

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)

Управление корпоративными информационными процессами  
(направленность (профиль))

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Применение информационных технологий уровня предприятия для решения задач управления персоналом в рамках проектной организационной структуры»

Обучающийся

Н.А. Юсупов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.п.н., доцент, Е.А. Ерофеева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

## Оглавление

Термины и определения .....	3
Введение.....	4
Глава 1 Анализ методик и инструментов управления персоналом .....	8
1.1 Анализ литературы по выбранной теме.....	8
1.2 Обзор архитектур управления проектами .....	15
1.3 Обзор программных инструментов для управления персоналом .	19
1.4 Постановка цели и задач исследования .....	25
Глава 2 Формирование модели оптимизации процессов управления .....	27
2.1 Описание предметной области .....	27
2.2 Анализ методик формирования проектных команд .....	33
2.3 Формулировка стандартного алгоритма распределения.....	39
2.4 Разработка обновлённого алгоритма.....	42
2.5 Планирование найма сотрудников .....	45
Глава 3 Разработка модели системы управления персоналом .....	48
3.1 Построение модели бизнес-процессов ИС .....	48
3.2 Построение модели компонентов ИС .....	54
3.3 Разработка алгоритмической модели .....	58
Глава 4 Разработка рекомендаций по внедрению системы .....	63
4.1 Интеграция алгоритма в программную систему.....	63
4.2 Описание тестовой ситуации .....	65
4.3 Генерация тестового набора данных .....	67
4.4 Разработка примера реализации алгоритма.....	71
4.5 Тестирование алгоритма распределения сотрудников.....	73
4.6 Применение алгоритма для планирования ресурсов.....	75
4.7 Оценка эффективности решения .....	76
Заключение.....	82
Список используемых источников.....	85

## Термины и определения

В данной работе применялись следующие термины с определениями:

- ИС – информационная система;
- кадры – квалифицированные, специально подготовленные для той или иной деятельности работники;
- персонал - постоянная рабочая группа какой - либо организации, составляющая группу по профессиональным или иным признакам с указанием должностей; состав всех работников предприятия, которые заняты трудовой деятельностью;
- человеческие ресурсы – количество людей (людские ресурсы), а также человеческий потенциал (компетенции, опыт, интеллект, способность к постоянному совершенствованию и развитию);
- ERP-система - система управления и планирования ресурсов, программа, в которой хранится вся информация о бизнес-процессах и заказах компании;
- IT – Information technology – Информационные технологии;
- ФОТ – фонд оплаты труда;
- ROI – (return on investment) финансовый коэффициент, иллюстрирующий уровень доходности или убыточности бизнеса, учитывая сумму сделанных в этот бизнес инвестиций.

## Введение

В рамках данного исследования будет рассмотрено применение информационных технологий уровня предприятия для решения задач управления персоналом с использованием проектной или матричной организационной структур.

Данное исследование актуально для современного бизнеса, поскольку организации все чаще используют системы автоматизации для управления своим персоналом и проектами. Однако, несмотря на наличие большого количества инструментов управления, существует много организаций, которые используют их неэффективно или не используют их вовсе. Проектная и матричная организационные структуры представляют собой особые вызовы для управления персоналом, поскольку эти структуры требуют гибких инструментов управления, которые учитывают специфику проектов и обеспечивают эффективное использование ресурсов. Модернизация существующих систем управления персоналом на уровне предприятия позволит решить эти проблемы и повысить эффективность управления персоналом и проектами.

Таким образом, несмотря на общее активное применение информационных средств управления ресурсами, при одновременном ведении множества проектов существуют проблемные места, которые необходимо выявить в рамках исследования и предложить пути их устранения. Для этого в рамках работы будут рассмотрены различные аспекты управления, такие как управление проектом, формирование проектной команды, оптимальное распределение сотрудников по проектам, планирование кадровых ресурсов предприятия. Будет рассмотрен пример информационной системы (ИС) предприятия, связь различных модулей автоматизации в ней и возможности усовершенствования отдельных модулей, для повышения эффективности работы в целом.

Целью исследования является определение возможностей применения информационных технологий уровня предприятия для эффективного

управления персоналом при использовании проектной или матричной организационной структуры. В рамках исследования будут выявлены основные проблемы и ограничения при использовании существующих информационных технологий, а также предложены рекомендации по их улучшению и адаптации под специфику проектных и матричных организационных структур.

Объектом исследования является информационная система управления организационными процессами предприятия.

Предметом исследования является процесс управления кадровыми ресурсами предприятия.

Гипотеза исследования заключается в том, что применение информационных технологий уровня предприятия для решения задач управления персоналом с использованием проектной или матричной организационной структуры может повысить эффективность управления персоналом и качество выполнения проектов.

Ожидается, что основная цель исследования будет достигнута при оптимизации процессов управления, при внедрении современных программных инструментов и усовершенствованных алгоритмов в общую информационную систему предприятия.

Основные задачи исследования включают следующие пункты:

- исследование существующих методических ресурсов по заданной теме, включающих как существующие работы с разбором темы управления персоналом, так и различную документацию и стандарты;
- формирование теоретической модели оптимизации бизнес-процессов, включающее анализ предметной области, выделение проблемных мест и разработку алгоритмов, предназначенных для решения задачи оптимизации обработки данных;
- разработка модели системы управления ресурсами, построенной на основе теоретического исследования вопросов оптимизации бизнес-процессов;

– разработка рекомендаций по применению разработанной модели на практике и расчет теоретических показателей эффективности.

Для оценки текущей проработанности вопроса в первой части работы были изучены существующие научные исследования по данной теме. При анализе литературы были выделены основные положения и методологии управления персоналом, были рассмотрены схожие работы. По итогам анализа был сделан вывод, что несмотря на глубокую методическую проработку вопроса, на практике существующие решения реализуются с применением большого количества ручного труда. Во многих случаях программные средства используются только для отображения и фильтрации данных, хранящихся в системе. Сама же логика обработки данных реализуется в ручном режиме. Таким образом, несмотря на достаточную теоретическую проработанность вопроса, существуют определенные трудности с внедрением методологий на практике. Именно на минимизацию ручной обработки данных и внедрение инструментов автоматизации на практике и будет направлен основной вектор исследования.

В данном исследовании использованы различные теоретические и математические методы. Среди теоретических методов были применены анализ литературы, изучение методологий, моделирование бизнес-процессов, разработка архитектуры системы и взаимодействия компонентов. К математическим методам относятся алгоритмизация и расчет показателей от полученных результатов. Одним из примеров математических методов в данной работе является применение комбинаторного алгоритма.

Научная новизна работы заключается в усовершенствовании существующих инструментов управления и применении математических методов для решения прикладной задачи.

Практическая значимость данного исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для оптимизации процессов управления персоналом на предприятиях с проектной или матричной организационной структурой. Это поможет повысить эффективность

управления персоналом, снизить время и затраты на решение задач по управлению проектами и повысить качество их выполнения.

Кроме того, исследование может быть полезным для разработчиков информационных технологий, которые могут использовать полученные результаты для улучшения и адаптации своих продуктов под проектные и матричные организационные структуры.

Основные положения работы включают следующие пункты:

– при использовании проектной или матричной организационной структур наименее оптимизированы с точки зрения применения информационных технологий механизмы формирования команд и планирования ресурсов;

– применение существующих инструментов управления бизнес-процессами предприятий позволяет внедрить новые инструменты управления кадрами без больших затрат;

– применение комбинаторного алгоритма выделения подмножеств из общего множества позволяет решить задачу формирования проектных команд и планирования кадровых ресурсов.

В рамках исследования была разработана модель информационной системы, применяемой для автоматизации отдельных аспектов управления персоналом. Для модулей системы был описан математический аппарат, на котором основана их работа. Таким образом, согласно проведенным расчетам по оценке эффективности, удалось добиться оптимизации управления кадровыми ресурсами и экономии средств, расходуемых неэффективно

## **Глава 1 Анализ методик и инструментов управления персоналом**

### **1.1 Анализ литературы по выбранной теме**

В первую очередь для изучения проработанности вопроса и для создания базы источников, на которых будет основываться будущее исследование был проведен анализ различных источников, в которых рассматриваются вопросы, близкие к выбранной теме. При этом рассматривались источники четырех видов:

– источники, содержащие общие понятия в области управления персоналом, для получения общих сведений о направлении, выделении основных понятий, выделения классификаторов для дальнейшей структуризации информации;

– источники, посвященные оценке показателей сотрудников, для выделения основных метрик и получения представления об основных данных о сотрудниках;

– источники, в которых рассматривается процесс распределения сотрудников по проектам, для выделения общепринятых подходов и изучения существующих алгоритмов;

– источники, содержащие данные непосредственно о процессе управления персоналом в рамках проектной организационной структуры, а именно, подходы и примеры реализаций.

При этом для лучшей структуризации выделенных источников были выделены основные группы задач, решаемых в рамках исследования. Для каждой из групп задач был сформирован предварительный список литературы для изучения перспектив исследования и анализа проработанности вопроса. Каждый из источников подбирался исходя из их соответствия теме, раскрытия определенной задачи, актуальности и понятности изложения.



Среди источников для проработки вопроса оценки производительности труда можно выделить статью «Актуальные проблемы эффективного управления трудовыми ресурсами предприятия». В ней автор производит разбор общих понятий, относящихся к оценке производительности труда сотрудников, таких как «кадры», «кадровый потенциал», «трудоемкость» и непосредственно «производительность труда».

В качестве основных понятий выделяются «кадры» и «кадровый потенциал». «Кадры – это квалифицированные, специально подготовленные для той или иной деятельности работники, когда целесообразное их использование предполагает максимальную отдачу того, что способен дать специалист по своему образованию, личным качествам приобретенному опыту работы. Кадровый потенциал заложен в тех функциях, которые он исполняет как профессионал и в силу своих способностей, знаний опыта может обеспечить эффективное функционирование производства» [5].

Помимо этого, описываются методы анализа кадрового потенциала, а именно: декомпозиции и последовательной подстановки, сравнений и структуризации целей; экспортно-аналитический и метод главных компонентов; опытный метод и метод коллективного блокнота. Автором подробно и понятно раскрываются указанные понятия, производится четкий анализ текущей ситуации. Несмотря на небольшой объем данной работы в ней достаточно подробно рассматриваются выделенные вопросы и понятия и в дальнейшем она может стать хорошим справочным пособием для будущего исследования.

Другой работой по данной тематике была выделена статья «Анализ и оценка эффективности труда». Автором обозначены основные показатели, которые характеризуют результаты деятельности персонала. В работе производится более подробный разбор основных трудовых показателей, дается подробная характеристика каждого показателя, выделяются базовые формулы расчета производительности сотрудника, а также основных показателей эффективности, таких как выработка и трудоемкость [2]. Данная работа может стать основой математического аппарата будущего исследования, так как в ней

представлены достаточно наглядные примеры расчётов основных показателей производительности сотрудников.

Среди источников в области управления персоналом в рамках проектной организационной структуры был выделен учебник «Управление проектами». В учебнике представлены основные концепции, модели и технологии управления проектами, даны определения и типология проектов, подробно описаны методы управления средой проекта, взаимодействия проекта и организации, управления целями проекта, сетевого и календарного планирования, управления различными аспектами человеческих ресурсов проекта, коммуникациями, рисками и бюджетом [9]. Различные понятия рассматриваются на конкретных примерах.

В учебнике описаны все этапы управления проектом: от задумки и до завершения проекта. Данный источник содержит большой объем данных, необходимых для получения базовых сведений о выбранной предметной области.

Отдельная глава выделена непосредственно работе с командой проекта. В данной главе рассматриваются различные аспекты формирования и управления командой, отдельно выделены подходы к управлению виртуальными проектными командами. При этом все это описывается в связке с остальными аспектами проекта, следовательно картина получается более цельной.

Еще одним источником является статья «Применение стандартов управления проектами в ИТ-индустрии». В ней содержится информация об основных проблемах, которые необходимо решать в рамках управления проектами, а именно распределение ресурсов, планирование задач и определение сроков их выполнения, приоритезация задач. При этом в качестве самого базового способа для решения подобных задач выделяется построение диаграмм Ганта, для наглядного представления объема работ и распределения их во временных границах. Автор отмечает, что, несмотря на эффективность данного инструмента, для современных решений он уже недостаточен. Поэтому

возникает потребность в использовании целых методологий, которые строятся на совокупности подобных инструментов.

Основное внимание в работе сосредоточено на методологиях управления проектами PMBoK и PRINCE2. Данные методологии документируют наборы стандартной терминологии, знаний и руководств по управлению проектами. В работе описаны структуры управления согласно данным методологиям (рисунок 1), их сильные и слабые стороны. Например, «методология PMBoK является наиболее полной, содержит большое количество инструментов». Сильной же стороной PRINCE2 является ориентация на экономическое обоснование [6].

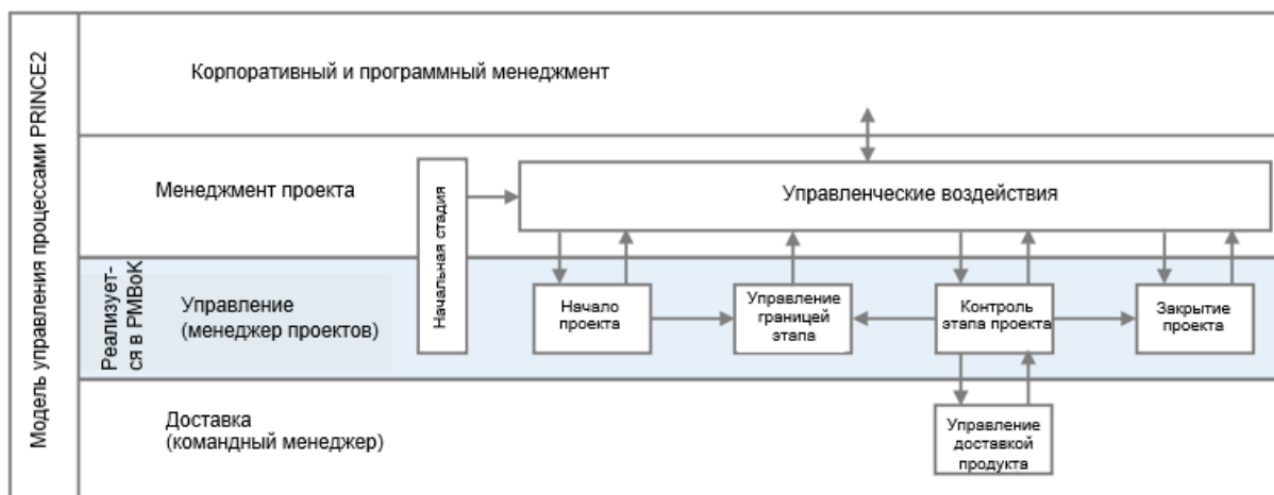


Рисунок 1 - Процессы PRINCE2 по четырем уровням управления

Среди же источников для исследования вопроса распределения сотрудников по проектам была выделена статья «Планирование человеческих ресурсов проекта». В ней представлены основные этапы формирования проектной команды, выделены основные группы понятий такие как роли, компетенции, полномочия и т.д. Все понятия разделены по категориям, приведены примеры [16]. Например, в статье представлен реестр навыков для команды исполнителей проекта.

В статье содержатся различные шаблоны, которые могут помочь при решении задач оценки представленных показателей. На их основе представлены

наглядные примеры ручного распределения сотрудников, оценка полезности каждого сотрудника, основные принципы выбора. Данные шаблоны могут стать основой для алгоритма управления персоналом. Этот информационный ресурс является наиболее полным справочником сведений, которые могут быть использованы в дальнейшем исследовании.

Так же можно выделить статью «Разработка методики распределения сотрудников по рабочим местам, в целях повышения эффективности деятельности предприятия». В статье предлагается методика определения оптимальной численности сотрудников и рационального распределения их по объектам на основе следующих данных: имеющегося количества сотрудников, работающих на постоянной основе и привлекаемых по найму; их специальности; затрат на сотрудников; участки, за которыми закреплены сотрудники; количество объектов и расстояние между ними; время на монтаж оборудования и т.д. Расчёты производятся на основе имеющегося количества сотрудников, их специальности, затрат на сотрудников, количество объектов и расстояние между ними, время на монтаж оборудования.

В работе выделяются основные вопросы, рассматриваемые в рамках формирования проектных команд, а именно:

- какое количество работников, какой именно специальности, в какой момент времени и на каком объекте потребуется;
- каким образом эффективно использовать имеющийся персонал;
- как оптимизировать затраты предприятия на проведение проектных работ.

Данный ресурс достаточно близок по тематике к текущему исследованию, однако в нем предполагается ручное распределение сотрудников на основе выделенного алгоритма распределения. Однако данная статья может стать основой будущего исследования, которое будет развивать идеи, заложенные в ней.

Помимо описанных источников были изучены различные интернет-ресурсы, связанные с тематикой исследования, в которых описывается опыт

применения различных подходов к управлению персоналом в существующих организациях, применяемое программное обеспечение.

Среди данных источников можно выделить «Обзор 5 систем управления задачами для наведения полного порядка», в котором описываются характеристики, на основе которых стоит осуществлять выбор системы управления задачами [8]. Основных критериев 5:

- простота постановки задачи,
- удобство личного планировщика,
- возможность создания структуры компании с отделами,
- прозрачность рабочих процессов,
- полнота картины о результатах работы над задачами в отчетах.

На основе выделенных критериев автор производит подробный анализ современных инструментов управления проектами. Данная тематика более подробно рассмотрена в следующем разделе.

Помимо этого, можно выделить статью «Управление человеческими ресурсами проекта», в которой описывается процесс планирования и управления командой проекта в организации с учетом различных показателей. При этом в статье описываются различные методологии, раскрываются термины, связанные с данной тематикой. Например, в статье рассмотрены основные задачи, которые должны быть покрыты командой управления проектом для эффективной работы команды проекта в целом, а именно:

- управление ресурсами проекта,
- управление сроками выполнения проекта,
- управление качеством проекта,
- управление рисками проекта,
- управление проблемами проекта,

– контроль над организацией работ в проектных группах [24].

При этом для каждой функциональной обязанности выделены основные лица, которые должны решать каждую из задач [19]. Для каждой из задач выделены основные функции, входные и выходные данные. Например, на рисунке 2 представлена схема с распределением ресурсов по задачам.



Рисунок 2 - Распределение основных функциональных обязанностей команды управления проектом

Данная информация необходима для более точного проектирования будущей системы, так как при реализации основного алгоритма необходимо учитывать разделение областей ответственности [14].

На этом изучение литературы по данной тематике было завершено. При этом можно отметить, что несмотря на то, что теоретическая сторона вопроса проработана достаточно хорошо, управление персоналом в основном рассматривается со стороны ручного управления и тема автоматизации затрагивается достаточно поверхностно. Однако существующие методики управления описаны достаточно подробно, поэтому на их основе есть возможность для разработки автоматизированной системы управления, либо оптимизации существующих систем, путем внедрения описанных методик.

