

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный технический  
университет»**



На правах рукописи

**КОРЧАГИН Сергей Геннадьевич**

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАМКАХ  
КОМАНДНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальность: 2.3.4. Управление в организационных системах

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, доцент  
Рындин Никита Александрович

Воронеж — 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	4
ГЛАВА 1. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОМАНДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ . . . . .	13
1.1 Особенности управления целенаправленной командной деятельностью	14
1.2 Возможности оптимизационного подхода, использующего результаты нейросетевого моделирования, для повышения эффективности управления командной деятельностью . . . . .	24
1.3 Структура системы управления целенаправленной командной деятельностью на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования . . . . .	35
Выводы первой главы . . . . .	38
ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМАНДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ . . . . .	40
2.1 Оптимизационное моделирование выбора нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности . . . . .	41
2.2 Оптимизационное моделирование последовательности выполнения задач целенаправленной командной деятельности . . . . .	46
2.3 Оптимизационное моделирование распределения множества задач целенаправленной командной деятельности между членами команды .	50
2.4 Алгоритмизация принятия управленческих решений на основе оптимизационных моделей . . . . .	56
Выводы второй главы . . . . .	61
ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ИТЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА КОМАНДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ . . . . .	62

3.1	Оптимизационное моделирование распределения ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями целенаправленной командной деятельности . . . . .	63
3.2	Оптимизационное моделирование распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды по результатам выполнения задач . . . . .	69
3.3	Алгоритмизация принятия управленческих решений на основе оптимизационных моделей . . . . .	72
	Выводы третьей главы . . . . .	77
	<b>ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КОМАНДНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОТЛИЧАЮЩЕЙСЯ РЕАЛИЗАЦИЕЙ МЕХАНИЗМА ВСТРАИВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ . . . . .</b>	<b>79</b>
4.1	Структура программного обеспечения оптимизации принятия управленческих решений . . . . .	79
4.2	Получение структурных решений при управлении итерационным процессом целедостижения в командно-ориентированной системе выполнения IT-проектов . . . . .	88
4.3	Оценка результативности применения разработанной программной среды поддержки принятия управленческих решений в командно-ориентированной организационной системе IT-сферы на основе вычислительного эксперимента . . . . .	95
	Выводы четвертой главы . . . . .	102
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .</b>	<b>103</b>
	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .</b>	<b>107</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Акты внедрения . . . . .</b>	<b>116</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ . . . . .</b>	<b>122</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Осуществление деятельности в организационных системах основано на управлении их целенаправленным функционированием и развитием. На современном этапе для достижения определенных целей развития создаются команды специалистов, объединенных на принципах Agile. В связи с этим получает распространение новый класс организационных систем – командно-ориентированные организационные системы. Командная деятельность в таких системах характеризуется рядом особенностей: гибкие ценности, итеративный характер с разделением на стадии и спринты, оперативная оценка эффективности выполнения задач целедостижения членами команды после каждой итерации. В результате цели, определенные управляющим центром, достигаются в заданные сроки при заданном ресурсном обеспечении.

Командная деятельность представляет собой одну из форм взаимодействия активных элементов в организационной системе. Теоретические основы управления в такого рода системах нашли отражение в работах отечественных ученых: Ануфриева И.К., Буркова В.Н., Вилковой Н.Н., Емельянова С.В., Кондратьева В.В., Ларичева О.И., Моисеева Н.Н., Миркина Б.Г., Новикова Д.А., Рапацкой С.Т., Фунтова В.Н. и др.

Однако изложенные в этих работах теоретические результаты не ориентированы на учет особенностей структуры процесса целенаправленной командной деятельности, механизмов распределения ресурсного обеспечения в условиях его гибкости и итерационности. На практике для принятия управленческих решений в командно-ориентированных организационных системах используются методы экспертного оценивания, которые не всегда приводят к достижению цели в заданные сроки при определенном ресурсном обеспечении, что снижает эффективность командной деятельности. Поскольку в большинстве организационных систем целедостижение основано на количественных оценках некоторого множества показателей, целесообразно применение формализованного подхода, связанного с применением методов моделирования и оптимизации. При этом требуется выбрать такие способы формализации задач моделирования и оптимизации, кото-

рые приводят к повышению эффективности принятия управленческих решений как на структурном уровне формирования процесса командной деятельности, так и при распределении ресурсного обеспечения.

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования продиктована необходимостью дальнейшего развития аппарата математического моделирования и оптимизации с учетом особенностей принятия решений при управлении целенаправленной командной деятельностью в командно-ориентированных организационных системах.

Работа выполнена в рамках одного из основных научных направлений Воронежского государственного технического университета «Интеллектуальные информационные системы».

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является повышение эффективности управления процессами командной деятельности в рамках организационных систем на основе рекомендации методов оптимизации и нейросетевого моделирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- проанализировать математические средства повышения эффективности процессов управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах с применением оптимизационного подхода, использующего результаты нейросетевого моделирования процесса целедостижения;
- разработать оптимизационные модели и алгоритмы управления процессом выбора структурных компонентов целенаправленной командной деятельности;
- реализовать оптимизационное управление ресурсным обеспечением целенаправленного итерационного процесса командной деятельности;
- провести анализ эффективности применения нейросетевого моделирования в практике управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах;

– разработать программный комплекс поддержки принятия управленческих решений в командно-ориентированной организационной системе.

**Объектом исследования** является процесс управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах.

**Предметом исследования** являются нейросетевые и оптимизационные модели, а также алгоритмы принятия решений в системе управления целенаправленной командной деятельностью организационной системы.

