вычислительной техники:

$$Z_{тех} = Z_{эл} + Z_{ам} = 20017 + 4583 = 24600 \text{ рублей.}$$

6. Рассчитаем текущие издержки:

$$I_t = Z_{зп} + Z_{техн} + Z_m + Z_{пп} = 4\,323\,000 + 24\,600 + 2\,000 + 1\,000 = 4\,350\,600 \text{ рублей.}$$

7. Рассчитаем стоимость капитальных затрат на внедрение:

В стоимость капитальных затрат K_t , в нашем случае, будет входить стоимость сервера и стоимость лицензии на ПО Java EE. Для подбора сервера воспользуемся веб-конфигуратором компании "Тим. Компьютерные системы" работающей в России с 1992 года и специализирующейся на производстве серверного оборудования[32]. Конфигурация сервера представлена в приложении А. Стоимость инфраструктурных затрат представим в виде таблицы 25.

Таблица 25

Стоимость инфраструктурных затрат

№	Затраты	Стоимость (руб.)
1	Сервер Team Server R200WF	288 521
2	Лицензия Red Hat JBoss Enterprise Application Platform, 4-Core Standard 1	219 120
	Всего:	507 641

8. Рассчитаем совокупные затраты после внедрения новой системы:

$$\mathcal{E}_{\text{COB}}^{\text{HOB}} = \frac{\sum_{t=1}^T (I_t + K_t - L_t) * a_t}{T} = \frac{(4350600 + 507641 - 1200) * 0.94}{1} = 4565619 \text{ руб.}$$

Таким образом совокупные затраты после внедрения новой системы составят 4565619 рублей.

4.6 Расчет показателей экономической эффективности внедрения ERP системы управления типового геофизического предприятия.

1. Рассчитаем совокупный экономический эффект для первого варианта внедрения (предприятие не используется средства автоматизации):

$$\mathcal{E}_{\text{COB}} = (P_{\text{COB}}^{\text{HOB}} - P_{\text{COB}}^{\text{баз}}) - (\mathcal{E}_{\text{COB}}^{\text{HOB}} - \mathcal{E}_{\text{COB}}^{\text{баз}}) = 13897712 - 4565619 = 9332093 \text{ рубля.}$$

2. Рассчитаем годовой экономический эффект для первого варианта:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{COB}}}{T} = \frac{9332093}{5} = 1866418.6 \text{ рублей.}$$

3. Рассчитаем годовую экономию от внедрения системы для первого варианта:

$$\Gamma\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{\text{COB}} + K + L}{T} = \frac{9332093 + 507\,641}{5} = \frac{9839734}{5} = 1967946.8 \text{ рубля.}$$

4. Рассчитаем срок окупаемости капитальных затрат на разработку и внедрение системы для первого варианта:

$$T_{\text{OK}} = \frac{K}{\Gamma\mathcal{E}} = \frac{507\,641}{1967946.8} = 0.25 \text{ года}$$

5. Рассчитаем годовую доходность единовременных вложений для первого варианта:

$$\rho = \frac{1}{T_{\text{OK}}} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ усл. ед.}$$

6. Рассчитаем совокупный экономический эффект для второго варианта внедрения (предприятие использует систему «Диспетчер ГИРС» фирмы «ГазГеоСофт»):

$$\mathcal{E}_{\text{COB}} = (P_{\text{COB}}^{\text{HOB}} - P_{\text{COB}}^{\text{баз}}) - (\mathcal{E}_{\text{COB}}^{\text{HOB}} - \mathcal{E}_{\text{COB}}^{\text{баз}}) = 8574637 - 4565619 = 4009018 \text{ рубля.}$$

7. Рассчитаем годовой экономический эффект для второго варианта:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{сов}}}{T} = \frac{4009018}{5} = 801803.6 \text{ рублей.}$$

8. Рассчитаем годовую экономию от внедрения системы для второго варианта:

$$\Gamma\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{\text{сов}} + K + L}{T} = \frac{4009018 + 507\,641}{5} = \frac{4516659}{5} = 903331.8 \text{ рубля.}$$

9. Рассчитаем срок окупаемости капитальных затрат на разработку и внедрение системы для второго варианта:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Gamma\mathcal{E}} = \frac{507\,641}{903331.8} = 0.56 \text{ года}$$

10. Рассчитаем годовую доходность единовременных вложений для второго варианта:

$$\rho = \frac{1}{T_{\text{ок}}} = \frac{1}{0.56} = 1.78 \text{ усл. ед.}$$

Сведем показатели экономической эффективности в таблицу 26.