## **1.2 Обзор архитектур управления проектами**

Управление персоналом в рамках проектных и матричных организационных структур тесно связано с решением проектных задач. Поэтому было необходимо определить какие на данный момент используются архитектуры построения управления проектами, для того чтобы в дальнейшем определить место предлагаемого решения в общей структуре управления и получить представление о смежных элементах, с которыми будет производиться взаимодействие [11].

Первым вариантом является построение архитектуры на основе модели Диксона. Пример визуального представления данной архитектуры представлен на рисунке 3.

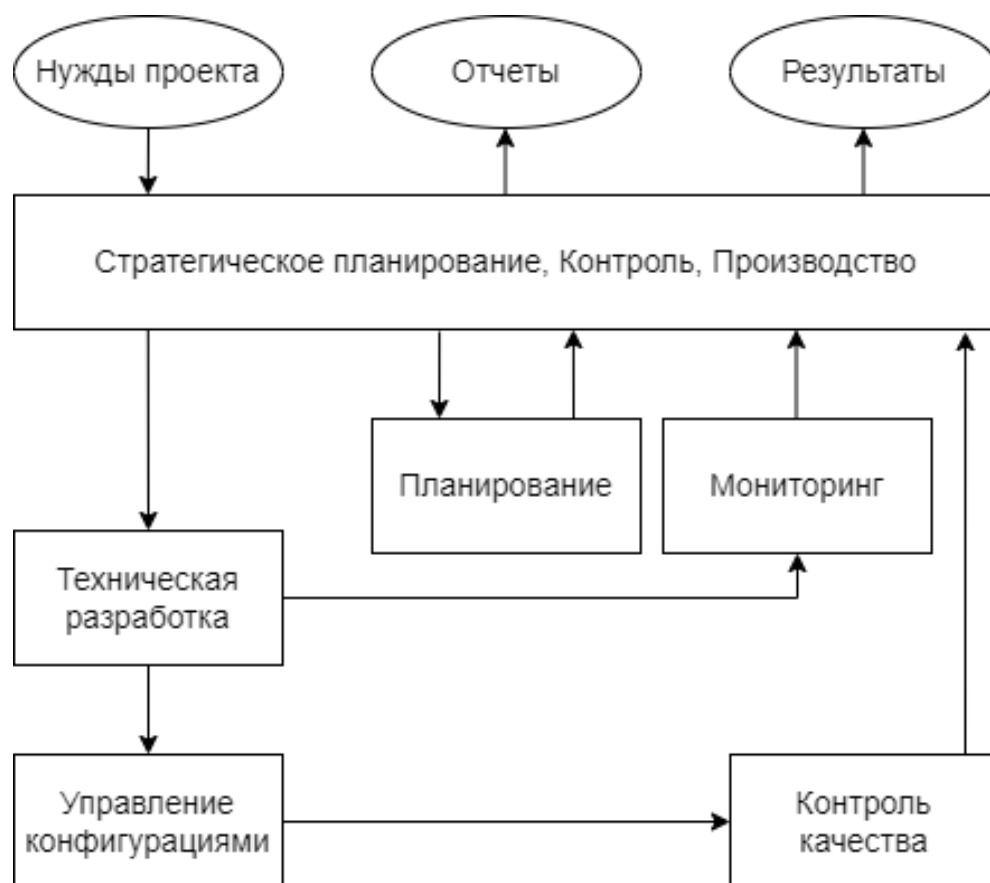


Рисунок 3 - Интегрированная модель Диксона

Данная архитектура поддерживает три основные области управления:

- управление проектами, которое включает планирование, оценку, планирование, контроль и оценку действий в рамках ограничений ресурсов для соответствия критериям производительности продукта;
- управление ресурсами, которое включает в себя точную идентификацию и распределение ресурсов;
- управление затратами, которое включает анализ и измерение информации относительно запланированного и фактического потребления ресурсов в рамках проекта и связано с оценкой и контролем мониторинга проекта.

Входными элементами в данной архитектуре являются потребности проекта. Далее эти потребности обрабатываются отдельными модулями:



- модуль планирования обрабатывает и контролирует как управление проектами, так и ресурсами;
- модули управления технической разработкой и конфигурацией выполняют функции управления проектом;
- модуль мониторинга и контроля качества обеспечивают отслеживание качества выполняемых работ.

Выходными данными в рассматриваемой архитектуре являются отчетность и непосредственные результаты работы.

Процесс управления в модели Диксона носит последовательный характер, и влияние одного модуля на следующий является односторонним. Эта модель применима только к четко определенной и повторяемой среде.

В качестве альтернативного решения выступают решения, построенные на основе координационной архитектуры Мауэра. Пример визуального представления данной архитектуры представлен на рисунке 4.

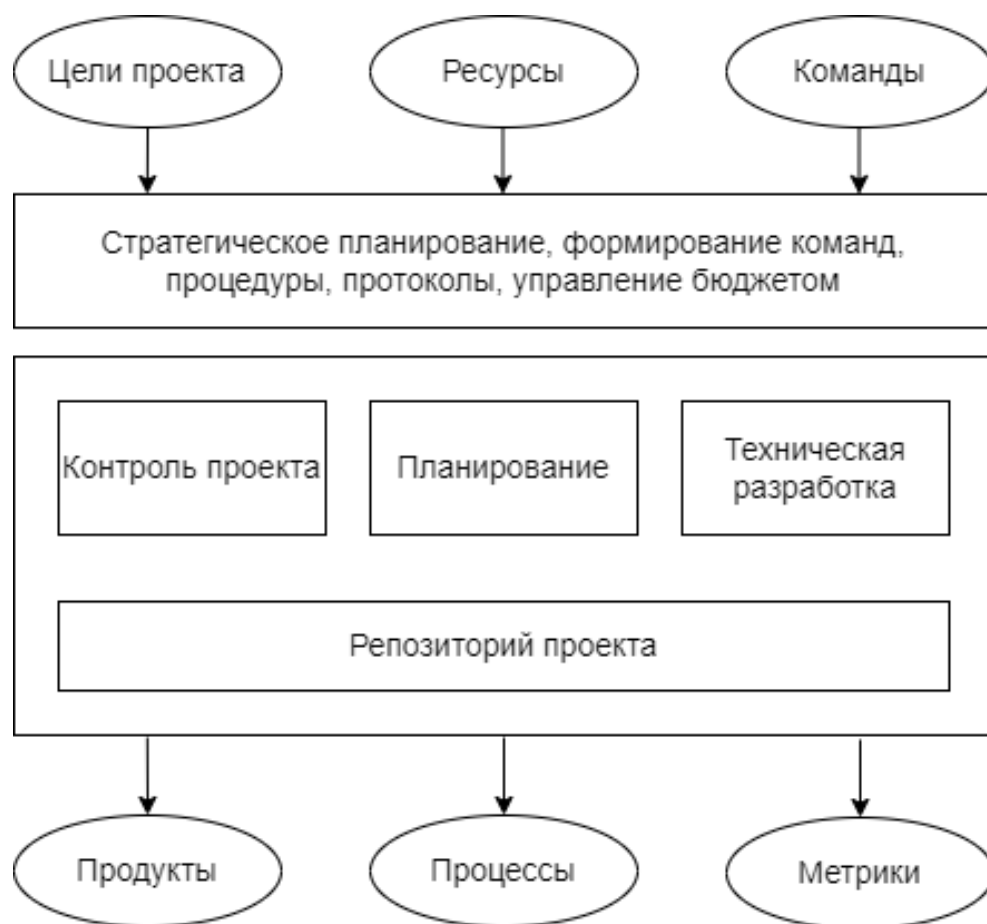


Рисунок 4 - Координационная архитектура Мауэра

Входные данные системы в рамках данной архитектуры включают бюджет, ресурсы и цели. Выходные данные системы включают продукты, решения, процессы и метрики. Метрики используются для анализа и изучения эффективности проекта [30].

В рамках данной архитектуры реализуются четыре основных модуля:

- репозиторий проекта, функционирующий как хранилище данных проекта;
- компонент планирования проекта, позволяющий членам группы измерять уровни зависимостей между информационными элементами и планировать проект с точки зрения времени и ресурсов;
- компонент исполнения проекта, поддерживающий управление рабочими процессами с помощью плана проекта;

– компонент управления проектом, осуществляющий мониторинг проекта, и позволяющий членам команды оценивать текущее состояние и собирать метрики.

Модель Маурера охватывает множество процессов управления. Она включает в себя как системные функции, так и вспомогательный контекст управления, в котором эти функции работают. В ней описываются системные функции и сервисы, но не определяется, как эти модули взаимосвязаны.

Данная модель является наиболее распространенной в применении. В ней подробно описаны как входы, так и выходы, основные задействованные модули. В совокупности эти факторы позволяют построить на ее основе дальнейшее исследование.

### **1.3 Обзор программных инструментов для управления персоналом**

На основе рассмотренной ранее литературы был произведен анализ существующих подходов к управлению персоналом, применяемых на данный момент на предприятиях. Это необходимо для сбора общих сведений о существующих методиках и инструментах управления, чтобы на их основе затем создать полноценную оптимизированную модель.

В рамках управления персоналом решается большое число различных задач, поэтому в первую очередь было необходимо определить основные задачи и данные, используемые для их решения. Для этого, была определена классификация данных, используемых в подобных инструментах. Применительно к информационным системам рассматривают следующие типы информации, которая используется на предприятии: нормативная, методическая, качественная, и учетная. Эта информация может быть представлена как в виде бумажных или электронных документов, так и в виде отдельных записей в хранилищах данных организации. При этом, в зависимости от дополнительных факторов, в решении прикладной задачи, список может расширяться и дополняться дополнительными видами информации, применяемой на

предприятию. В рамках данной работы рассматривается только основной перечень типов.

При этом каждый тип информации применяется при решении разных управленческих задач, к которым относятся, выдача рекомендаций для подбора и распределения персонала, учет кадров, сбор и анализ сведений о личных и деловых качествах сотрудника, анализ состава сотрудников предприятия, составление различных видов отчетности по сотрудникам, планирование и прогнозирование потребности в кадрах, управление задачами сотрудников, формирование статистики деятельности сотрудника [6]. Перечень используемой информации с распределением по решаемым задачам представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение видов информации в зависимости от решаемой задачи

Перечень основных функций управления персоналом	Виды информации			
	Нормативная	Методическая	Качественная	Учетная
Выдача рекомендаций для подбора и распределения персонала	+	+	+	+
Учет кадров	+		+	+
Сбор и анализ сведений о личных и деловых качествах сотрудников	+	+	+	+
Планирование и прогнозирование потребности в кадрах		+		+
Управление задачами сотрудников		+	+	+
Формирование статистики деятельности сотрудника			+	+

На основе данной классификации были выделены самые популярные представители программных инструментов для решения каждой отдельно задачи, либо группы задач.

Так, например наиболее яркими представителями систем автоматизации процессов подбора персонала являются BambooHR, Workable, Hurma и «1С:Зарплата и управление персоналом» [4].

Первые две системы специализируются непосредственно на автоматизации процесса подбора персонала. Они содержат функционал для отслеживания и оценки соискателей, а именно доступ к крупнейшим базам данных соискателей, удобные инструменты для фильтрации и поиска записей. Помимо этого, в них реализован функционал автоматического составления отчетов и документов, конструкторы для составления анкет и вакансий и т.д.

Системы Nurma и «1С:Зарплата и управление персоналом» являются более продвинутыми и содержат функционал не только для набора персонала, но и для последующего управления. Например, в них можно организовать личные профили уже работающих сотрудников, календарь отсутствий, отпусков, больничных и т.д., различные инструменты для сбора и отображения статистических данных. Соответственно они так же включают функционал учета и управления текущими кадрами.

Помимо этого, в качестве решений для учета кадров можно выделить системы «Сотрудники предприятия» и Zenefits. Эти решения направлены непосредственно на решение задачи управления персоналом внутри организации. В данных системах формируются досье сотрудников, реализуются возможности для оптимизации процессов адаптации сотрудников, формируются различные отчеты, в том числе и о зарплате сотрудников.

Большинство систем управления задачами содержат функционал для отслеживания загруженности работников и общей статистики по выполнению задач. В качестве примера можно рассмотреть реализацию данного функционала в системе управления задачами Click Up (рисунок 5). Можно изучить список задач, каждого сотрудника, процент выполнения задач. Так же можно добавить дополнительные диаграммы и графики, например со статистикой по соблюдению сотрудником сроков, отведенных на задачи.

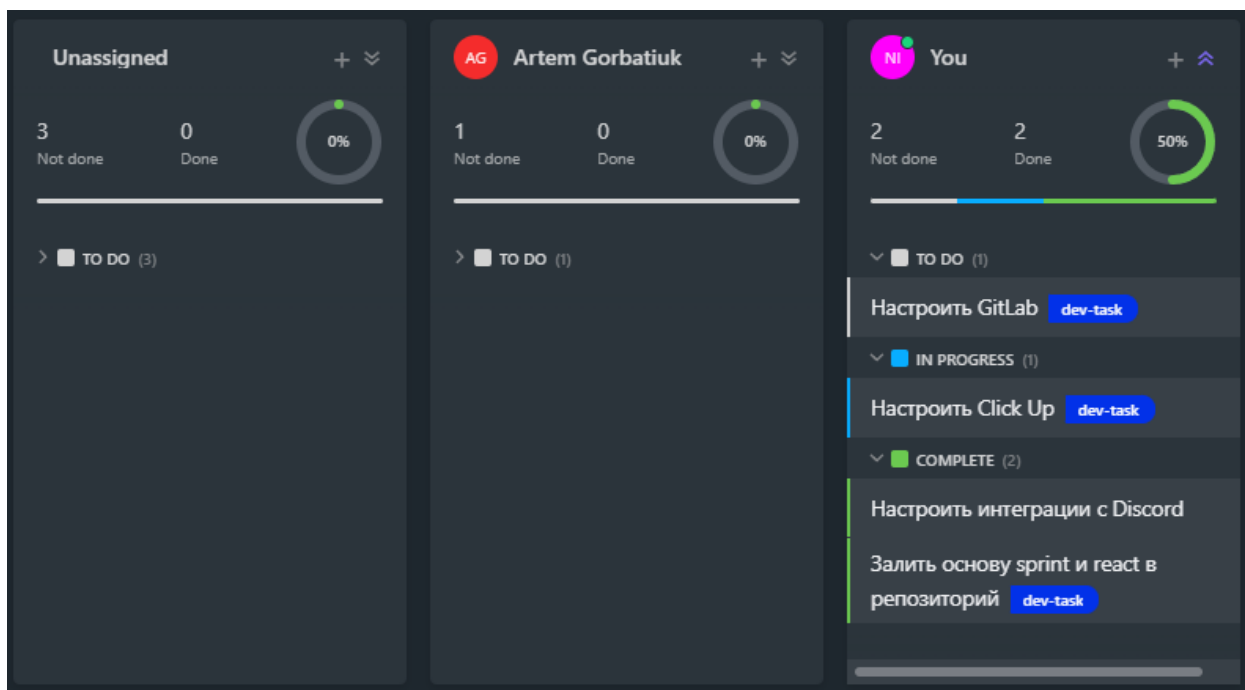


Рисунок 5 - Пример автоматически сформированной статистики по сотрудникам

Также все перечисленные решения содержат функционал для планирования потребности в кадрах. Однако данный функционал в основном направлен на планирование для предприятия в целом. Непосредственно для планирования на проектах для этих целей зачастую используются электронные таблицы, с заранее заданными настройками. При этом управление персоналом в данном случае децентрализовано. То есть вся актуальная информация содержится только у руководителей проектов. В связи с этим при наборе персонала на проект необходимо оповестить о требованиях всех руководителей, которые должны проанализировать текущую ситуацию на проекте и в случае доступных сотрудников выделить их. Данный подход недостаточно эффективен, так как в большинстве случаев команды формируются по остаточному принципу.

Что касается систем управления задачами, то здесь можно выделить такие решения как Asana, Trello, Jira, Click Up и Битрикс24. Asana и Trello являются достаточно легковесными системами. Они предоставляют функционал для

создания задач, изменения их статуса и для их обсуждения. Помимо этого, существует возможность формирования статистики в целом по всем задачам в наглядной форме. При этом у них так же присутствует возможность подключения дополнительных модулей для реализации функционала, не предусмотренного в базовой версии продукта.

Jira, Click Up и Битрикс24 являются более продвинутыми системами. Помимо вышеперечисленного в них так же поддерживаются функции логирования времени, возможность создания продвинутых фильтров для просмотра задач. Так же в системе Битрикс 24 можно настроить возможность общения сотрудников при помощи чата или звонков. Так же эти системы содержат функционал для сбора и анализа статистики работы каждого сотрудника. При этом описанные решения достаточно легко масштабируются, к ним можно подключать дополнительные программные модули, настраивать интеграции со сторонними решениями [25]. Итоговая сводка по рассмотренным решениям представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Популярные программные решения для управления персоналом

Перечень основных функций управления персоналом	Функционал	
	Базовый	Расширенный
Выдача рекомендаций для подбора и распределения персонала	BambooHR, Workable	Hurma, 1С:Зарплата и управление персоналом
Учет кадров	Сотрудники предприятия, Zenefits	1С:Зарплата и управление персоналом
Сбор и анализ сведений о личных и деловых качествах сотрудника		
Планирование и прогнозирование потребности в кадрах		
Управление задачами сотрудников	Asana, Trello	Jira, Битрикс24, Click Up
Формирование статистики деятельности сотрудника	Inspect System	Oracle Cloud ERP

Как можно заметить, планирование и прогнозирование потребности в кадрах не покрывается базовыми инструментами. В основном данный

функционал реализуется в дополнительных модулях продвинутых систем или, как было описано ранее, данный функционал выполняется в ручном режиме, либо же с использованием таких инструментов, как электронные таблицы. При этом обмен данными документами так же производится в ручном режиме и у менеджеров различных уровне зачастую нет представления о полной картине.

Помимо перечисленных средств существуют так же более глобальные системы, которые охватывают практически всю деятельность предприятия, называемые ERP-системами. К ним относятся например Oracle Cloud ERP, Галактика или 1С:ERP. Преимуществом таких систем является то, что благодаря модульной структуре можно реализовать любую систему управления предприятием, а благодаря возможности связи со сторонними решениями можно построить систему на основе решений, представленных выше. На базе данных систем как раз реализуются модули по управлению проектными командами. При наличии доступа ко всем данным организации реализуется их автоматизированная обработка. При этом руководители различных подразделений могут просматривать собранную статистику и отчеты и производить более эффективное управление.

Таким образом, в рамках данного раздела был произведен анализ популярных решений для управления персоналом. Было выделено, что несмотря на большое разнообразие данных инструментов аспекты, направленные непосредственно на формирование проектных команд реализованы достаточно поверхностно. Вероятно, это связано с тем, что организации с большим количеством проектов стали появляться относительно недавно из-за появления большого количество цифровых инструментов, которые позволяют осуществлять управление командами.



## 1.4 Постановка цели и задач исследования

Основной проблемой, выдвигаемой в рамках научно-исследовательской работы, является использование малоэффективных инструментов для управления персоналом в рамках проектной организационной структуры. Большое число предприятий не используют даже базовые цифровые инструменты и процессы в них построены недостаточно эффективно. При этом, даже существующие системы автоматизации имеют слабые места, и в отдельных случаях могут показывать недостаточную эффективность.

Таким образом, основной целью исследования является оптимизация управления персоналом предприятий, использующих проектную либо матричную организационную структуру, с применением информационных технологий уровня предприятия.

В рамках дальнейшей работы необходимо провести анализ существующих подходов к решению задачи управления персоналом и выявить возможности для усовершенствования процессов управления. Необходимо выделить основные задачи, решаемые в рамках управления сотрудниками и выделить наименее проработанные из них.

Далее для решения выделенных задач следует подобрать подходящее алгоритмическое решение, составить его математическую модель. При необходимости доработать существующий алгоритм для решения поставленной задачи.

Для реализации возможности внедрения полученных решений в информационную систему предприятий необходимо создать модель оптимальной системы управления, которая была бы легко расширяемой, и которая реализовывала бы возможности для внедрения новых элементов.

Помимо этого, необходимо произвести апробацию предложенных решений и оценить их эффективность.

Следует ожидать, что при внедрении исследуемых алгоритмов в информационную систему управления персоналом предприятия, повысится

эффективность разработки проектов, процесс распределения сотрудников будет упрощен и станет более прозрачным, облегчится планирование кадровых ресурсов.

## **Выводы к главе 1**

В рамках данной главы был проведен анализ различных аспектов управления персоналом на предприятиях с проектной организационной структурой. Были изучены существующие научные работы различных авторов в разных направлениях данной предметной области. При этом были рассмотрены, как работы теоретического характера, в которых просто рассматриваются основные понятия и теоретические модели, так и работы, итогами которых стали различные практические разработки, применяемые на предприятиях.

Во второй части были рассмотрены существующие решения в области управления персоналом. Была изучена классификация данных решений, произведено разделение по областям применения. При этом было выделено, что при комбинировании рассмотренных решений можно построить новую систему, что и является основным направлением всей научно-исследовательской работы.

В финальной части был определен основной вектор дальнейшего исследования, выдвинуты цели, задачи и основная гипотеза.

## **Глава 2 Формирование модели оптимизации процессов управления**

### **2.1 Описание предметной области**

Построение модели процесса будет производиться на основе примера. В качестве примера для разбора решения автоматизации была выбрана ИТ компания, разрабатывающая программные решения на заказ. Данные компании являются наиболее ярким примером организации с проектной структурой. В рамках своей деятельности им необходимо одновременно реализовывать несколько проектов большими командами. При этом, учитывая дефицит квалифицированных кадров на рынке труда, возникает необходимость в оптимизации распределения сотрудников.

На данный момент на рынке представлены ИТ компании различных масштабах. В данной работе рассматриваются крупные организации с численностью сотрудников от 400 человек. Выбор обусловлен тем, что в таких организациях проблема эффективного управления персоналом стоит наиболее остро, так как система управления является распределённой и отсутствует сотрудник или группа сотрудников, которые были бы полностью осведомлены о ситуации в компании. Таким образом, для решения задач управления персоналом необходимо обращаться к решениям в области информационных технологий, для создания единого источника знаний.

В большинстве ИТ организаций структура системы управления персоналом построена на основе матричной организационной структуры (рисунок 6). Данный подход позволяет эффективно организовать работу в команде [9], в частности, налаживает связь между стратегическим и оперативным управлениями, поднимает интерес различных коллективов, в том числе и исполнителей, к результатам своего труда, уменьшает вероятность проявления субъективизма, тем самым практически сводя к нулю несогласованность действий между членами команды. Все отделы разделяются по направлениям, например разработка интерфейсов, серверная разработка, тестирование и т.д.

Соответственно у каждого направления существует руководитель, подчиняющийся менеджменту более высокого уровня. В подчинении у руководителя направления могут быть линейные менеджеры, ответственные за локальные команды, например разделенные по направлению или региональному признаку. Непосредственно в подчинении у линейных менеджеров находятся рядовые работники. В то же время каждый такой работник закреплен за определенным проектом, который разделен по компонентам, за которые отвечают отдельные команды. Таким образом, работник находится одновременно в подчинении своего линейного руководителя, отвечающего за решение организационных вопросов, и в подчинении руководителя проектной команды. Руководители команд в свою очередь подчиняются, в рамках работы над проектом, одновременно проектному и техническому руководителям [20].

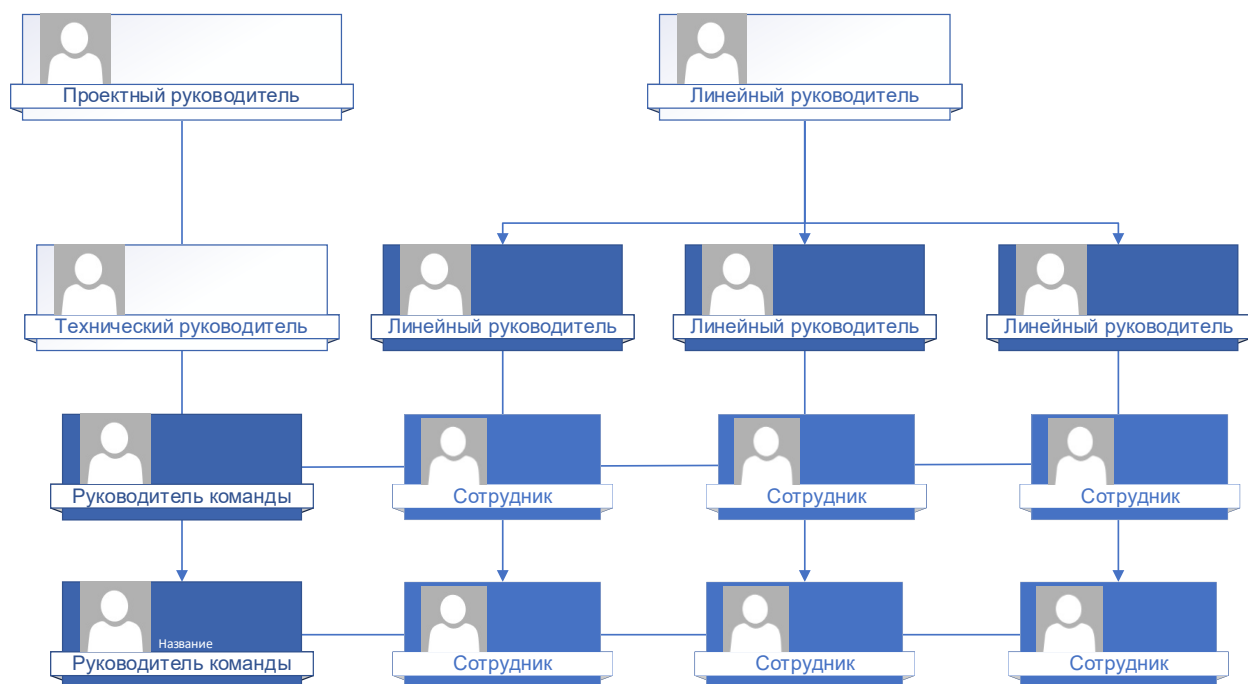


Рисунок 6 - Общая модель организационной структуры IT компании

Управление человеческими ресурсами проекта включает в себя процессы организации, управления и руководства командой проекта. Согласно РМВОК,

управление командой проекта включает в себя следующие процессы по организации команды проекта и управления ею:

- планирование человеческих ресурсов - процесс определения и документального оформления ролей, ответственности и подотчетности, а также создание плана управления обеспечением проекта персоналом;

- набор команды проекта - процесс привлечения человеческих ресурсов, необходимых для выполнения проекта;

- развитие команды проекта - рост квалификации членов команды проекта и укрепление взаимодействия между ними с целью повышения эффективности исполнения проекта;

- управление командой проекта - контроль эффективности работы членов команды проекта, обеспечение обратной связи, решение проблем и координация изменений, направленных на повышение эффективности исполнения проекта [22].

Возглавляет процесс распределения ресурсов, формирования и развития команды IT-проекта, как правило, ресурсный менеджер проекта или функциональный руководитель подразделения компании. Управление командой проекта выполняет руководитель проекта. Часть функций управления может быть делегирована функциональным лидерам по направлениям проекта.

Как уже было отмечено при анализе существующих решений для управления персоналом практически все основные процессы могут быть автоматизированы при помощи существующих инструментов. Однако, на общем фоне резко выделяется процесс распределения сотрудников по проектам. В существующих системах эта задача решена списками сотрудников с фильтрацией по параметрам. Однако такое построение процесса не является оптимальным.

Зачастую же этот процесс строится на основе обычных договоренностей между линейными руководителями, когда им поступает заявка от проекта и они

выбирают сотрудников из своих подчиненных. Данный процесс продемонстрирован на рисунке 7. Основной проблемой в данном случае является изолированность данных, находящихся в ведении конкретных линейных руководителей. Из-за большой загруженности и прочих причин линейный руководитель может не обладать полными данными о сотрудниках, либо не предоставить их в полном объеме проекту. Это связано в первую очередь с большим количеством параметров, которые необходимо учесть при определении сотрудника на тот или иной проект. При этом у данного конкретного руководителя в подчинении могут находиться необходимые сотрудники [23].

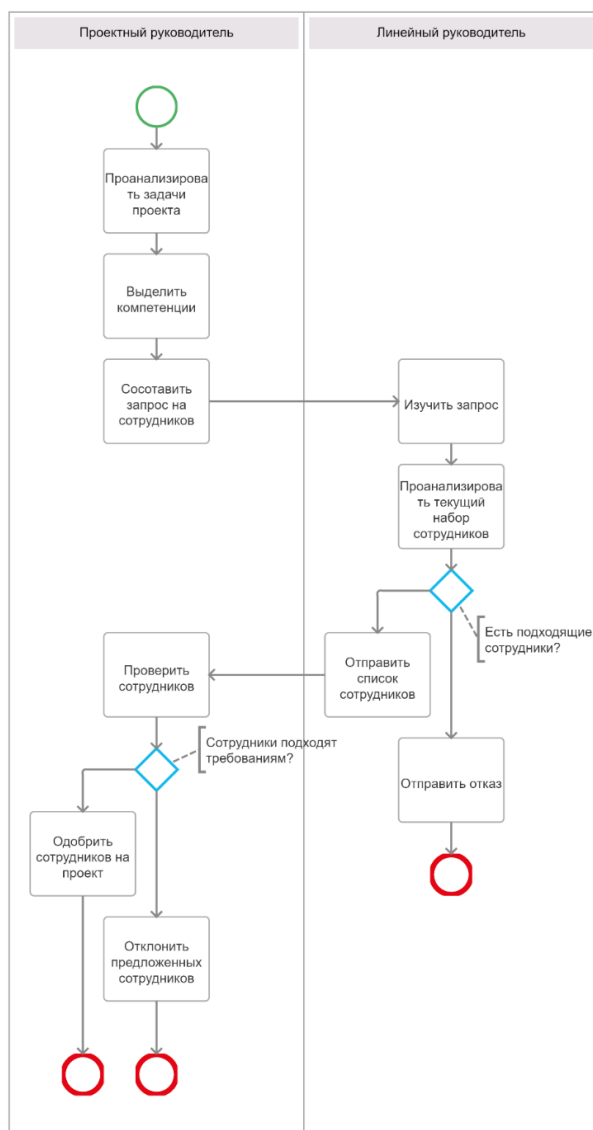


Рисунок 7 - Процесс набора сотрудников в команду "как есть"

Такой подход, во-первых, приводит к тому, что практически невозможно получить полную картину распределения кадровых ресурсов, так как полная информация о сотрудниках находится только у линейных руководителей, и необходимо обращаться напрямую к ним для ее получения. Во-вторых, из-за изолированности информации достаточно трудно определить эффективность использования ресурсов в целом.

Таким образом, в рамках данной работы стоит сделать упор на две задачи управления человеческими ресурсами: разработка плана распределения ресурсов и набор команды проекта.

По мере завершения определенных этапов проекта состав проектной команды может изменяться, в связи с изменением круга задач. Соответственно существует необходимость постоянного отслеживания изменений и оперативного реагирования на них [16].

Следует отметить, высокую вероятность возникновения внештатных ситуаций в процессе внедрения IT-проектов, вызванных влиянием внешней среды, сложностью планирования и нормирования работ IT-специалистов, недостаточным уровнем проработки технических требований, текучестью кадров и пр. В подобных условиях менеджеру необходимо максимально быстро реагировать на запросы проекта, обеспечивая задачи проекта наиболее эффективными исполнителями, без увеличения объема бюджета проекта, а также рисков, связанных со сроками и качеством выполняемых работ.

Таким образом, деятельность менеджера в части формирования команды, в конечном счете, нацелена на повышение эффективности исполнения проектов путем рационального распределения исполнителей в ходе выполнения отдельных заданий проекта. Достижение цели невозможно без поддержки данного процесса средствами информационных систем управления, поддержки принятия решений (далее — СППР), обеспечивающих менеджеров проекта необходимой и актуальной информацией на каждом шаге процесса. Особого внимания требует этап определения исполнителей для каждого задания проекта, где менеджеру необходимо принять решение в выборе наилучшей кандидатуры

для выполнения декомпозированных задач проекта и сформировать проектную команду. Для создания СППР необходимо проработать ряд основных методологических вопросов, а именно:

- выполнить разработку методики оценки компетенций исполнителей IT-проектов, учитывающей специфические компетенции отрасли;
- выбрать метод решения многокритериальных задач выбора для определения наилучшей альтернативы;
- выполнить построение информационного обеспечения поддержки принятия решений по рациональному распределению исполнителей при реализации IT-проектов.

Исходя из описанных выше условий процесс назначения сотрудника на проект можно описать как задачу оптимального выбора, подлежащую автоматизации в рамках создания СППР. Задача сформулирована следующим образом: для выполнения задания проекта по разработке и реализации IT-решений необходимо выбрать сотрудника из штатного состава или резерва компании, который выполнит данную задачу в минимальные сроки с необходимым качеством при оптимальных затратах из бюджета проекта.

Всего, исходя из рассмотренной модели, можно выделить следующие основные характеристики, на основе которых должно производиться распределение:

- доступность - возможность привлечения специалиста на проект в запланированные сроки;
- квалификация - наличие у потенциального члена команды квалификации, отвечающей требованиям проекта;
- опыт работы - наличие опыта выполнения работы, которую планируется закрепить за потенциальным членом команды;
- стоимость - величина оплаты труда потенциального члена команды.

Таким образом все эти характеристики должны отслеживаться ИС предприятия и должны быть применены в системе принятия решений. При этом



характеристики могут дополняться в зависимости от решаемых предприятием задач. Например, если одной из задач в рамках работы с персоналом является повышение квалификации сотрудников, возможно добавление пункта о наличии квот на малоопытных сотрудников, которые могли бы обучиться на проекте, работая вместе с более опытными коллегами.

При этом сама СППР может быть выполнена как в качестве самостоятельного решения, так и в качестве отдельного модуля для общей информационной системы предприятия. В рамках данной работы рассматривается решение, встраиваемое в существующую ИС, для получения полной картины влияния в работу предприятия.

## **2.2 Анализ методик формирования проектных команд**

Прежде всего в рамках работы необходимо произвести анализ методик решения задачи управления, для того чтобы в дальнейшем переложить их на программное решение практической задачи.

Самым простым из существующих решений является использование электронных таблиц. При данном подходе данные обо всех сотрудниках и проектах заносятся в электронные таблицы либо вручную, если объем данных не велик, либо автоматически, при импорте из внешних систем. Распределение сотрудников в таком случае производится ручным способом. При возникновении необходимости в наборе сотрудников на проект менеджер изучает списки сотрудников, координируется с проектными либо функциональными менеджерами. При этом в процессе анализа и отбора могут быть использованы различные метрики, некоторые из которых будут рассмотрены далее.

Главной проблемой при данном подходе является большое количество ручной работы и необходимость постоянной актуализации данных. Это может привести к тому, что в таблице будут содержаться некорректные данные, что наоборот замедлит процесс набора проектной команды.

Главным же достоинством такого подхода является простота его интеграции и использования. Проектным руководителям часто приходится сталкиваться с необходимостью использования электронных таблиц в рамках решения производственных задач. Соответственно данный инструмент для них является привычным, у них есть навыки взаимодействия с ним [12].

Для всех методик распределения характерны общие черты. Например, характеристики, используемые для вычисления того, подходит ли сотрудник. В IT отрасли обычно выделяют четыре основных группы навыков, которые в разной степени были бы важны для реализации проекта: технические навыки, административные навыки, навыки межличностного общения и лидерства, стратегические навыки. Полный перечень распределения навыков по группам представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Группы навыков

Группа	Навыки
Технические навыки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умение управлять проектом и его технологией,</li> <li>– оказание помощи в разрешении проблем проекта,</li> <li>– взаимодействие с техническим персоналом,</li> <li>– участие в достижении компромиссов,</li> <li>– понимание тенденций,</li> <li>– понимание основных задач маркетинга,</li> <li>– наличие навыков системного анализа.</li> </ul>
Административные навыки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– привлечение уникальных,</li> <li>– навыки эффективного общения,</li> <li>– умение делегировать полномочия,</li> <li>– ведение переговоров.</li> </ul>
Навыки межличностного общения и лидерства	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оказание помощи в решении проблем,</li> <li>– построение многофункциональной команды,</li> <li>– определение целей,</li> <li>– получение поддержки высшего руководства,</li> <li>– мотивация членов команды,</li> <li>– управление конфликтами.</li> </ul>
Стратегические навыки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– стратегическое планирование,</li> <li>– принятие стратегических решений,</li> <li>– умение работать в условиях риска.</li> </ul>

При этом для разных категорий сотрудников приоритетны разные категории навыков. Для этого при формировании сводки данных о проекте создаются реестры навыков. Пример подобного реестра представлен в таблице 4. Реестры навыков составляются для каждой группы сотрудников, требуемых для работы над проектом. Например, для проектного руководителя, архитектора, разработчиков или специалистов по контролю качества. Критичность навыков для различных групп сотрудников определяется исходя из различных условий. Так, например, для руководителя она определяется масштабом и организационной структурой проекта [15].

Таблица 4 - Пример составления реестра навыков

Категории и компоненты навыков	Критичность
<p>Технические навыки (категория I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные знания SAP ERP HCM,</li> <li>– оказание помощи в разрешении проблем,</li> <li>– взаимодействие с техническим персоналом,</li> <li>– облегчение достижения компромиссов,</li> <li>– интеграция технических, деловых и человеческих целей,</li> <li>– системное мышление,</li> <li>– понимание технологий и трендов (тенденций),</li> <li>– понимание прикладных задач маркетинга и применение продукта,</li> <li>– сплочение технической команды.</li> </ul>	Очень важно
<p>Административные навыки (категория II):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность к эффективному общению (устному и письменному),</li> <li>– способность к эффективному делегированию обязанностей (от старших к младшим),</li> <li>– минимизация изменений,</li> <li>– понимание политик и рабочих процедур.</li> </ul>	Важно

Список навыков может быть определен на основе профессиональных стандартов в области информационных технологий. Распределение навыков зависит от уровня административной ответственности. Рейтинг критичности смещается от "технических" в сторону "административных", а затем в сторону "межличностного общения" и "стратегических навыков" по мере роста

административной ответственности. Соответственно проектный руководитель должен одновременно обладать техническими, административными и коммуникационными навыками, в то время как для рядового участника проекта наиболее критичны именно технические навыки, а все остальные отходят на второй план.