Таблица 26

Показатели экономической эффективности внедрения

Наименование показателя	Предприятие не использует средства автоматизации	Предприятие использует систему «Диспетчер ГИРС»
Стоимость информационной системы, руб	326 391	326 391
Текущие годовые издержки до внедрения ИС, руб.	13897712	8574637
Текущие годовые издержки после внедрения ИС, руб.	4565619	4565619

Наименование показателя	Предприятие не использует средства автоматизации	Предприятие использует систему «Диспетчер ГИРС»
Совокупный экономический эффект, руб.	9332093	4009018
Годовой экономический эффект, руб.	1866418.6	801803.6
Годовая экономия, руб.	1967946.8	903331.8
Срок окупаемости капитальных затрат на разработку и внедрение информационной системы, лет	0.25	0.56
Годовая доходность единовременных вложений, усл.ед.	4	1.78

Как видно из таблицы годовой экономический эффект превышает стоимость новой системы, а срок окупаемости в двух случаях меньше срока эксплуатации предлагаемой системы. Высокая годовая доходность единовременных вложений, в обоих случаях, говорит о быстрой окупаемости предполагаемого проекта внедрения.

ВЫВОДЫ ПО 4 ГЛАВЕ

В процессе исследования был рассчитаны экономические показатели для внедрения новой ERP системы управления типовым геофизическим предприятием по двум вариантам. Для предприятий не использующих автоматизированные системы управления и для предприятий

эксплуатирующий ERP систему «Диспетчер ГИРС». Для более точной оценки экономического эффекта, был произведен расчет штатной численности диспетчерской службы. Для этого производилась калькуляция времени для отдельных операций диспетчеров, в случае отсутствия автоматизации и в случае использования на предприятии системы «Диспетчер ГИРС». Для внедряемой системы, которая по своей сути отводит диспетчерской службе только функции контроля, выбрана самая низкая штатная численность. Расчет совокупных затрат на внедрение новой системы, учитывал дооснащение IT инфраструктуры новым сервером (примерная конфигурация представлена в приложении А) и покупкой лицензии Red Hat JBoss Enterprise Application Platform в версии Standart.

Рассчитываемые показатели учитывали в том числе и затраты на потребленную электроэнергию IT инфраструктурой при работе информационных систем.

В обоих случаях срок окупаемости получился меньше времени эксплуатации ERP системы управления типовым геофизическим предприятием, что говорит о экономической целесообразности внедрения предлагаемой системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования было проанализировано штатное расписание типового геофизического предприятия. В результате анализа сделан следующий вывод - отсутствие единого информационного пространства при наличии географически распределенных производственных подразделений, делает неэффективной штатную структуру и ведет к управленческим издержкам. Единственным выходом из подобного положения является внедрение современной ERP системы для управления производственными процессами. Подробно проанализированы источники возникновения информации геофизического предприятия, они сильно зависят от физически выполняемых объемов исследований и работ в скважинах, вся информация является связанной и востребованной в рамках всего цикла производства.

В результате проектирования современной ERP системы для управления типовым геофизическим предприятием, была предложена методика расчета объема генерируемых производственными процессами данных и дана оценка количеству транзакций при работе с данными. Построена прогнозная модель объемов накопления геолого-геофизических данных и выбрано техническое решение для их обработки Cloud Big Data компании Mail.ru. Построены диаграммы пригодности «как есть» (AS-IS) и «как будет» (TO-BE) для процессов требующих автоматизации и выбрано архитектурное решение для создания ERP системы для управления типовым геофизическим предприятием. Для реализации проекта рекомендована платформа Java 2 Enterprise Edition, подходящая для реализации подобных проектов в геофизических предприятиях.