По завершении формирования реестра навыков на его основе формируется сводная таблица по каждому сотруднику с оценкой его компетенций. Полученные оценки непосредственно используются при формировании проектных команд. Так, например, если проект является наиболее приоритетным для компании и его финансирование достаточно, то на него можно направить специалистов высокой квалификации, если же финансирование проекта недостаточно или проект является менее приоритетным, то состав проектной команды можно «разбавить» менее квалифицированными сотрудниками для повышения уровня их навыков и экономии средств.

Если рассматривать данный алгоритм на примерах реализации с использованием электронных таблиц, то чаще всего системы построенные таким образом состоят из набора объемных таблиц, связанных растущими из года в год макросами. Таким образом, в какой-то момент в организации возникает необходимость перехода к более продвинутым инструментам. Такими инструментами являются Project & Portfolio Management (PPM). Чаще всего, переход к данным системам производится либо непосредственно с системы электронных таблиц, либо с множества разрозненных подсистем. Реже в компании нет ничего такого вообще, и требуется перейти к новому уровню [10].

PPM используют в своей основе тот же подход, что был описан выше, но реализуют его с большей степенью автоматизации. При этом PPM глубоко интегрируется в ИС предприятия и способна обрабатывать большие объемы данных в автоматическом режиме. В целом, данные системы решают широкий спектр задач:

– централизация информации - PPM системы позволяют объединить данные по проектам, ресурсам и задачам в единую систему, что упрощает их анализ и управление;

– улучшение планирования - PPM системы позволяют оценить объем работы и необходимое количество ресурсов, что помогает определить сроки выполнения проектов и планировать бюджет;

– оптимизация использования ресурсов - PPM системы позволяют оптимизировать использование кадровых ресурсов, выделять их наиболее эффективное использование, а также предотвращать перегрузку;

– улучшение коммуникации - PPM системы позволяют улучшить коммуникацию между членами команды проекта, ускорить процесс принятия решений и повысить прозрачность проектных процессов;

– анализ проектных рисков - PPM системы позволяют анализировать риски проектов и принимать меры по их снижению, что помогает предотвращать потери и повышает вероятность успешного завершения проекта;

– управление портфелем проектов - PPM системы позволяют руководству предприятия получать общую картину по всем проектам, что упрощает принятие решений, связанных с распределением ресурсов и инвестированием в проекты.

В рамках задачи планирования и распределения ресурсов PPM взаимодействует с HR системой, CRM и прочими. Пример схемы интеграции систем представлен на рисунке 8. Как можно видеть, в работу системы управления проектами включены практически все основные системы предприятия.

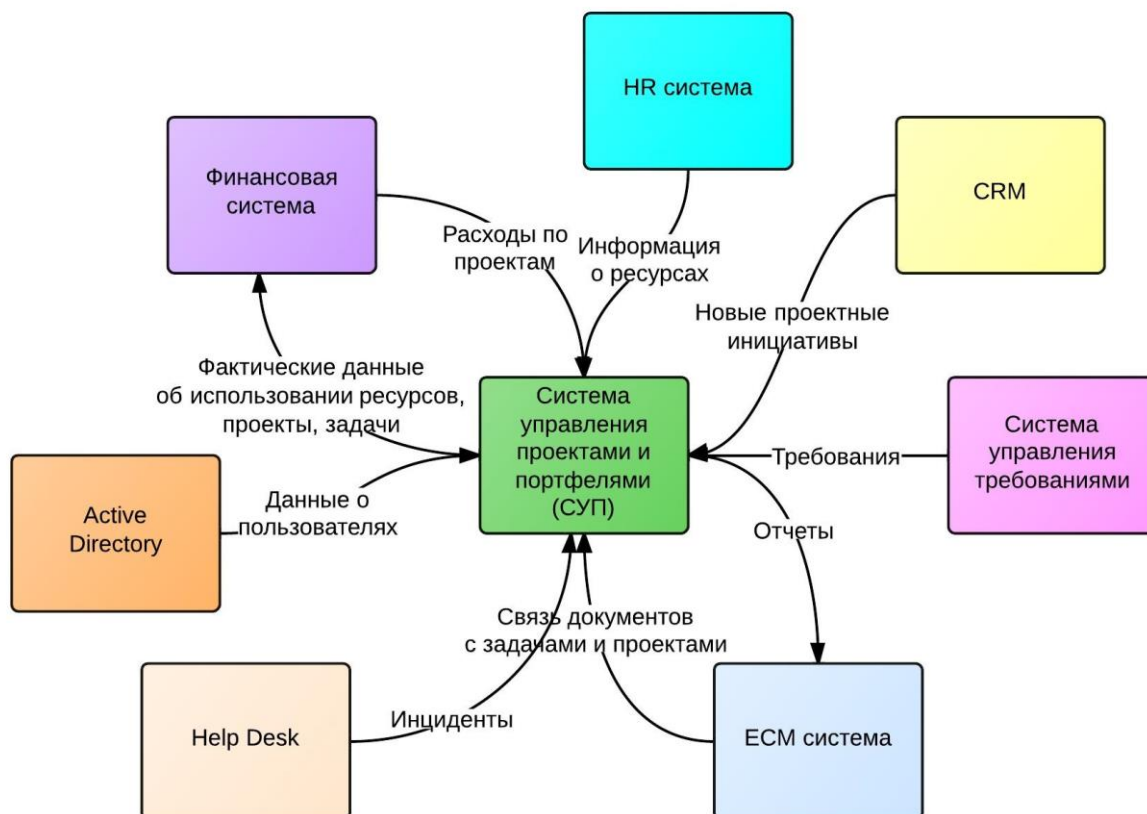


Рисунок 8 - Схема взаимодействия систем предприятия

При этом, в большинстве случаев подобные системы имеют модульную структуру. Это значит, что в процессе их использования и поддержки существует возможность расширения, путем подключения дополнительных модулей. В рамках текущего исследования будут рассматриваться модули, применяемые непосредственно для решения задачи управления персоналами.

Таким образом, использование PPM систем в рамках исследования по управлению кадровыми ресурсами может помочь повысить эффективность управления проектами и ресурсами, снизить риски и повысить вероятность успешного завершения проектов.

## 2.3 Формулировка стандартного алгоритма распределения

Для изучения возможности модернизации существующих систем необходимо прежде всего сформулировать общий алгоритм подбора сотрудников, согласно определенной ранее задаче.

Согласно ранее описанным методикам для решения задачи распределения необходимо иметь представление обо всех проектах и сотрудниках компании. За анализ этих данных отвечают отдельные модули, из которых модуль распределения сотрудников получает все необходимые данные.

Информация о проекте должна содержать данные о квалификациях, которые необходимы для его выполнения, текущее состояние проекта (степень завершенности, планируемое время завершения и т.д.), данные о сотрудниках, задействованных на проекте. Информация о сотрудниках должна содержать данные о компетенциях сотрудника, уровне компетенции, опыте работы.

Исходя из описанных вводных, функция распределения строится на основе данных о сотрудниках и требованиях проекта. Необходимо сопоставить эти данные так, чтобы распределение было наиболее оптимальным, т.е. при минимальных затратах ресурсов получить максимальную скорость выполнения задач.

Прежде всего определим функцию времени, необходимого для выполнения поставленной задачи -  $T(Z, S)$ , где:

–  $Z = \langle V, C, K_{\text{треб}} \rangle$  - кортеж, описывающий объем работ ( $V$ ), необходимый для реализации определенного компонента системы ( $C$ ) с требуемым уровнем компетенции ( $K_{\text{треб}}$ );

–  $S = \langle O, C, K_{\text{тек}} \rangle$  - кортеж с данными о сотруднике, где  $O$  – общие сведения о сотруднике,  $K_{\text{тек}}$  – текущий уровень компетенции;

–  $C = \langle C_1, C_2, \dots, C_m \rangle$  - кортеж, описывающий компоненты системы.

–  $K = \langle K_1, K_2, \dots, K_n \rangle$  - кортеж, описывающий оценку текущей или требуемой компетенции сотрудника, такие как владение различными инструментами, знание иностранных языков и так далее [10].

В рамках решения задачи оптимального распределения время выполнения задач  $T$  должно быть сведено к минимуму, должен быть выполнен весь объем работ с требуемым уровнем качества, квалификация персонала должна соответствовать требованиям и условиям проекта. Таким образом, задачу оптимального распределения сотрудников можно описать следующим образом:

$$\begin{cases} T(Z, S) \rightarrow \min \\ Z(V, C, K_{\text{треб}}) \geq Z_0(V, C, K_{\text{треб}}) \\ K_{\text{тек}} \rightarrow K_{\text{треб}} \end{cases} \quad (1)$$

где  $Z(V, C, K_{\text{треб}})$  – искомая задача [21].

Архитектура программной реализации данной системы, в таком случае включает три основных модуля: модуль проектного управления, модуль оценки компетенций сотрудников и непосредственно модуль распределения. Подробная структура СППР представлена на рисунке 9.



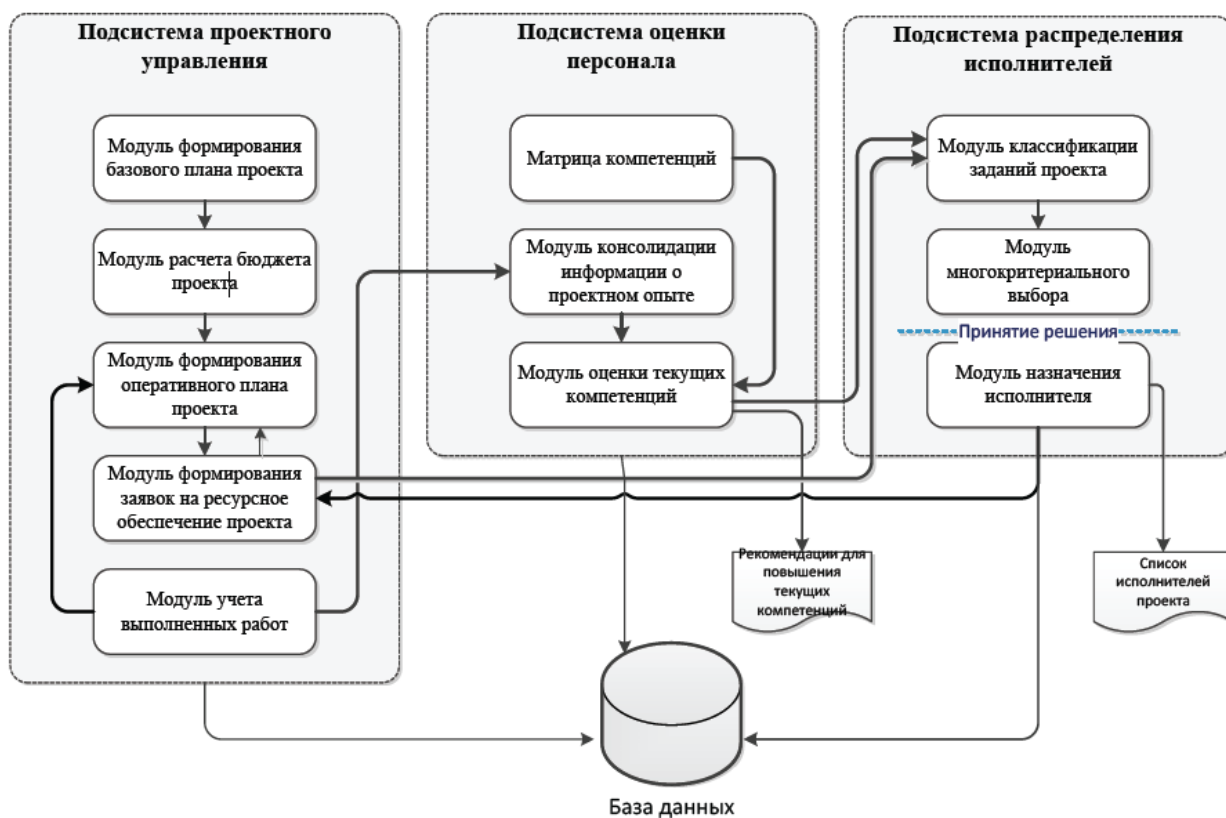


Рисунок 9 - Архитектура СППР

Описанный подход наиболее близок к тому, что используется в популярных системах распределения сотрудников. Однако, в IT отрасли существует значительная проблема в определении четкой специализации сотрудника, так как одновременно он может обладать сразу несколькими навыками с различным уровнем компетенции. Также стоит учитывать необходимость применения лимитов времени задействования работников на проектах. Частая смена сотрудником проектов будет негативно сказываться на его производительности, так как изучение всех аспектов проекта может занять до нескольких месяцев, в зависимости от его объема, сложности и качества документации. Таким образом, в обновленной модели необходимо предусмотреть выделенные проблемы существующей системы.

При использовании любого из описанных подходов необходимо также использовать корректирующие коэффициенты. Так как характеристики

сотрудников неоднородны их необходимо приводить к средним показателям для сохранения баланса в планировании ресурсов. Коэффициенты для регулирования влияния показателей на общий результат. Методика расчета этих коэффициентов будет рассмотрена в дальнейших разделах.

## **2.4 Разработка обновлённого алгоритма**

В обновленном алгоритме вводные данные те же самые, что и в базовом. То есть существует три модуля, один из которых непосредственно отвечает за распределение персонала.

Основным отличием в водных данных является измененный учет компетенций сотрудника. Необходимо иметь четкое понимание в каких областях сотрудник имеет экспертизу и уровень этой экспертизы. Это можно сделать, разделяя компетенции по приоритетам. Например, сотрудник долгое время работал с языком программирования (ЯП) C++ и владеет им на высоком уровне, соответственно для наибольшей эффективности его стоит направлять на проекты именно с этим инструментом. Однако если он также работал с языком java, но имеет меньшую квалификацию, имеет смысл определить его на проект, использующий этот ЯП для повышения квалификации сотрудника.

Также исходя из определенных ранее условий необходимо добавить возможность учета ограничений по времени пребывания сотрудника на проекте. Например, можно установить ограничение на перемещение сотрудника, если он проработал на проекте меньше месяца или больше полугода. Эти ограничения задаются индивидуально для каждой организации в зависимости от реализуемых в ней проектах.

Таким образом, можно построить обновленную модель, внося необходимые корректировки в описанный ранее алгоритм, путем решения выделенных проблем исходного решения.

В первую очередь необходимо переработать работу с кортежем  $S = \langle S_1, S_2, \dots, S_m \rangle$ . В исходном алгоритме распределения производилось именно на

основе компонент, которые было необходимо реализовать. Проблема в том, что каждый из компонент может быть комплексным и, возможно, было бы эффективнее выделять базовые компетенции и производить более точное распределение работ между сотрудниками по их компетенциям. Соответственно необходимо определить новый кортеж, который бы содержал совокупность отдельных компетенций, требуемых для завершения проекта. При этом его можно представить как разбиение и группировку элементов кортежа  $C$ . То есть элементы  $C_m$  разбиваются на отдельные компетенции, необходимые для их реализации, затем все компетенции группируются для определения их количественного состава. Таким образом можно решить сразу две задачи. Во-первых, это позволит определить коэффициенты, благодаря которым можно определить в каком количестве требуются специалисты с теми или иными навыками. Во-вторых, это позволит отслеживать изменения этих показателей, так как по завершении каждого компонента пропорции будут меняться. То есть итоговый кортеж выглядит как  $N = \langle N_1 * k_1, N_2 * k_2, \dots, N_m * k_m \rangle$ , где  $k_m$  – коэффициент, отражающий количественную необходимость данной компетенции [18].

Исходя из изменений в способе оценки объема навыков, необходимо внести изменения в кортеж компетенций сотрудника. Данный кортеж так же должен включать дополнительные коэффициенты, позволяющие оценить уровень квалификации сотрудника, для того чтобы распределить сотрудников согласно объему работ, который они способны выполнять за единицу времени.

Таким образом информация о сотруднике будет вместо простого списка компетенций содержать еще и уровень владения ими. В самом простом случае оценивать уровень владения компетенций можно как базовый, оптимальный и продвинутый. Так же можно для простоты реализации на программном уровне ввести нулевой показатель. Исходя из этого можно представить уровни владения навыком по шкале от 0 до 3. Однако на практике 3 специалиста с базовым уровнем знаний не сделают ту же работу, что один с продвинутым. Соответственно необходимо чтобы проектная команда была сбалансирована, то

есть в проектной команде медианную долю должны занимать специалисты с оптимальным уровнем квалификации, что можно выразить через систему неравенств  $\begin{cases} M \geq kL \\ M \geq kH \end{cases}$ , где  $M$  – количество специалистов с оптимальным уровнем квалификации,  $L$  и  $H$  – количество специалистов с базовым и продвинутым уровнем соответственно,  $k$  – коэффициент пропорциональности. Соответственно, если коэффициент пропорциональности равен 1,5, то при 2-х специалистах базового уровня на проекте должно быть не менее 3-х, специалистов оптимального уровня и не более 3-х – продвинутого. Данная пропорциональность может меняться в зависимости от условий проекта, однако в любом случае должна сохраняться сбалансированность команды и не должно быть значительного перевеса в количестве специалистов различной квалификации. Также стоит учитывать и другие факторы, например уровень занятости сотрудника. Очевидно, что специалист с высоким уровнем владения компетенцией, работающий на неполную занятость будет выполнять меньший объём работ, что можно отразить в корректировке его коэффициентов.

Итоговые вводные задачи распределения будут выглядеть следующим образом:

- $Z = \langle V, C, K_{\text{треб}} \rangle$ ;
- $S = \langle O, C, K_{\text{рек}} \rangle$ ;
- $C = \langle C_1, C_2, \dots, C_m \rangle$ ;
- $N = \langle N_1 * k_1, N_2 * k_2, \dots, N_m * k_m \rangle$ ;
- $K = \langle K_1 * k_1, K_2 * k_2, \dots, K_m * k_m \rangle$ .

Из обновленных вводных данных следует, что искомая задача принимает вид:

$$\begin{cases} T(Z, S) \rightarrow \min \\ Z(V, C, K_{\text{треб}}) \geq Z_0(V, C, K_{\text{треб}}) \\ K_{\text{тек}} \rightarrow K_{\text{треб}} \\ M \geq kL \\ M \geq kH \end{cases} \quad (2)$$

В полученном алгоритме устранены проблемы базового алгоритма управления ресурсами.

## 2.5 Планирование найма сотрудников

Как уже было отмечено выше, необходимо чтобы формируемые команды были сбалансированы. Поэтому необходимо регулярно проводить анализ результатов работы алгоритма для выделения дисбаланса в кадровом составе предприятия.