Для внедрения ERP системы для управления типовым геофизическим предприятием, предложена методика внедрения, представлен календарный план-график внедрения. Обоснованы принципы организации связи географически распределенных производственных подразделений и

предложен вариант для организации связи. Предложенный вариант организации связи прошел апробацию на одном из геофизических предприятий Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, для связи удаленной базы и центрального офиса. Применение предложенной схемы позволило увеличить скорость обмена информацией в 10 раз и уменьшить финансовые издержки на связь в 8 раз. При этом негативное влияние атмосферных явлений (снег, дождь) не приводило к перерывам в связи.

Рассчитаны основные экономические показатели внедрения ERP системы для управления типовым геофизическим предприятием, для двух вариантов существующей автоматизации производственных процессов на геофизических предприятиях. В обоих случаях сроки окупаемости получились меньше времени эксплуатации ERP системы управления типовым геофизическим предприятием, что говорит о экономической целесообразности внедрения предлагаемой системы.

Использование результатов данного исследования должно помочь геофизическим предприятиям (в особенности малым и средним) провести качественную автоматизацию производственных процессов с минимальными затратами финансов и времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балдин К. В. Информационные системы в экономике [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Балдин, В. Б. Уткин. - 7-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2012. - 395 с. – ISBN 978-5-394-01449-9.
2. Березовский Н.С., Байков Д.Г., Корженевский А.Г. и др. Единичные расценки на геофизические услуги в горизонтальных скважинах, пробуренных на нефть и газ. РД 153-39.0-066-00. Принят и введен в действие Приказом Минэнерго России № 34 от 02.02.2001 г.
3. Буренин С. Н. Web-программирование и базы данных [Электронный ресурс] : учеб. практикум / С. Н. Буренин. - Москва : Моск. гуманитар. ун-т, 2014. - 120 с. - ISBN 978-5-906768-17-9.
4. Вдовин В. М. Предметно - ориентированные экономические информационные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, А. А. Шурупов. - 3-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2013. - 388 с. : ил. - ISBN 978-5-394-02262-3.
5. Гергедава Ш.К., Байков Д.Г., Березовский Н.С. и др. Нормы времени на геофизические услуги в горизонтальных скважинах, пробуренных на нефть и газ. РД 153-39.0-064-00. Принят и внедрен в действие Приказом Минэнерго России № 34 от 02.02.2001 г.
6. Геофизические услуги, изыскания [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.intalev.ru/products/km/solutions/industry/geophysical_services/ (дата обращения: 12.01.2020).
7. Главная бухгалтерская программа в России: SAP или 1С? [<https://www.klerk.ru/buh/articles/463167/>]. - <https://www.klerk.ru> . - (дата обращения: 01.02.2019).
8. Гришко В.Л. Комплексная информационная система для управления геофизическим предприятием (на примере треста «Сургут нефтегеофизика» ОАО «Сургутнефтегаз». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: ВНИИгеосистем, 2009. – 120 с.

9. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС), 2017[<http://bizlog.ru/eks/eks-1/>]. - <http://bizlog.ru> . - (дата обращения: 06.07.2018).
10. Золотов С. Ю. Проектирование информационных систем [Электрон-ный ресурс] : учеб. пособие / С. Ю. Золотов ; Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Эль Учебное пособие Контент, 2013. - 86 с. - ISBN 978-5-4332-0083-8.
11. Капулин, Д.В. Информационная структура предприятия : учебное пособие / Д.В. Капулин, А.С. Кузнецов, Е.Е. Носкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 186 с.
12. Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления. Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 121 с.
13. Карпова И. П. Базы данных : курс лекций и материалы для практ. занятий : учеб. пособие для студентов техн. фак. / И. П. Карпова. - Санкт-Петербург : Питер, 2013. - 240 с. : ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 233-234. - Прил.: с. 211-232. - Алф. указ.: с. 235-240. - ISBN 978-5-496-00546-3 : 418-60.
14. Кукушкина К.В. Проблемы и особенности внедрения ERP-систем в России // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические Науки: сб. ст. по мат. XXVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11(25). URL: [http://sibac.info/archive/technic/11\(25\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/11(25).pdf) (дата обращения: 19.01.2017).
15. Межотраслевые нормы времени на геофизические исследования в скважинах, пробуренных на нефть и газ [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.opengost.ru/iso/75_gosty_iso/75020_gost_iso/14403-mezhotraslevyennormy-vremeni-na-geofizicheskie-issledovaniya-v-skvazhinahproburenyh-na-neft-igaz.html (дата обращения: 01.02.2020).

16. Миндалёв И.В. Информационные системы в управлении / [<http://enisey.name/umk/upr/index.html>]. - <http://enisey.name>. - (дата обращения: 21.01.2017).55. Оценка надежности программного обеспечения // Dev Harmony [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://kirnosenko.com/2011/03/07/software-reliability-estimation/> (дата обращения 17.12.2019).
17. Петров. Практикум по общему курсу геофизических исследований скважин / Петров, В. Н. Широков, А. Н. Африкян . – М. : Недра, 1987. – 219 с.
18. Программы для ЭВМ RU ОБПБТ № 2(79) 20.06.2012 / RU ОБПБТ № 79(2) 20.06.2012.pdf.
19. Программы моделирования // Сайт – обзор программ для моделирования бизнес-процессов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bpmsoft.org/aris-express/> (дата обращения 12.01.2020)
20. РД 153-39.0-072-01. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах // М., ГЕРС, 2001, 168 с.
21. РД 153-39.0-109-01. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. - НПП, Типография «Наука», М., 2002. - 76 с.
22. РД 39-3–593-81. Инструкция по гидродинамическим методам исследований пластов и скважин. - М., ВНИИ, 1982.
23. Реинжиниринг бизнес-процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. О. Блинов [и др.] ; под ред. А. О. Блинова. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 341 с. - ISBN 978-5-238-01823-2.
24. Сервис добывающих компаний [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.intalev.ru/industry/gservices/> (дата обращения 22.04.2020)

25. Сибирская нефть № 5/162 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SN162.pdf/> (дата обращения 25.04.2020)
26. About the unified modeling language specification version 2.3 [<https://www.omg.org/spec/UML/2.3/>]. - <https://www.omg.org>. - (дата обращения: 20.03.2018).
27. Cloud Big Data | Масштабируемый PaaS-сервис для анализа больших данных на базе Apache Hadoop, Apache Spark, ClickHouse, Storm, Kafka [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://mcs.mail.ru/bigdata/>(дата обращения 25.04.2020)
28. I.V. Evdokimov, A.S. Markomenko, V.I. Konstantinov, V.A. Zagrebin, A.E. Maksimov The Decision of the Traveling Salesman Problem in Two Different Ways: "Hungarian Method" and "The Method of Branches and Borders" // Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time": materials of the II international scientific-practical conference. In three volumes. Volume I – Osaka, Japan: Regional Academy of Management, 2017. – P. 294 – 298.
29. Korschein Markus, Efficient Sap R/3-Data Archiving: How to Handle Large Data Volumes. Springer-2002-09-12, 2002 - 156pp.
30. LAS Version 2.0: A Digital Standard for Logs, Update February 2017 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.cwls.org/wp-content/uploads/2017/02/Las2_Update_Feb2017.pdf (дата обращения: 06.12.2019).
31. Rational Unified Process. [Электронный ресурс]: <https://compress.ru/article.aspx?id=9633> - (дата обращения: 17.01.2018).
32. Team Server R2000WF // Team Server R2000WF конфигуратор. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.team.ru/server/server_intel_builder.php?model=R2000WF (дата обращения 25.02.2020)

33. What is FURPS+? [<https://businessanalysttraininghyderabad.wordpress.com/2014/08/05/what-is-furps/>]. - <https://businessanalysttraininghyderabad.wordpress.com>. - (дата обращения: 19.01.2018).