Например, если в процессе работы алгоритма на регулярной основе не выполняется условие сбалансированности команды, характеризующееся коэффициентом  $M$  – это может значить, что в организации существует перекос в какую-либо сторону. Выявление этого несоответствия позволяет составить более корректный план найма, который включает в себя список требуемых специалистов, описание их роли и ответственности в проекте, требуемые квалификации, уровень оплаты и прочие условия труда. При выборе кандидатов следует учитывать соответствие их профессиональных навыков и опыта требованиям проекта, а также соответствие другим факторам, определенным в плане найма.

Однако следует учитывать факторы, которые могут повлиять на процесс найма, такие как доступность рынка труда, уровень конкуренции на рынке, бюджет проекта и другие факторы.

Это означает, что, если найм необходимых сотрудников физически невозможен из-за условий рынка труда, необходимо вносить корректировки уже

в алгоритм формирования команд. По этой причине и необходимы корректирующие коэффициенты, позволяющие гибко настраивать вывод алгоритма в зависимости от внешних условий. Детально процесс планирования найма сотрудников представлен на рисунке 10.

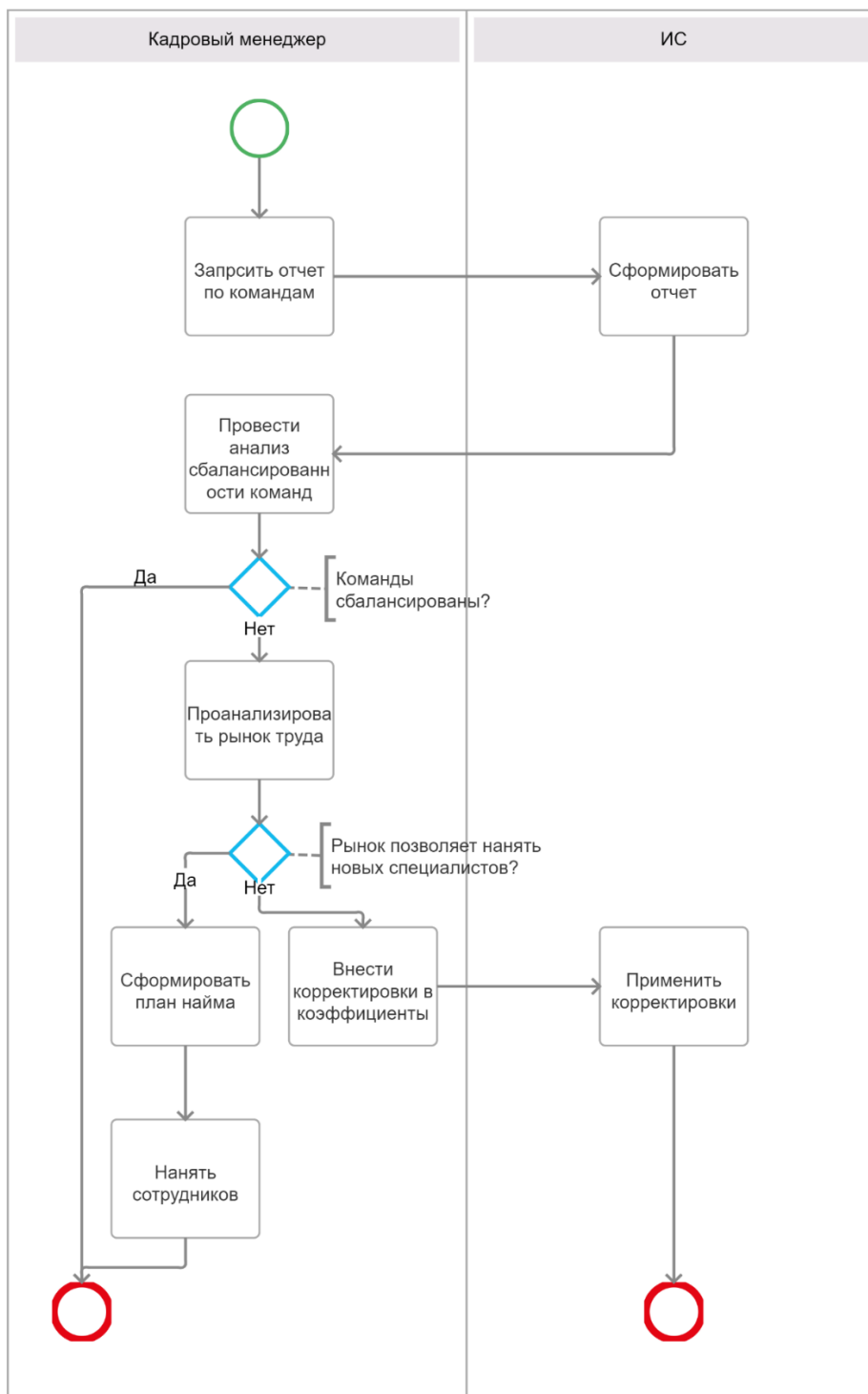


Рисунок 10 - Планирование найма сотрудников

В данной работе не будет рассматриваться непосредственно процесс анализа рынка труда, однако будут предложены решения для оперативного внедрения изменений в систему, для обеспечения ее гибкости.

## **Выводы к главе 2**

В данной главе была рассмотрена задача распределения сотрудников по проектам в IT компании.

В первой части рассмотрены подходы к решению задачи распределения кадровых ресурсов между проектами, применяемые в организациях различного уровня. Проведен анализ общего алгоритма, рассмотрены простейшие примеры реализации отдельных частей алгоритма.

Во второй части произведено математическое описание алгоритма, выявлены его слабые стороны, определены пути его модернизации.

Было выявлено, что существующие решения не обладают достаточной точностью и не учитывают некоторые аспекты характеристик сотрудников и проектов, а именно, вычисление объема работ по отдельным компетенциям и сбалансированность команды.

Безусловно, в отдельных компаниях данные аспекты учтены, однако эта практика не является повсеместной и необходимо выделить максимально универсализированное решение.

В рамках дальнейших исследований необходимо произвести моделирование информационной системы, которая бы применяла обновленный алгоритм для решения задачи распределения кадров. На основе полученной модели можно будет сделать вывод об эффективности алгоритма.

## **Глава 3 Разработка модели системы управления персоналом**

### **3.1 Построение модели бизнес-процессов ИС**

Отдельные элементы ИС управления персоналом уже рассматривались в предыдущих разделах. В рамках данного раздела необходимо систематизировать все элементы и построить из них единую структуру. В рамках текущей задачи основным рассматриваемым элементом является система управления проектами. Еще одним важным элементом является HR или ERP система, содержащая данные обо всех сотрудниках. Также в процессе участвует система управления финансами, для управления финансовой составляющей проектов и компании в целом, так как это напрямую влияет на количество и качество ресурсов, которые можно задействовать. Система распределения ресурсов использует данные всех трех компонентов и должна быть интегрирована в общую ИС. Таким образом необходимо смоделировать бизнес-процессы и выделить процессы обмена данными между системами.

В первую очередь для процесса управления сотрудниками была составлена диаграмма прецедентов (рисунок 11). Основные действующие лица данного процесса кадровый менеджер, проектный и линейный руководители и непосредственно ИС управления. Основные задачи ИС заключаются в обработке и отображении данных о сотрудниках, которые вводятся остальными действующими лицами. Обработка включает процессы формирования статистики по всем сотрудникам и процессы распределения сотрудников по проектам.



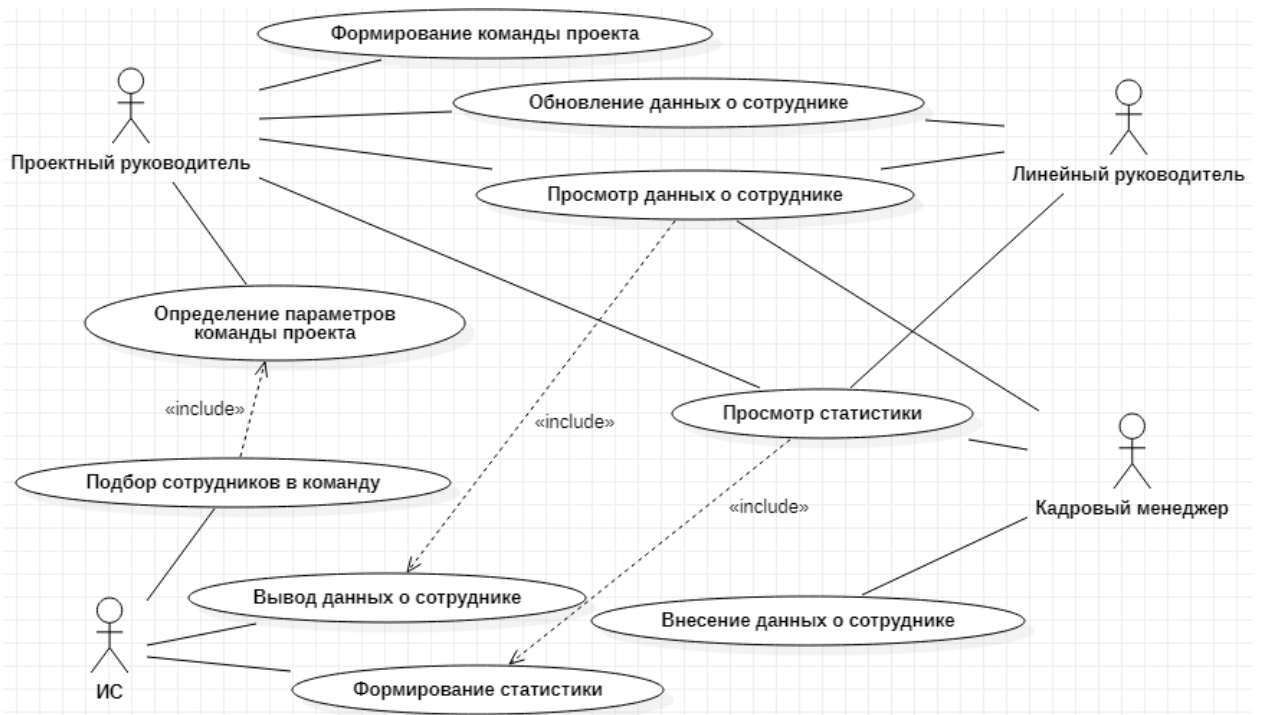


Рисунок 11 - Диаграмма прецедентов процесса управления сотрудниками

На рисунке 12 представлена диаграмма бизнес-процесса внесения данных о сотруднике в информационную систему. Иницирующим является бизнес-процесс заполнения данных о сотруднике. Как только принимается решение о найме сотрудника сотрудник отдела кадров вносит его в базу ERP системы и заполняет данные на основе документов, поданных при найме. Затем сотрудник дополняет информацию, например, данные о его дополнительных навыках, сертификатах и т.д. Помимо этого техническим специалистом вносятся данные о квалификации сотрудника. В последствии вся эта информация обновляется. Все данные сохраняются в базе данных ERP системы, откуда в дальнейшем могут быть получены для дальнейшей обработки.

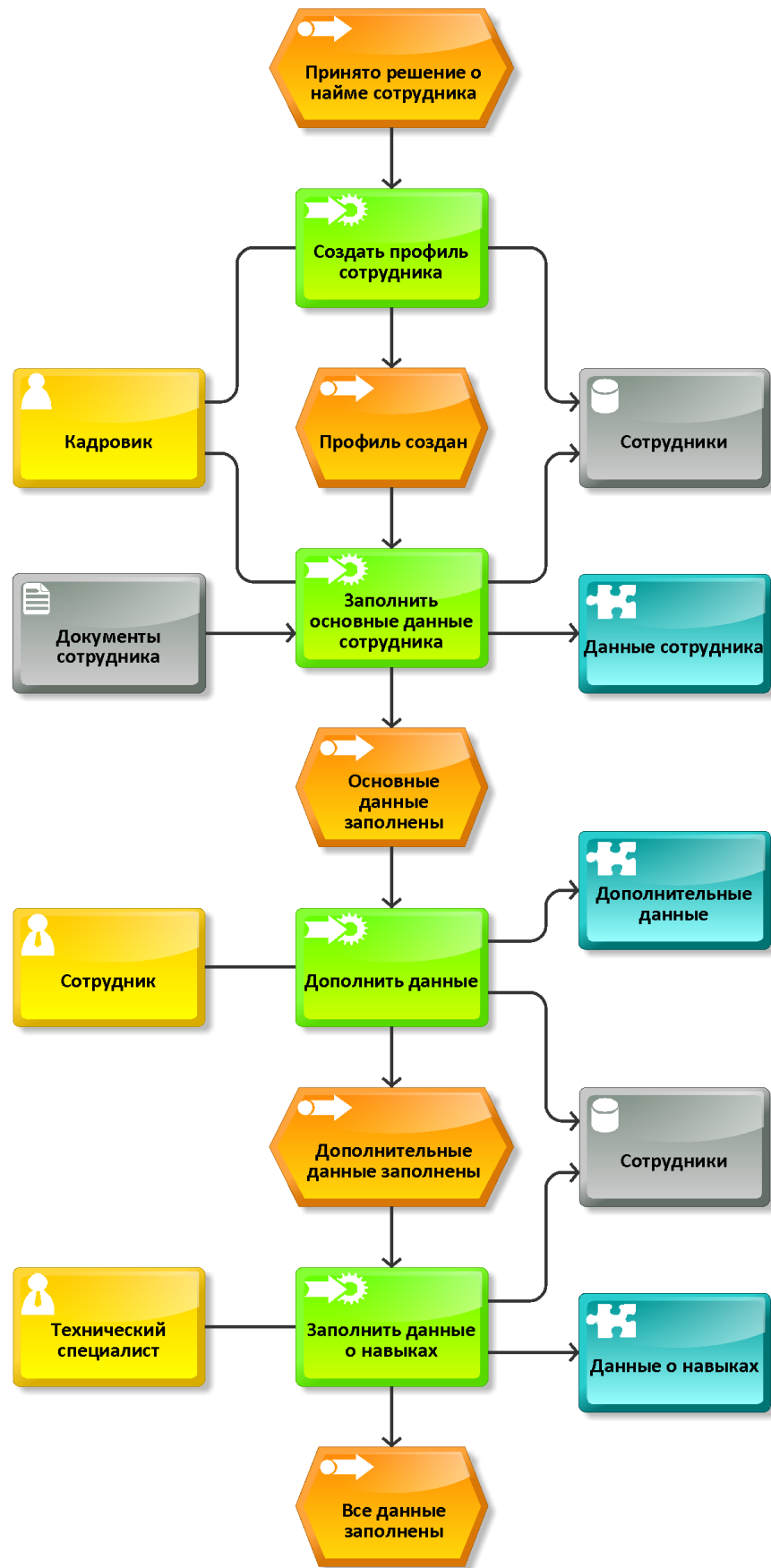


Рисунок 12 - ARIS диаграмма процесса заполнения данных о сотруднике

Помимо этого, информация о сотруднике сохраняется в системе бухгалтерского учета. Система бухгалтерского учета содержит информацию об оплате труда, отпусках, налогах и социальных отчислениях и о кадровых перемещениях. Все эти данные необходимы для эффективного управления кадровыми ресурсами, при расчете бюджета проекта, подборе сотрудников.

Инициализация проекта является линейным процессом (рисунок 13). Проект инициализируется заказчиком, который направляет требования в организацию. Эти требования собираются, оформляются и сохраняются во внутренней системе организации. Далее технический руководитель проводит анализ требований, производит разработку план-проекта и оформляет проектную документацию. Когда этот процесс завершен производится передача всей документации проектному руководителю, задачей которого является набор команды для выполнения проекта. Проектный руководитель разделяет общую задачу на подзадачи выделяет какие отделы должны быть задействованы, какие компетенции необходимы для выполнения задач.

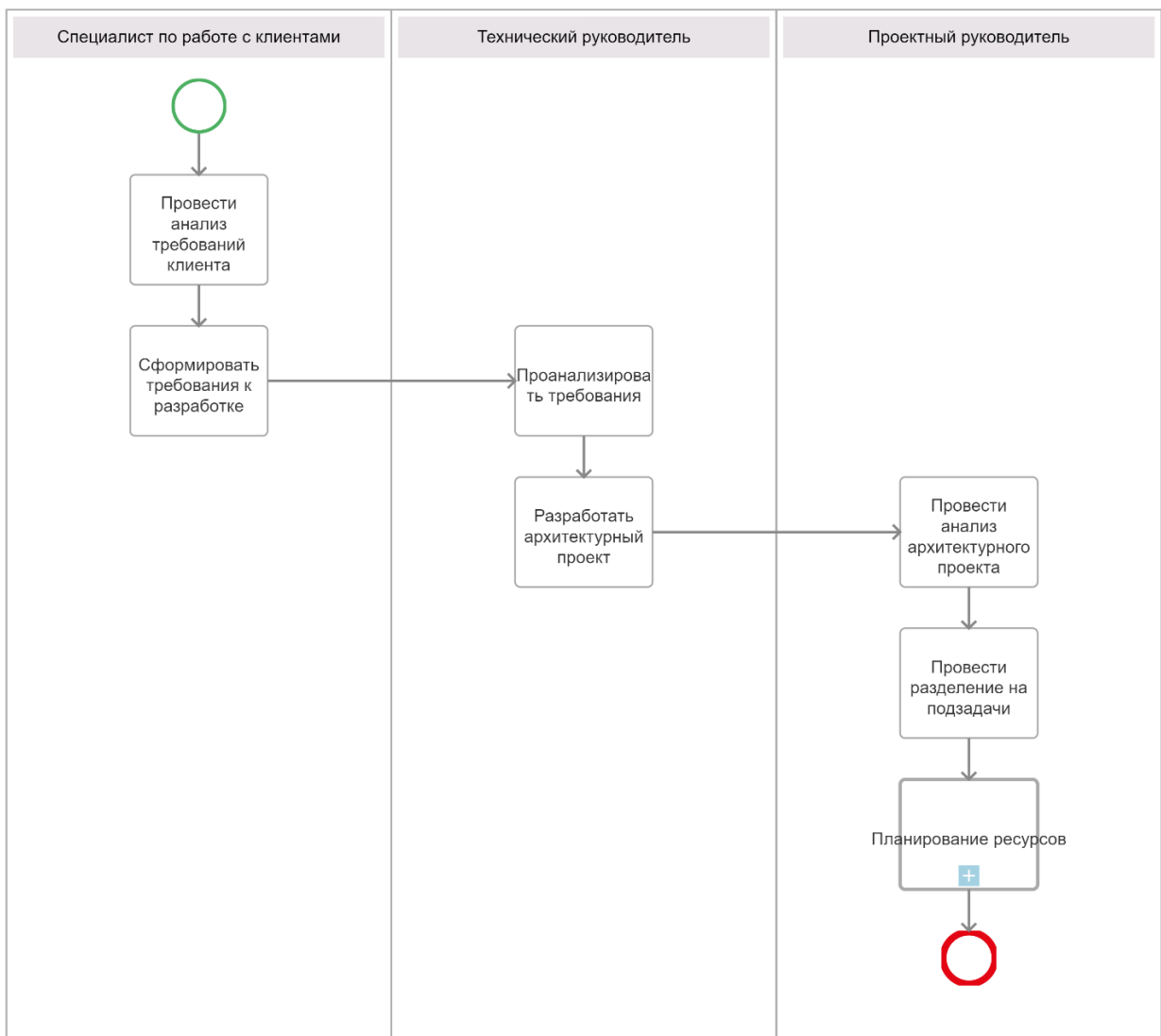


Рисунок 13 - Инициализация проекта

Непосредственно процесс подбора персонала представлен на рисунке 14. Проектный руководитель подбирает критерии для сотрудников вносит их в информационную систему, которая после обработки данных выдает список подходящих сотрудников. Далее руководитель должен выбрать сотрудников из списка, ориентируясь на общую информацию, на опыт работы с этими сотрудниками при наличии, а также на отзывы других руководителей, у которых на проектах были заняты сотрудники. Когда сотрудники набраны, весь список вносится в систему, которая производит проверку на лимиты бюджета. Если лимиты не соблюдены, например на небольшой проект выбраны специалисты

высокого уровня с большим уровнем оплаты труда, система возвращает список для корректировки. Если же все условия соблюдены, формируется заявка на перевод сотрудников на проект. Таким образом, после одобрения всех заявок данные о текущем проекте сотрудников меняются в ERP системе. На разных этапах работы над проектом процесс может повторяться если необходимо набрать новых сотрудников с другими компетенциями.