Приложение А

Пример конфигурации сервера

Сервер Team Server R2000WF, платформа и выбранные опции:

Подсистема	Выбранный вариант	Кол-во	Сумма,руб*
Платформа	2U, 2 x Xeon Scalable(205W), 24 DIMM, 8x3.5/2.5 SATA/SAS 12Gb/s, 1300W(1/2), 2x10GbE [R2308WFTZSR]	1	157 242
Серверная плата	Intel S2600WFTR, 2 x Xeon Scalable CPU, C624, 24 DIMM, 12 SATA, 2 x 10GbE, 4 OCuLink NVMe, LAN & SAS Module	1	0
Процессоры	Xeon Bronze 3204 1.9/1.9 GHz, 6C/ 6T, 8.25 MB L3, DDR4-2133/1.0 TB, 9.6 GT/s UPI(2), 85 W	1	20 847
Оперативная память	8 GB Kingston DDR4-2666 Single Rank x8 CL19 1.2v ECC Registered DIMM	8	30 664
Отсеки для накопителей	Корзина на 8 накопителей 3,5" HDD / 2,5" SSD SAS/SATA 12Gb/s с гор.заменой 2U, HD Mini-SAS(2)	1	0
	Отсек для 2 накопителей SSD 2,5" SATA с фиксированной установкой (2U)	1	0
Жесткие диски SAS	HDD SAS 3,5" Seagate Exos 7E8 1TB 12Gb/s 7.2K 256MB 512n 215MB/s 4.2ms 2.0M_MTB 0.44%_AFR 4.8/10 W	6	53 496
Контроллер дисковой подсистемы	Интегрированный SATA-контроллер, 8 портов 6Gb/s (2 x Mini-SAS HD), RAID 0/1/10/5, RSTe & ESRT2 Mode)	1	0
	Интегрированный sSATA-контроллер, 4 порта 6Gb/s (2 x 7-pin, M.2 2280 SATA/PCIe x4, M.2 2280 SATA/PCIe x2)	1	0
Расширители портов и кабели	HD Mini-SAS Cable Kit, 1 x 875mm cable, straight SFF-8643 to straight SFF-8643	1	0
	HD Mini-SAS Cable Kit, 1 x 730mm cable, straight SFF-8643 to straight SFF-8643	1	0
Сетевой адаптер	Интегрированный сетевой адаптер Intel Ethernet Controller X557, 2 порта 10Gb Ethernet RJ-45	1	0
Удаленное управление	Выделенный порт управления RJ-45 1GbE	1	0
Оптический привод и панель управления	Стандартная передняя панель управления	1	0
	Стандартная передняя панель ввода/вывода (порт VGA, 2 порта USB 3.0)	1	0
Подсистема питания	Блок питания 1300 Вт с горячей заменой и возможностью резервирования, 80+ Titanium	1	0
	Блок питания 1300 Вт с горячей заменой и возможностью резервирования, 80+ Titanium	1	22 268
Подсистема охлаждения	6 управляемых вентиляторов 60мм с резервированием и горячей заменой	1	0
	Радиатор процессора с пассивным охлаждением	2	0
PCIe и прочие опции	Райзер-карта, 2 слота PCIe 3.0 x8/x16 Full Height, Full Length, 1 слот PCIe 3.0 x8/x8 Full Height, Half Length	2	0
	Райзер-карта, 1 слот PCIe 3.0 x8/x8 Low Profile, 1 слот PCIe x4/x8 Low Profile	1	0
Комплект для установки в стойку	Выдвижные рельсы 609.6-765мм, выдвигаются на 424мм, 59кг максимум, tool-less, AXELVRAIL (no CMA)	1	4 004
Сервисный пакет	Стандартная гарантия Team, 3 года, 9x5, для Москвы обслуживание на месте установки, реакция - сл. рабочий день	1	0