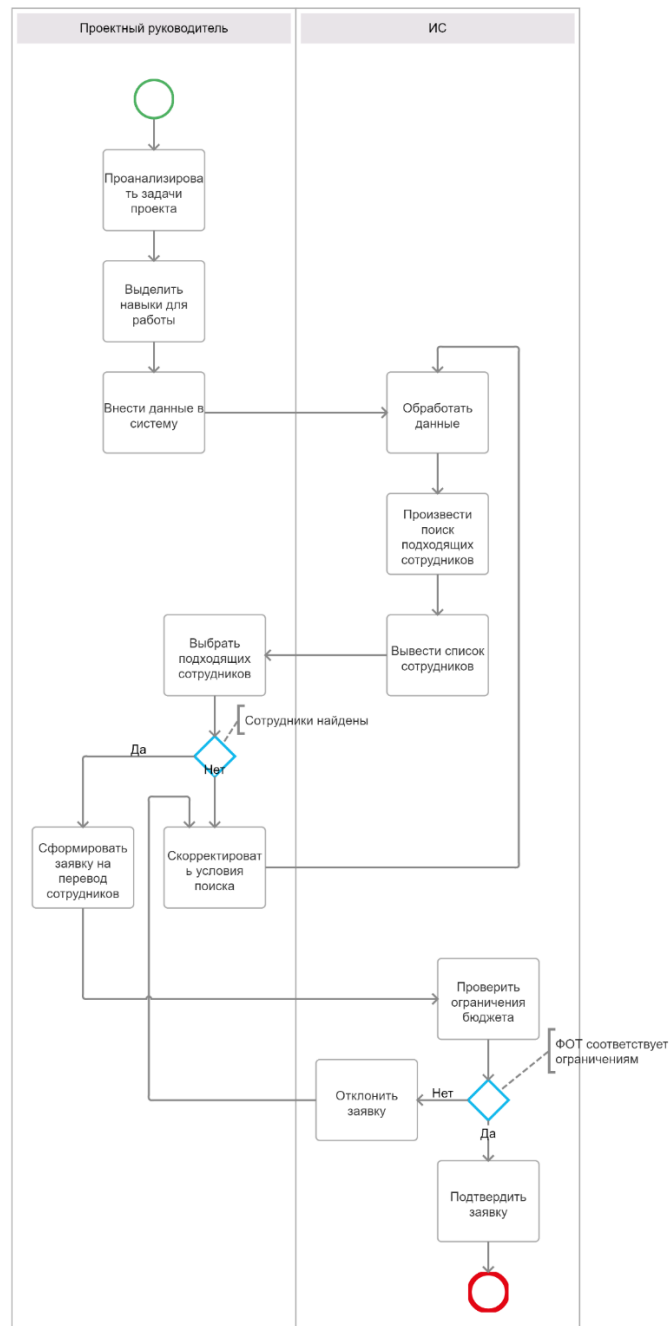


Рисунок 14 - Формирование команды проекта

Основной обязанностью проектного руководителя в данном случае является отслеживание потребностей проекта. Если возникает потребность в наборе дополнительных сотрудников, необходимо инициировать процесс перевода специалистов на проект. Если же какой-то этап работ завершается и необходимость в отдельных сотрудниках либо становится меньше, либо пропадает совсем, руководитель должен установить соответствующий статус сотрудника чтобы он мог быть переведен на новый проект.

### **3.2 Построение модели компонентов ИС**

Как было рассмотрено ранее, наиболее оптимальным решением для рассматриваемой задачи является внедрение систем, подобных PPM. Эти системы в большинстве случаев имеют модульную структуру и включают в себя несколько подсистем. В рамках текущего раздела будут рассмотрены только отдельные компоненты, которые непосредственно связаны с решением задачи управления персоналом, но общая архитектура в масштабе является схожей.

В процессах управления персоналом задействованы несколько основных подсистем:

- ERP система, как основная ИС предприятия, содержащая данные обо всей деятельности и выступающая в качестве агрегатора данных из подсистем ИС;
- подсистема управления кадрами, в рамках которой создается профиль сотрудника, производится обновление данных о нем, хранится информация о квалификации, отпусках и прочие данные о сотруднике, генерируемые в рамках деятельности предприятия;
- подсистема управления проектами, в которой содержатся данные о проекте, основные его документы, задействованные сотрудники и решаемые задачи;

– система управления финансами для управления бюджетом проекта и формирования фонда оплаты труда.

Структура модуля ИС для решения задачи управления персоналом представлена на рисунке 15. Сервер информационных систем содержит основные системы предприятия, в которые входят ERP система и система бухгалтерского учета. Помимо этого, на данном сервере развернут шлюз, необходимый для получения доступа ко всем системам и получения данных из них. Сервер подсистем содержит модули, входящие в основную информационную систему предприятия. В рамках задачи управления персоналом рассматриваются подсистемы управления кадрами и подсистема управления проектами. На сервере баз данных развернуты базы данных всех систем и подсистем.

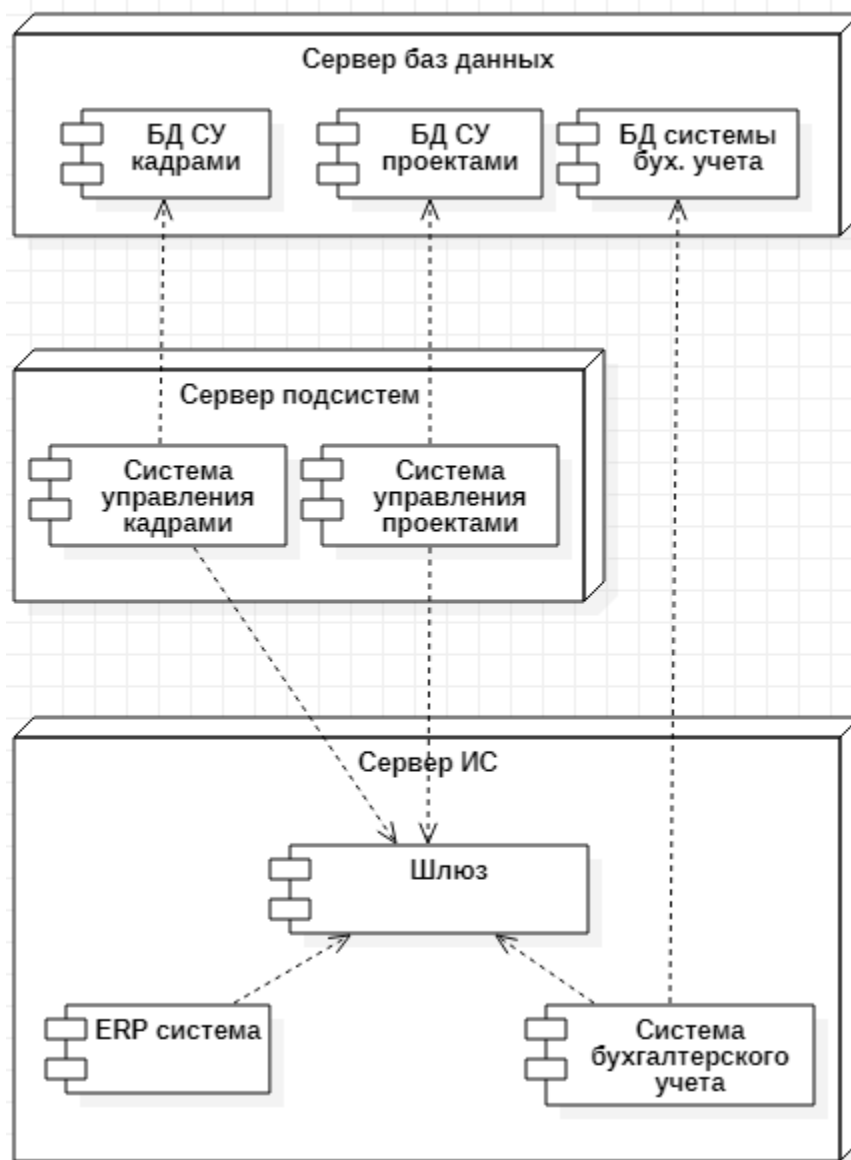


Рисунок 15 - Диаграмма компонентов системы

В зависимости от задач и общей структуры информационной системы предприятия модель может изменяться. Так, например, для увеличения надёжности базы данных могут быть развернуты на разных физических машинах, а также быть продублированы. Архитектура должна утверждаться специалистами организации, отвечающими за разворачивание и поддержку компонентов ИС.

При рассмотренной архитектуре, взаимодействие компонентов будет организовано следующим образом (рисунок 16):



- взаимодействие пользователя с системой производится через графический интерфейс ERP системы;
- система отправляет запросы через шлюз в подсистемы и комбинирует полученные данные в удобный для пользователя формат;
- каждый модуль взаимодействует со своим хранилищем данных, куда записываются запросы от других модулей, так же через шлюз.

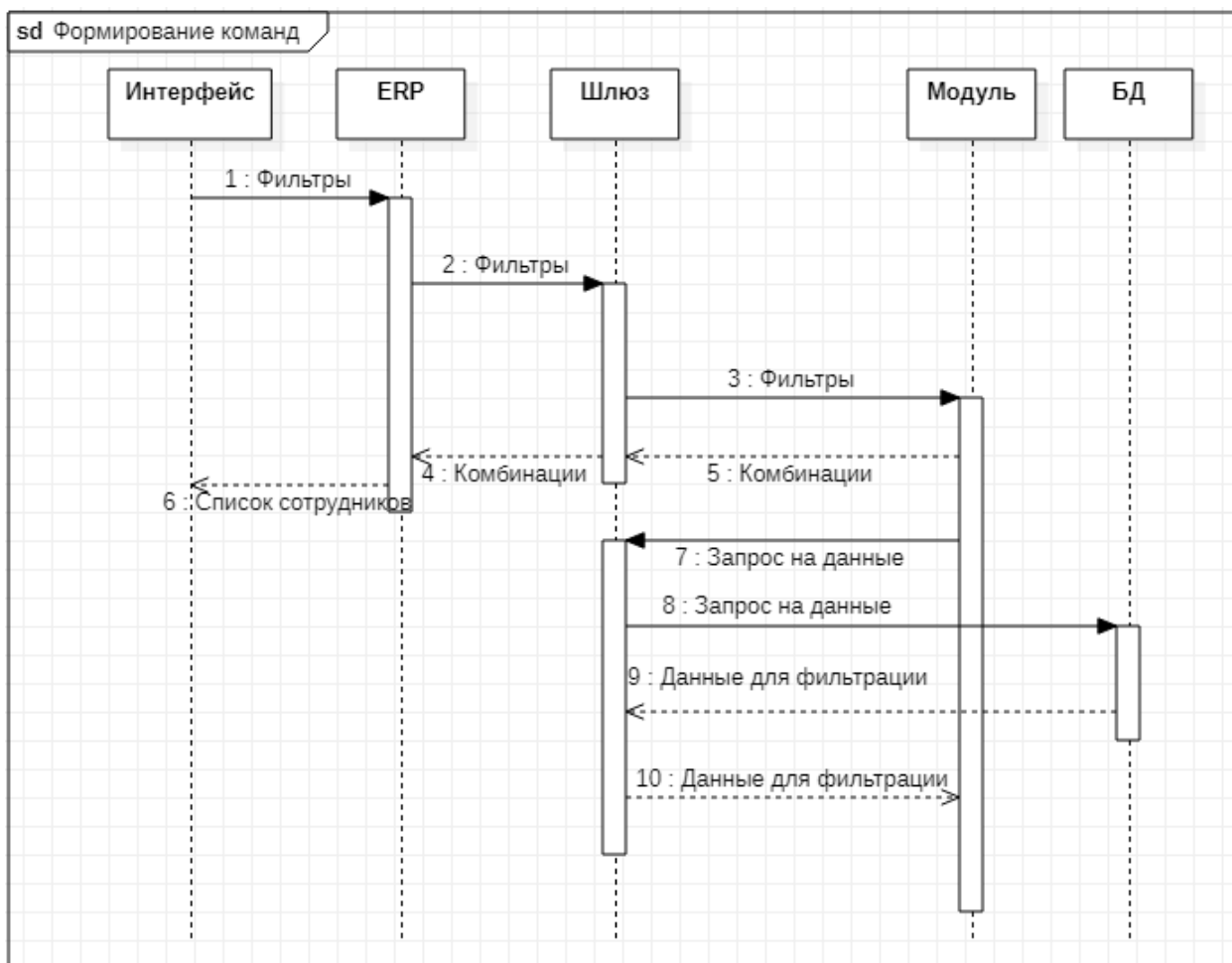


Рисунок 16 - Взаимодействие компонентов системы

Таким образом, в представленной архитектуре существует два вида взаимодействия: пользователь – ERP и модуль – шлюз. Такая архитектура расширяема и позволяет, не внося изменения в общую архитектуру, подключать

дополнительные модули, одним из которых и является, рассматриваемый в работе модуль распределения сотрудников.

### 3.3 Разработка алгоритмической модели

Как было определено ранее, решение задачи распределения сотрудников в основе представляет комбинаторную задачу, на поиск наиболее оптимальной комбинации, которая будет представлять наилучшее соотношение квалификации сотрудников для решения проектных задач, в рамках ограничений бюджета и ограничений по количеству кадров. Таким образом, на вход должны подаваться данные о необходимых компетенциях и данные об ограничениях по бюджету и количеству сотрудников. Возвращать алгоритм должен список сотрудников, с наиболее оптимальными показателями.

Функция распределения принимает на вход список свободных сотрудников организации, параметры отбора и ограничения по бюджету и количеству сотрудников. Далее производится фильтрация тех сотрудников, которые не обладают нужными компетенциями. С полученным списком и должен работать конечный алгоритм.

Таким образом функция принимает следующий вид:

$$\begin{cases} B(C_{\phi}, K) \leq B_{\text{треб.}} \\ K \rightarrow \max \\ N \rightarrow N_{\text{треб.}} \end{cases} \quad (3)$$

где  $C_{\phi} = \langle C_1, C_2, C_3, \dots, C_{n-1}, C_n \rangle$  - кортеж со списком сотрудников, прошедших первичную фильтрацию, где  $C$  – отдельный сотрудник, а  $n$  – количество сотрудников, удовлетворяющих первичным критериям отбора;

$K = \langle K_1, K_2, K_3, \dots, K_{m-1}, K_m \rangle$  - кортеж требуемых компетенций;

$N$  – количество сотрудников;

$B$  – ограничения бюджета проект.

На практике это реализуется следующим образом:

– на первой итерации составляются комбинации из пар сотрудников, для каждой пары производится проверка на соответствия ограничениям, а комбинации, не прошедшие проверку, не записываются в итоговый список;

– на втором этапе производится проверка на наличие элементов в конечном списке и, если список пустой, алгоритм возвращает ошибку о невозможности удовлетворения всем критериям;

– на третьем этапе производится проверка на удовлетворение условию количества сотрудников и, если условие удовлетворено, список сортируется и возвращается наиболее оптимальная комбинация;

– на последней итерации, если ни одно из условий не удовлетворено происходит переход к следующей итерации, в рамках которой на основе результата из предыдущей итерации производится составление новых комбинаций. То есть на основе каждой предыдущей комбинации составляется новая. Итерирование продолжается пока не выполнится одно из условий, писанных на итерации 2 и 3.

Графически алгоритм представлен в виде блок-схемы на рисунке 17.



Рисунок 17 - Блок схема алгоритма распределения

На основе визуального представления алгоритма можно сделать вывод о том, что реализация алгоритма является решением задачи итеративного вывода подмножеств, каждое из которых формируется на основе предыдущего.

При этом в рамках каждой итерации идет работа только с последним, самым верхним уровнем дерева, в то время как корневые элементы далее не участвуют в процессе, так как были необходимы только для формирования последующих элементов [13].

Проще всего представить процесс работы алгоритма в виде дерева, на основе каждого узла которого строятся новые ветви. При этом, количество генерируемых ветвей неравномерно, так как постоянно происходит отсеивание данных [12]. Как можно заметить на визуальном представлении процесса работы алгоритма (рисунок 18), с каждой новой итерацией происходит рост числа элементов. При программной реализации это может вызвать переполнение памяти. Таким образом, при реализации описанного решения необходимо предусмотреть оптимизацию потребления ресурсов. Возможные пути оптимизации алгоритма будут рассмотрены далее.

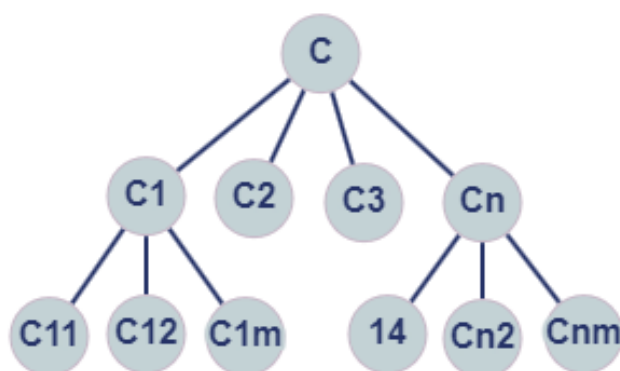


Рисунок 18 - Древовидное представление алгоритма распределения

### **Выводы к главе 3**

В данной главе была рассмотрена практическая сторона исследования. На основе заданной предметной области было произведено моделирование системы управления персоналом. Для этого были определены основные бизнес-процессы, данные, используемые в рамках их исполнения. На их основе была разработана модель компонентов системы, в которую входят различные модули, подключаемые к общей системе управления, так и подсистема хранения данных. Стоит отметить, что данные хранятся в изолированных базах, доступ к которым модули получают через общую шину данных.

Далее детально был рассмотрен алгоритм распределения, который является самым сложным элементом всей системы. Были выделены входные данные и способ их представления в рамках работы алгоритма, определены выходные данные. На основе описанной задачи распределения, было сформировано математическое описание оптимизированного алгоритма. На основе математического описания сделан вывод о том, что наиболее оптимально рассматривать его с точки зрения решения задачи итеративного вывода подмножеств, каждое из которых формируется на основе предыдущего. Таким образом, была разработана алгоритмическая модель, оптимизированная для использования в программных системах.

## **Глава 4 Разработка рекомендаций по внедрению системы**

### **4.1 Интеграция алгоритма в программную систему**

Для интеграции алгоритма в программную систему достаточно реализовать небольшой модуль, который бы получал на вход данные из ИС организации, конвертировал их в нужный формат, производил описанные выше преобразования, и конвертировал их в заданный вид. Подобный функционал достаточно просто интегрируется в корпоративные системы наподобие 1С или Галактика, в которых предусмотрено создание внешних модулей. При этом алгоритм можно построить на основе существующих решений, находящихся в открытом доступе, что должно упростить разработку и интеграцию.

Однако при программной реализации алгоритма стоит помнить об ограничениях, которые могут повлиять на его работу, таких как время исполнения или количество потребляемой в процессе работы памяти. В текущей конфигурации в самом худшем случае алгоритм оперирует количеством сущностей, равному факториалу количества сотрудников в исходном списке. При таких больших количествах аппаратное обеспечение не справится и будет вызвана ошибка.

Для решения данной проблемы в первую очередь была предложена первоначальная фильтрация данных, которая уже зашита в исходный алгоритм. В реальных случаях даже в организации с большим количеством сотрудников выбор производится не более чем из 50 сотрудников за одну итерацию производственного цикла.

Еще одним элементом, повышающим быстродействие является введение ограничения на количество сотрудников. Максимальное количество комбинаций в чистом случае наблюдается при достижении количества комбинируемых элементов равным половине от исходного количества. При этом задача распределения применяется в случае, когда из множества элементов необходимо выбрать его небольшое подмножество. Таким образом, в реальных условиях из

50 сотрудников будет выбираться не более 10. То есть в настройках модуля можно задать динамическое ограничение на максимальное количество сотрудников в комбинации.

Помимо этого, важно задавать правильные входные условия, по которым производится отбор если ограничения будут слишком слабыми, то в процессе работы алгоритма не будет производиться отсеивание. То есть в теории, при таких условиях можно просто случайным образом выбрать отдельных сотрудников. Показатель качества входных данных зависит от квалификации сотрудника.

Еще одним способом решения проблемы производительности является использование параллельных вычислений. Данная задача достаточно хорошо поддается распараллеливанию. В рамках одной итерации можно производить разбиение данных на отдельные блоки, которые будут обрабатываться независимо. В таком случае, они оперируют списком сотрудников, и списком из предыдущей итерации, которые не подвергаются изменениям, соответственно операции обработки этих данных являются атомарными [28].

Непосредственно для оптимизации вычислений рекомендуется использовать алгоритмы комбинаторики. Например, алгоритм с применением кодов Грея.

Будем считать, что элементы нашего множества пронумерованы от 1 до  $n$ . Тогда любому набору элементов множества можно поставить в соответствие  $n$ -битный двоичный код: если  $i$ -ый элемент множества входит в набор, то  $i$ -ый бит кода равен единице, иначе нулю. Таким образом, перебор всех подмножеств сводится к перебору двоичных кодов порядка  $n$ , а перебор подмножеств в порядке минимального изменения — к перебору двоичных кодов Грея. Дерево вызовов функции является полным двоичным деревом высоты  $n$ . Следовательно, общее число вызовов функции при генерации кодов Грея порядка  $n$  есть ни что иное, как  $O(2^n)$  что равно количеству всевозможных  $n$ -битных кодов. Следовательно, алгоритм оптимален [26].



При этом реализация подобных алгоритмов представлена в комбинаторных библиотеках для большинства языков программирования. Например, для Python наиболее популярным решением является пакет `combinatorics` библиотеки `SymPy` [28]. Тестирование и определение экономической эффективности.

## 4.2 Описание тестовой ситуации

В соответствии с задачей необходимо сгенерировать тестовые данные для оценки эффективности предложенной конфигурации.

В качестве тестового примера была выбрана организация, разрабатывающая ИТ проекты. Организация имеет 300 сотрудников и может вести одновременно 5-8 проектов. Разработка в среднем занимает 1 год. Далее производится поддержка.

Организация осуществляет полный цикл работ от сбора требований, до разворачивания продукта на мощностях клиента и его поддержки.

В качестве примера был выбран проект по разработке системы складского учета для организации занимающейся продажей комплектующих для промышленного оборудования.

На проекте заняты сотрудники со следующими специализациями:

- проектный руководитель – осуществляет контроль за работой на проекте, занимается формированием и управлением командой;
- технический менеджер – разрабатывает архитектуру проекта, консультирует разработчиков;
- аналитик – производит сбор требований клиента и составляет на их основе техническую документацию;
- разработчик – пишет программный код продукта;

– IT специалист – управляет инфраструктурой проекта, осуществляет разворачивание готовых решений;

– тестировщик – производит тестирование продукта или отдельных его модулей.

Согласно определенной ранее конфигурации, была составлена логическая модель данных информационной системы (рисунок 19), с таблицами проекты, сотрудники, сотрудники БУ (бухгалтерский учет) и компетенции.

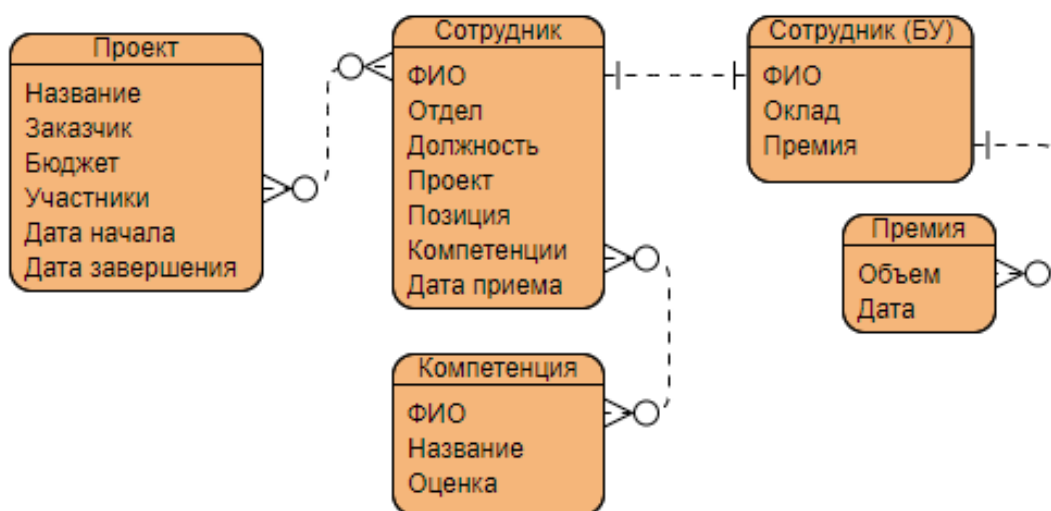


Рисунок 19 - Логическая модель данных ИС

Представленные таблицы содержатся в разных компонентах системы. Обмен данными происходит через общую шину. Из каждой подсистемы берутся следующие данные:

– система управления кадрами: ФИО, отдел, должность, текущий проект, позиция на проекте, навыки;

– система управления проектами: название проекта, текущие задачи, компетенции, состав команды, бюджет проекта;

– система бухгалтерского учета: ФИО сотрудника, оклад сотрудника, премии.

Оклад сотрудника и премиальная часть выделены в отдельные параметры. Премиальная часть выдается без заданной периодичности и не будет учитываться при распределении. Помимо этого, в будущей системе необходимо учитывать при расчетах тот факт, что с окладной части выплачиваются страховые взносы, которые добавляются к общим затратам на сотрудника. Для тестовой конфигурации была выбрана базовая ставка 2022 года равная 30% [1].

### 4.3 Генерация тестового набора данных

На основе выявленных групп данных из различных систем был составлен пример табличного представления данных, хранящихся в банке данных информационной системы.

Для начала были выделены группы навыков, которые оцениваются для каждого сотрудника. Были выделены четыре основные группы: навыки управления, разработки, тестирования и разворачивания. Каждый сотрудник в зависимости от должности в основном имеет квалификацию в рамках одной группы навыков. Соответственно при формировании команды проекта, при подборе сотрудника для решения конкретной задачи, выбираются навыки в рамках одной группы. Полный список групп и соответствующих им навыков, представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Группы навыков

Группа	Навыки
Навыки управления	<ul style="list-style-type: none"><li>– управление командой,</li><li>– планирование и распределение задач,</li><li>– планирование ресурсов,</li><li>– переговорные навыки.</li></ul>

## Продолжение таблицы 5

Навыки разработки	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Java,</li> <li>– Kotlin,</li> <li>– Swift,</li> <li>– Go,</li> <li>– JavaScript.</li> </ul>
Навыки тестирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ требований,</li> <li>– создание текст кейсов,</li> <li>– написание авто тестов.</li> </ul>
Навыки разворачивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Операционные системы,</li> <li>– Docker,</li> <li>– Kubernetes,</li> <li>– Openshift,</li> <li>– Jenkins</li> </ul>

Далее было составлено табличное представление данных кадровой системы. В таблице 6 представлен список сотрудников, непосредственно занятых в работе над проектами. Стоит отметить, что позиция на проекте не всегда соответствует должности. Если сотрудник, например, имеет достаточные административные навыки, он может занимать руководящую позицию.

Таблица 6 - Список сотрудников организации

ФИО	Отдел	Должность	Текущий проект	Позиция на проекте
Сотрудник 1	Разработка интерфейсов	Старший разработчик	Проект 1	Руководитель разработки
Сотрудник 2	Разработка интерфейсов	Разработчик	Проект 2	Разработчик
Сотрудник 3	Разработка интерфейсов	Младший разработчик	Проект 3	Разработчик
Сотрудник 4	Серверная разработка	Старший разработчик	Проект 1	Разработчик
Сотрудник 5	Серверная разработка	Разработчик	Проект 2	Руководитель разработки
...	...	...	...	...
Сотрудник 261	Серверная разработка	Разработчик	-	Разработчик

В таблице 7 представлен пример списка проектов организации, в котором представлено название проекта, основные задачи, которые решаются в его рамках и общий бюджет проекта. При этом ФОТ составляет около половины общего бюджета [17].

Таблица 7 - Список проектов организации

Название проекта	Текущие задачи	Бюджет проекта (руб./мес.)
Проект 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– добавление функционала в web приложение,</li> <li>– добавление функционала мобильного приложения.</li> </ul>	2 000 000
Проект 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разработка мобильного приложения,</li> <li>– расширение функционала серверной части.</li> </ul>	3 000 000
Проект 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– тестирование готового функционала,</li> <li>– внесение исправлений,</li> <li>– разворачивание на мощностях заказчика.</li> </ul>	1 000 000

В таблице 8 представлено описание оценки технических навыков сотрудников. Шкала оценки представлена нормализованными целыми числовыми значениями от 0 до 3, где 0 характеризует отсутствие опыта работы с технологией, 1 – начальные знания, 2 – уверенные знания, 3 – экспертные знания.

Таблица 8 - Распределение технических компетенций

Сотрудник	Java	Kotlin	Swift	Go	JS	SQL
Сотрудник 1	3	3	0	0	3	3
Сотрудник 2	1	1	0	2	1	2
Сотрудник 3	1	1	2	0	1	0

В таблице 9 представлены данные системы бухгалтерского учета. Как уже было отмечено, существуют две цифры: оклад и полный объем выплат, который

считается на основании оклада. При формировании команды проекта должен учитываться именно полный объем выплат.

Таблица 9 - Данные системы бухгалтерского учета

Сотрудник	Оклад	Объем выплат
Сотрудник 1	150 000	195 000
Сотрудник 2	100 000	130 000
Сотрудник 3	50 000	65 000

Для тестирования была произведена генерация случайных данных характеристик разработчиков. В таблице 10 представлены данные, уже прошедшие фильтрацию.

Таблица 10 - Выборка данных для тестирования

Сотрудник	Java	Kotlin	Swift	Go	JS	SQL	Бюджет
Сотрудник 1	3	3	0	0	3	3	187200
Сотрудник 2	1	1	0	2	1	2	109200
Сотрудник 3	1	1	2	0	1	0	78000
Сотрудник 4	3	1	0	3	1	3	171600
Сотрудник 5	3	0	0	0	1	2	93600
Сотрудник 20	2	2	0	0	2	2	124800
Сотрудник 24	0	0	0	0	3	0	46800
Сотрудник 28	1	1	3	0	0	0	78000
Сотрудник 29	0	1	1	2	1	1	93600
Сотрудник 32	1	0	2	3	1	3	156000
Сотрудник 33	2	3	3	0	1	1	156000
Сотрудник 36	2	1	0	1	2	1	109200
Сотрудник 37	3	2	2	1	2	2	187200
Сотрудник 38	2	0	0	2	1	0	78000
Сотрудник 40	2	3	1	1	1	0	124800
Сотрудник 41	1	0	1	3	0	2	109200
Сотрудник 42	0	3	2	2	3	0	156000
Сотрудник 43	2	1	2	0	1	3	140400
Сотрудник 44	2	2	0	2	2	1	140400
Сотрудник 45	0	2	2	3	3	1	171600

## Продолжение таблицы 10

Сотрудник 46	2	3	3	2	2	0	187200
Сотрудник 47	0	1	2	2	1	1	109200
Сотрудник 48	0	1	2	2	1	1	109200

Все описанные выше данные заранее преобразованы в вид, доступный для обработки программной системой.

### 4.4 Разработка примера реализации алгоритма

Для тестирования алгоритма было необходимо разработать программную реализацию алгоритма формирования команд. В первую очередь было необходимо преобразовать описанные тестовые данные в машиночитаемый формат. Данные о сотрудниках считываются из хранилища данных информационной системы и преобразуются в словарь данных в формате JSON, который содержит основные данные о сотрудниках и его компетенциях. Как было описано ранее все данные заранее переведены в нормализованный вид, показатели сотрудников выражены числовыми значениями. Пример записи об одном сотруднике представлен в листинге 1.

#### Листинг 1 – репрезентация данных о сотруднике

```
{
  "name": "Сотрудник 2",
  "java": 1,
  "kotlin": 1,
  "swift": 0,
  "go": 2,
  "js": 1,
  "sql": 2,
  "time": 6,
  "budget": 109200
}
```

В первую очередь программа осуществляет фильтрацию сотрудников и отсеивает тех, кто не подходит по входным параметрам. В рамках тестирования основным ограничителем является параметр бюджета проекта.

Далее формируется первый уровень дерева из отфильтрованных данных. Затем значения полей каждого элемента складываются со значениями элементов этого уровня и, если превышаются входные ограничения, происходит переход к следующей итерации с игнорированием результатов. Как только заканчивается формирование следующего уровня дерева, память очищается от значений предыдущего.

По окончании всех итераций алгоритма в итоговом списке команд выбирается та, которая требует наименьших затрат бюджета и производится вывод результатов. Для наглядности результат выводится в файл. На рисунке 20 представлен вывод программы. Он состоит из списка сотрудников, суммарного уровня компетенций и бюджета.

```
{
  "list": [
    {"name": "Сотрудник 2"...},
    {"name": "Сотрудник 20"...},
    {
      "name": "Сотрудник 32",
      "java": 1,
      "kotlin": 0,
      "swift": 2,
      "go": 3,
      "js": 1,
      "sql": 3,
      "time": 12,
      "budget": 156000
    }
  ],
  "sum": {
    "js": 4,
    "budget": 390000
  }
}
```

Рисунок 20 - Результат работы программы



Стоит отметить, что при текущей реализации алгоритма, если не было найдено запрашиваемое количество сотрудников, в качестве результата будет выведено то количество, которое удалось подобрать. Можно изменить логику алгоритма, чтобы при упоре в ограничения бюджета требования к компетенциям автоматически снижались, либо выбрасывалось исключение.

Таким образом можно сделать о том, что предложенное решение возможно автоматизировать, используя программные инструменты. Далее было произведено тестирование полученного программного модуля.

#### **4.5 Тестирование алгоритма распределения сотрудников**

Тестовая ситуация описана следующим образом: проекты №1 и №3 находятся в ведении организации довольно продолжительное время. При этом проект №3 подходит к своему завершению в связи с чем финансирование было уменьшено. В то же время организация взяла проект №2 в качестве нового заказа. Таким образом, необходимо сформировать команду для реализации проекта используя существующие ресурсы, либо, если ресурсов организации недостаточно сформировать список кадров, которые необходимо дополнительно рекрутировать.

Тестирование проводилось на едином наборе данных, из которого было необходимо выбрать два набора сотрудников:

- разработчики серверной части – рекомендуемый суммарный уровень компетенций для java – 10, для go 6; максимальный бюджет 500 000;
- разработчики интерфейсной части – Рекомендуемый суммарный уровень компетенций для javascript – 10; максимальный бюджет 400 000.

Оба набора должны включать по пять сотрудников.

Для первой ситуации вывод представлен в таблице 11. Выходные данные практически полностью соответствуют входным условиям. В выводе

представлены сотрудники с нужным суммарным уровнем компетенций для java и с расхождением для go в 1 единицу. При этом лимит бюджета соблюден.

Таблица 11 - результат работы алгоритма для первой ситуации

Сотрудник	Java	Kotlin	Swift	Go	JS	SQL	Бюджет
Сотрудник 3	1	1	2	0	1	0	78000
Сотрудник 4	3	1	0	3	1	3	171600
Сотрудник 5	3	0	0	0	1	2	93600
Сотрудник 28	1	1	3	0	0	0	78000
Сотрудник 38	2	0	0	2	1	0	78000
Итого	10			5			499200

Для второй ситуации алгоритм был применен для набора данных, из которого был исключен список сотрудников из первого вывода. Его результат представлен в таблице 12. Можно заметить, что не смотря на запрос в пять сотрудников, в списке представлены только три. При этом лимит бюджета лишь на 10 000 меньше, чем заданный в ограничениях из чего можно сделать вывод от том, что для существующего штата сотрудников организации и их заработных плат данный лимит является слишком строгим. Необходимо произвести корректировку входных параметров.

Таблица 12 - результат работы алгоритма для второй ситуации

Сотрудник	Java	Kotlin	Swift	Go	JS	SQL	Бюджет
Сотрудник 2	1	1	0	2	1	2	109200
Сотрудник 20	2	2	0	0	2	2	124800
Сотрудник 32	1	0	2	3	1	3	156000
Итого					4		390000

В обоих случаях результат соответствует ожидаемому, все входные условия учтены. Таким образом, алгоритм можно считать работоспособным. При этом, благодаря автоматизации процесса с использованием программных

средств, процесс обработки большого объема данных лишь занимает несколько минут.

#### **4.6 Применение алгоритма для планирования ресурсов**

Использование описанной методики формирования проектных команд может так же быть полезно для специалистов, занимающихся кадровыми ресурсами. Например, для определения проблемных мест в кадровой политике предприятия.