* Позиции с нулевой ценой входят в состав платформы

Итого: 288 521 руб

Приложение Б

Конфигурация маршрутизатора R1

```
!  
! No configuration change since last restart  
!  
version 15.5  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime  
no service password-encryption  
!  
hostname R1  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
logging buffered informational  
!  
no aaa new-model  
ethernet lmi ce  
clock timezone Russia 5 0  
!  
ip cef  
login on-failure log  
login on-success log  
no ipv6 cef  
!  
!
```

```
!  
!  
archive  
log config  
logging enable  
notify syslog contenttype plaintext  
hidekeys  
!  
!  
track 100 ip sla 1 reachability  
delay down 30 up 30  
!  
!  
!  
!  
!  
interface FastEthernet0  
switchport access vlan 2  
no ip address  
!  
interface FastEthernet1  
switchport access vlan 2  
no ip address  
!  
interface FastEthernet2  
no ip address  
!  
interface FastEthernet3  
no ip address  
!
```

```
interface FastEthernet4
ip address xx.xx.xx.xx xx.xx.xx.xx
ip nat outside
ip virtual-reassembly in
duplex auto
speed auto
!
interface Vlan1
no ip address
!
interface Vlan2
ip address xx.xx.xx.xx xx.xx.xx.xx
ip nat inside
ip virtual-reassembly in
ip policy route-map PBR
!
ip forward-protocol nd
ip http server
ip http authentication local
ip http secure-server
!
logging

ip dns view default
domain name-server interface Vlan2
dns forwarder 8.8.8.8
ip dns server
ip nat inside source list acl_nat interface FastEthernet4 overload
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 xx.xx.xx.xx track 100
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 xx.xx.xx.xx 254
```

```
ip route 8.8.8.8 255.255.255.255 xx.xx.xx.xx
ip ssh logging events
ip ssh version 2
!
ip access-list standard acl_nat
  permit xx.xx.xx.xx xx.xx.xx.xx
!
ip access-list extended ch03
  permit tcp object-group admin object-group office eq smtp
  permit tcp object-group admin object-group office eq pop3
  permit tcp object-group admin any eq ftp-data
  permit tcp object-group admin any eq ftp
!
ip sla 1
  icmp-echo 8.8.8.8 source-interface FastEthernet4
  frequency 10
ip sla schedule 1 life forever start-time now
logging origin-id hostname
logging host 192.168.3.250
!
route-map PBR permit 20
  match ip address ch03
  set ip next-hop xx.xx.xx.xx
!
!
!
!
line con 0
  no modem enable
```



```
line aux 0
line vty 0 4
  access-class acl_ssh in
  exec-timeout 5 0
  login local
  transport input ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp logging
ntp source FastEthernet4
ntp master 2
ntp update-calendar
ntp server xx.xx.xx.xx
!
end
```

Приложение В

Конфигурация маршрутизатора R2

```
!  
! No configuration change since last restart  
!  
version 15.5  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime localtime  
no service password-encryption  
!  
hostname R2  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
logging rate-limit all 10  
enable secret 5 $1$aR3f$tbxGS.dOkLTkviVbVwcTu.  
!  
no aaa new-model  
ethernet lmi ce  
clock timezone Russia 5 0  
!  
!  
!  
!  
!  
!
```

```
!  
!  
!  
!  
!  
ip domain name  
ip cef  
login on-failure log  
login on-success log  
no ipv6 cef  
!  
!  
!  
archive  
log config  
logging enable  
notify syslog contenttype plaintext  
hidekeys  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
interface FastEthernet0  
switchport access vlan 2  
no ip address  
!  
interface FastEthernet1  
switchport access vlan 2
```

```
no ip address
!
interface FastEthernet2
no ip address
!
interface FastEthernet3
no ip address
!
interface FastEthernet4
ip address xx.xx.xx.xx xx.xx.xx.xx
ip nat outside
ip virtual-reassembly in
duplex auto
speed auto
!
interface Vlan1
no ip address
!
interface Vlan2
ip address xx.xx.xx.xx xx.xx.xx.xx
ip nat inside
ip virtual-reassembly in
!
ip forward-protocol nd
ip http server
ip http authentication local
ip http secure-server
!
ip nat inside source list acl_nat interface FastEthernet4 overload
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 xx.xx.xx.xx
```

```
ip ssh logging events
ip ssh version 2
!
ip access-list standard acl_nat
  permit xx.xx.xx xx.xx.xx.xx
!
!
logging origin-id hostname
logging facility local6
logging host xx.xx.xx.xx
!
!
!
!
line con 0
  no modem enable
line aux 0
line vty 0 4
  access-class acl_ssh in
  exec-timeout 5 0
  login local
  transport input ssh
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp logging
ntp server xx.xx.xx.xx
!
end
```