Анализируя данные, полученные в ходе тестирования, можно прийти к выводу, что в организации мало сотрудников узкого профиля. Сотрудники же широкого профиля имеют повышенную оплату, из-за чего может возникнуть ситуация, при которой узкоспециализированную для одной области будет решать сотрудник, имеющий большую специализацию в другой области. Это вызывает достаточно сильный перерасход средств, так как если разделить полученный бюджет на сумму компетенций в первой и второй ситуации, затраты на единицу отличаются в разы. Если для первой ситуации этот показатель составляет 18 720, то для второй – 97 500. Можно сделать вывод, что организации с такой конфигурацией было бы лучше проводить найм более узкоспециализированных кадров, которые бы могли решать отдельные задачи с лучшим сочетанием оплаты труда и производительности в рамках решения задач предприятия.

Таким образом, в случае если с формирование проектных команд возникают трудности, сотрудник кадрового отдела может проанализировать входной и выходной результат и сделать выводы о наличии проблем в кадровом составе организации.

Помимо этого, сотрудник может получать информацию о том, какие из сотрудников реже подбираются алгоритмом и оценивать их показатели. Это позволит получить данные о наличии неучтенных показателей, какие

компетенции неактуальны, либо выявить сотрудников, которые получают оплату несоразмерную своей квалификации.

#### **4.7 Оценка эффективности решения**

В рамках оценки эффективности предложенного решения были оценены два показателя: изменение производительности труда и экономическая эффективность.

Для оценки влияния предложенных решений на производительность труда было произведено измерение времени, затрачиваемого на исполнение бизнес-процессов до и после внедрения рассмотренных технологий.

Описанный ранее процесс формирования проектной команды изначальном варианте составляет от 12 до 48 часов. Это время включает формирование заявки, анализ линейными руководителями состав своих подразделений, согласование перевода с менеджерами различного уровня. При этом учитывается только время, потраченное непосредственно на решение этой задачи. Время зависит от количества необходимых сотрудников, их наличия и загруженности менеджеров различного уровня. Детально результаты оценки временных затрат для восьми команд представлено на рисунке 21. Среднее время, затрачиваемое на исполнение процессов, составляет 25 часов.



Рисунок 21 – Изначальное время, затрачиваемое на формирование команд

Процесс формирования плана найма не включает большое количество участников, поэтому занимает значительно меньше времени. В среднем на него отводится от 12 до 16 часов, большую часть из которых занимает анализ текущего кадрового состава и выявление проблем, возникших при наборе проектных команд.

После внедрения предложенных решений общее время исполнения было сокращено за счет следующих изменений:

- система самостоятельно производит отбор сотрудников, поэтому взаимодействие ограничивается только их руководителями;
- оценки навыков сотрудников помогают сразу отсеять неподходящих сотрудников;
- все проблемы, возникающие при формировании команд, сохраняются в системе и позволяют оценить кадровые проблемы без сбора дополнительной информации.

Все описанные преимущества позволяют сократить время исполнения бизнес-процессов до 8-24 часов для процесса формирования команд и 6-12 часов для процесса составления плана найма. Результат апробации для процесса

формирования команд после внедрения предложенных решений представлен на рисунке 22. Среднее время сократилось до 16 часов. Таким образом, среднее время, затрачиваемое на исполнение бизнес-процессов, сокращается на 36%. При этом стоит отметить, что у линейных и проектных руководителей появляется новая обязанность по обновлению статусов сотрудников, однако это не трудоемкий процесс и временем его исполнения можно пренебречь.



Рисунок 22 - Время, затрачиваемое на формирование команд после внедрения изменений

Для оценки экономической эффективности внедрения системы был выбран коэффициент возврата инвестиций (ROI). Данный метод позволяет оценить отношение прибыли к потраченным инвестициям. В рамках текущего исследования он позволит оценить не приведут ли затраты на внедрение системы к убыткам [29].

В первую очередь были проедены эксперименты на основе существующих данных. Их результаты представлены на рисунке 23. Для каждой из существующих команд по заданным параметрам был осуществлен набор

альтернативных команд. В среднем для каждого случая затраты на оплату труда сократились на 3%.

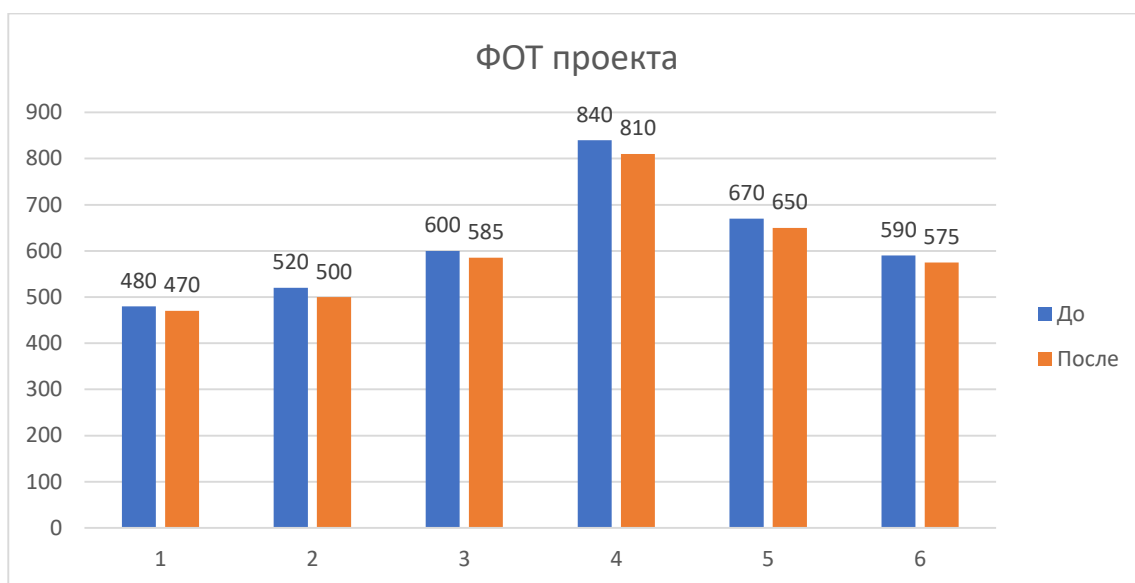


Рисунок 23 - Результат изменения затрат на ФОТ проекта

В качестве целевого показателя был взят показатель ROI равный 15%, так как необходимо учитывать инфляцию и заложить запас на случай неучтенных рисков. Соответственно неравенство приобретает следующий вид:

$$ROI = \frac{\text{Доход} - \text{Расход}}{\text{Расход}} * 100\% \geq 15\%$$

или

$$\text{Доход} \geq \text{Расход} + 15\% [27]$$

Если рассматривать готовые решения, то цены на них разнятся, но в среднем составляют 40 000 рублей за полную лицензию. Настройка, разворачивание и доработка оценивается в среднем в 80 000 рублей. Обслуживание модуля будет составлять примерно 50 000 рублей. Так как в данной работе идет описание разворачивания на готовой инфраструктуре предприятия, дополнительные расходы на ее обслуживание оцениваются в 5 000 рублей. Таким образом при использовании готового решения единовременные траты составят примерно 85 000, а ежемесячное обслуживание 30 000 [3].

Реализация собственного решения является более трудоемкой и затратной, но зато позволяет контролировать все аспекты работы. Едино разовые траты – оплата работы по реализации системы. Они составят около 150 000 рублей. Так же необходимо выделить сотрудника, который будет заниматься обслуживанием системы, ежемесячные затраты на которого будут равны 65 000 рублей.

Так же для обоих случаев стоит закладывать расходы на доработку системы. Для готового решения данная процедура будет составлять в среднем 80 000 рублей, для собственного – 100 000.

Период окупаемости был выбран 3 года. Таким образом для ситуации с готовым решением расходы будут составлять 2 340 000 рублей. В случае с собственным решением расходы составят 2 970 000 рублей. Соответственно, для окупаемости внедрения системы доходы организации за три года в первом случае должны составлять не менее 2 691 000 рублей. Для второго случая не менее 3 415 500 рублей [7].

Если принимать, что в среднем ежемесячный бюджет проектов организации составляет 2 000 000 рублей, одновременно разрабатывается в среднем три проекта, а затраты на оплату труда составляют в среднем 70% от всего бюджета проекта, имеем ежемесячные расходы на оплату труда равные 4 200 000 рублей. Ожидается, что при внедрении системы сотрудники будут распределяться более рационально, что должно привести к уменьшению расходов на оплату труда с сохранением производительности равному в среднем 3%. Соответственно ежемесячный доход от внедрения системы составит 126 000 рублей. За три года этот показатель составит 4 536 000 рублей.

Таким образом ROI для готового решения составит 79%, а для собственной разработки – 52%. Соответственно для данной конфигурации инвестиции окупаются.

Помимо этого, был произведен расчёт минимального совокупного ежемесячного бюджета проектов, при котором внедрение системы является экономически целесообразным. Для случая с готовым решением показатель составляет 3 559 524 рублей. Для собственного - 4 879 286 рублей.



Соответственно при меньшем совокупном бюджете внедрение системы приведет к убыткам.

#### **Выводы к главе 4**

В данной главе были выделены рекомендации по внедрению рассмотренных решений для управления персоналом в программную систему предприятия. Было произведено описание программной реализации алгоритма распределения сотрудников по проектам. В дополнение были выделены пути оптимизации его работы для уменьшения потребления памяти и времени исполнения. Также было произведено описание данных, с которыми должен работать алгоритм.

На основе выделенных правил формирования данных для алгоритма распределения случайным образом были сформированы данные, которые хранятся в различных подсистемах ИС предприятия, и должны обеспечивать работу алгоритма. Эти данные были приведены к машиночитаемому виду.

Для проверки работоспособности алгоритма были сформированы тест-кейсы. По итогам тестирования был сделан вывод о корректности работы алгоритма и его эффективности.

В заключительной части была произведена экономическая оценка целесообразности внедрения новых решений в информационную систему предприятия. В качестве основного показателя был выбран коэффициент возврата инвестиций. Минимальный показатель составил 52%, что является достаточным для основания целесообразности внедрения представленных решений в общую систему.

## Заключение

В данной работе были рассмотрены инструменты управления персоналом, применяемые в информационных системах предприятий, использующих проектную и матричную организационные структуры. В рамках исследования было изучено текущее состояние рассматриваемой области, рассмотрены существующие исследования на данную тему, проведен анализ используемых инструментов. По итогу анализа были сделаны выводы о недостаточной проработанности вопросов формирования проектных команд, управления кадровыми ресурсами. На основе полученных выводов было определено основное направление оптимизации существующего подхода к организации системы управления.

В рамках исследовательской работы было произведено моделирование бизнес-процессов, относящихся к управлению кадровыми ресурсами, были выявлены основные ответственные модули и подсистемы. Так же было произведено моделирование взаимодействия между различными компонентами системы, на основе чего были выделены данные, хранящиеся и обрабатываемые в системе. Эти данные в дальнейшем использованы для организации работы дополнительных модулей.

Самые большие изменения претерпел механизм формирования проектных команд. В рамках анализа предметной области было определено, что данный бизнес-процесс зачастую выполняется вручную, в то время как программные инструменты используются только для удобного представления данных. Для оптимизации данного процесса было решено применить комбинаторный алгоритм поиска подмножеств из общего множества. Применительно к заданной теме была определена задача подбора по параметрам сотрудников, для формирования команды, из общего числа сотрудников организации.

На основе полученного решения была так же рассмотрена задача планирования найма сотрудников. Решение формирования проектных команд было рассмотрено с точки зрения анализа результатов работы алгоритма для

выявления дисбаланса в кадровом составе предприятия. Если алгоритм не выполняет условие сбалансированности команды, то это может свидетельствовать о наличии перекоса в организации. Выявление этого несоответствия позволяет составить более корректный план найма, который должен учитывать требования проекта и другие факторы. Тем не менее, следует учитывать внешние факторы, которые могут повлиять на процесс найма, и вносить корректировки в алгоритм формирования команд в зависимости от этих условий.

Был сделан вывод о том, что для успешного найма необходимо учитывать как внутренние, так и внешние факторы, и гибко настраивать алгоритм формирования команд в зависимости от ситуации.

Далее алгоритмическое решение этой задачи было переложено на программное решение с описанием необходимых операций по преобразованию данных и оптимизации работы алгоритма для уменьшения потребления памяти и процессорного времени.

Программное решение было интегрировано в основную модель информационной системы, в качестве одного из модулей управления персоналом.

Для тестирования предложенного решения была выбрана IT-компания, которая ведет полный цикл работ над проектами от сбора требований до поддержки, имеет 300 сотрудников и занимается 5-8 проектами одновременно. В рамках исследования был рассмотрен проект по разработке системы складского учета для компании, которая занимается продажей комплектующих для промышленного оборудования, и который в среднем занимает 1 год разработки и поддержки.

Для описанной ситуации было произведено моделирование структуры данных, используемых в рамках работы информационной системы, были выделены основные характеристики сотрудников.

Для оптимизированной модели была произведена оценка экономической эффективности по показателю возврата инвестиций. Результаты расчетов

показали, что для заданной в качестве примера ситуации внедрение изменений является экономически оправданным и оценка эффективности составляет до 72%. Помимо этого, были определены минимальные экономические показатели, при которых внедрение изменений является оправданным.

При интеграции описанных решений в существующую программную систему необходимо произвести анализ данных, используемых в системе, на соответствие представленной модели и расчеты по оценке экономических затрат, примеры которых приведены в работе.

В рамках дальнейшего развития работы можно рассмотреть программную оптимизацию описанных алгоритмов. В частности, для оптимизации алгоритма распределения можно рассмотреть применимость алгоритма основанного на кодах Грея.

Еще одним вариантом развития работы является автоматизация сбора и формирования статистических данных о сотрудниках и их представления в графическом виде с выводом подробной аналитики и предоставлением рекомендаций по оптимизации.

## Список используемых источников

1. 2000 человек, 3000 проектов в год: что такое PPM, и зачем это нужно вам / [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/en/company/croc/blog/205740/> (дата обращения: 15.10.2021).
2. Алексеев Ю.Г. Анализ и оценка эффективности труда / Ю.Г. Алексеев // Новая наука: Стратегии и векторы развития. - 2017. - Т. 1. - № 3. - С. 175-177.
3. Афонасова, М. А. Экономика предприятия: учебное пособие / М. А. Афонасова. — Томск: Эль Контент, 2017. — 146 с.
4. Бахтин, И. В. Руководство по выбору лучшего программного обеспечения для управления проектами / И. В. Бахтин // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – № 7(41). – С. 60-62.
5. Борзова Е.А. Актуальные проблемы эффективного управления трудовыми ресурсами предприятия / Е.А. Борзова // Символ науки. - 2017. - Т. 1. - № 4. - С. 56-59.
6. Вейнберг, Р. Р. Применение стандартов управления проектами в ИТ-индустрии: PRINCE2 и PMBoK / Р. Р. Вейнберг, Н. А. Моисеев, С. М. Сахарова // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2020. – № 1(109). – С. 56-66.
7. Гайфутдинова С.В. Экономика предприятия: Учебник / Под ред. С.В. Гайфутдиновой – М.: ИНФРА-М, 2018. – 507 с.
8. Дязитдинова А.Р. Разработка методики распределения сотрудников по рабочим местам, в целях повышения эффективности деятельности предприятия / Дязитдинова А.Р., Варков Ю.А., Матвеева Е.А., Ольховая О.Н. – 2017
9. Дмитрий Шеходанов // Расчет ROI при внедрении информационной системы / [Электронный ресурс] URL: <https://www.osp.ru/cio/2009/04/7214608> (дата обращения: 12.02.2023)
10. Елена Леонова. Неудовлетворенность доходом и переработки: исследование HR-рынка от Huma. / [Электронный ресурс]. URL:

<https://hurma.work/rf/blog/neudovletvorennost-urovнем-dohoda-i-pererabotki-issledovanie-hr-napravleniya-ot-hurma-2-2/> (дата обращения: 19.11.2021).

11. Зуб, А. Т. Управление проектами: учебник и практикум для вузов / А. Т. Зуб. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 422 с.

12. Коды Грея и задачи перебора / [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/200806> (дата обращения: 16.05.2022).

13. Комбинаторные алгоритмы: индекс сочетания, индекс разбиения на подмножества / [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/247807> (дата обращения: 16.05.2022)

14. Кучина Е.В., Ташев, А.К. Методологические подходы к оценке производительности труда на микроуровне / Е.В. Кучина, А.К. Ташев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. - 2017. - Т. 11. - № 2. - С. 42-47.

15. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 21.11.2022)

16. Никитаева, А. Ю. Экономика и управление проектами в социальных системах: учебник / А. Ю. Никитаева, Л. С. Скачкова. О. В. Несолёная; Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. — 208 с.

17. Оценка трудозатрат на проект и подготовка коммерческих предложений / [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/248677/> (дата обращения: 11.02.2022).

18. Пашкевич, О.А. Методологические подходы к измерению и оценке производительности труда / О.А. Пашкевич, В.О. Лёвкина // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси. — 2020. — № 48 (48). — С. 170-181.

19. Планирование человеческих ресурсов проекта / [Электронный ресурс] URL: <https://intuit.ru/studies/courses/646/502/lecture/11398> (дата обращения: 15.10.2021).

20. Проектная структура управления / [Электронный ресурс] URL: <https://bbooster.online/stati/proektnaya-struktura-upravleniya.html> (дата обращения: 10.10.2021).

21. Рудакова, К.К. Методика анализа производительности труда / К.К. Рудакова // В сборнике: Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития материалы международной научно-практической конференции: в 2 частях. Научный центр «Диспут». – 2017. – С. 91-93.

22. Стандарт ANSI PMI PMBOK, Глава 2. Управление человеческими ресурсами проекта (Project Human Resource Management).

23. Управление проектами в современной организации: учебно-методическое пособие / Г. Л. Ципес, А. С. Товб, М. И. Нежурина, М. Г. Коротких. — Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. — 264 с.

24. Управление человеческими ресурсами проекта / [Электронный ресурс] URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2196/267/lecture/6810> (дата обращения: 20.10.2021).

25. Харитонов П.В. Применение IT-технологий при принятии управленческих решений в малом и среднем бизнесе // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. - 2017. Т. 1. - С. 266-269

26. Anthony Williams // C++ Concurrency in Action: Practical Multithreading - Manning, 2012 – 506 с.

27. Edleson Michael E., Bernstein William J. Value Averaging: The Safe and Easy Strategy for Higher Investment Returns. — М.: Альпина Паблишер, 2021. — 320 с.

28. Gray Code SimPy documentation / [Электронный ресурс] URL: <https://docs.sympy.org/latest/modules/combinatorics/graycode.html> (дата обращения: 11.11.2022).

29. Makkonnell K.R., Bryu S.L., Flinn Sh.M. Economics: principles, problems and policies. Moscow, INFRA-M Publ., 2018. 1028 p.

30. Project Management Architecture / [Электронный ресурс] URL: [https://www.tutorialspoint.com/collaborative\\_management/project\\_management\\_architecture.html](https://www.tutorialspoint.com/collaborative_management/project_management_architecture.html) (дата обращения: 13.0.2022).