**Методы исследования.** В работе использовались методы теории управления в организационных системах, теории вероятностей и математической статистики, системного анализа, нейросетевого моделирования, многоальтернативной оптимизации, а также экспертного оценивания.

**Научная новизна.** В работе получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

1. Предложена структура системы управления командной деятельностью в рамках организационной системы, отличающаяся введением в контур принятия управленческих решений наряду с экспертным оцениванием использования результатов нейросетевого и оптимизационного моделирования и обеспечивающая достижение количественно определенной цели в установленные сроки.

2. Разработаны оптимизационные модели и алгоритм принятия решений при управлении выбором структуры и последовательности выполнения задач целедостижения, отличающиеся способом синхронизации процесса экспертного оценивания и оптимизации нумерационного множества задач и обеспечивающие повышение эффективности итерационного процесса командной деятельности.

3. Разработаны оптимизационная модель и алгоритм управления процессом распределения задач между членами команды, отличающиеся учетом результатов нейросетевого моделирования на основе обученного классификатора индивидуальной предрасположенности членов команды к эффективному выполнению определенного типа задач и обеспечивающие улучшение временных показателей целенаправленной деятельности.

4. Разработаны оптимизационные модели и алгоритмы управления процессом распределения ресурсного обеспечения в командно-ориентированной организационной системе, отличающиеся формой сочетания экспертных оценок целедостижения, а также оценок степени использования ресурса на основе обученной нейросетевой модели.

5. Структура программного комплекса поддержки принятия управленческих решений в командно-ориентированной организационной системе.

**Теоретическая значимость** заключается в развитии методов принятия управленческих решений на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования путем их проблемной ориентации на особенности командной деятельности в организационных системах.

**Практическая значимость** заключается в:

– использовании разработанных моделей и алгоритмов для поддержки экспертных управленческих решений при реализации целенаправленной командной деятельности в организационных системах;

– эффективном распределении ресурсного обеспечения, выделяемого управляющим центром на деятельность команды по достижению цели в заданные сроки, между стадиями и итерациями процесса целедостижения, а также мотивационного ресурса между членами команды;

– применении разработанных программных средств путем интеграции с библиотекой программ машинного обучения и средствами мониторинга выполнения задач членами команды в практике управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах.

Разработанные модели и алгоритмы могут быть использованы в практике проектных организаций, занимающихся реализацией итерационного процесса командной деятельности при выполнении заданий, входящих в общий план работ как клиентских проектов, так и входящих в бизнес-план по развитию и улучшению внутренних автоматизированных систем и комплексов.

**Достоверность и обоснованность** результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата формирования оптимизацион-

ных моделей и алгоритмов принятия решений при управлении целенаправленной командной деятельностью, проведением экспериментальной апробации при прогнозном анализе эффективности использования результатов нейросетевого и оптимизационного моделирования в практике управления в командно-ориентированных организационных системах ИТ-сферы.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Структура системы управления командной деятельностью в организационных системах позволяет осуществить поддержку экспертных управленческих решений на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования процесса достижения количественно определенной цели в установленные сроки.

2. Оптимизационные модели и алгоритмы принятия решения при управлении выбором структуры и последовательности задач целедостижения позволяют повысить эффективность итерационного процесса командной деятельности за счет синхронизации процессов экспертного оценивания и оптимизации нумерационного множества задач.

3. Оптимизационная модель и алгоритм управления процессом распределения задач между членами команды позволяют улучшить временные показатели целенаправленной командной деятельности за счет использования нейросетевого моделирования индивидуальной предрасположенности членов команды к эффективному выполнению определенных типов задач для выбора оптимального решения.

4. Оптимизационные модели и алгоритмы управления процессом распределения ресурсного обеспечения в организационных системах позволяют повысить эффективность командной деятельности при выполнении задач в рамках стадий и итераций целедостижения заданной цели с учетом мотивации членов команды.

**Внедрение результатов работы.** Результаты исследований были успешно внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «ВГТУ» направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», в лабораторный практикум и лекционный курс по дисциплине «Проектная деятельность».

Разработанные методы, математические модели и алгоритмы принятия решений при управлении выбором структуры и последовательности выполнения задач целедостижения используются для повышения эффективности распределения ресурсного обеспечения и вознаграждения сотрудников банка по результатам целенаправленной командной деятельности в дополнительном офисе «Воронежский» Ярославского филиала ПАО «Промсвязьбанк».

Разработанный программный комплекс управления командной деятельностью при выполнении планируемых работ над клиентским проектом, интегрированный со средствами мониторинга выполнения задач членами команды и системой машинного обучения, используется для повышения эффективности распределения ресурсного обеспечения на каждой стадии разработки и мотивационного обеспечения каждого члена команды разработчиков по результатам целенаправленной командной деятельности внедрена в деятельность Центра прикладных исследований «Проектирование и разработка информационных систем», использующего технологию Agile для организации работы коллектива разработчиков программного обеспечения над программными продуктами.

**Соответствие** паспорту специальности 2.3.4. Управление в организационных системах. Содержание работы соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности:

- п.2 Разработка математических моделей и критериев эффективности, качества и надежности организационных систем;
- п.3 Разработка методов и алгоритмов решения задач управления в организационных системах;
- п.4 Разработка информационного и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в организационных системах.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы представлялись на следующих научно-практических конференциях, семинарах и совещаниях: XIV международной научно-практической конференции «Антропоцентрические науки: инновационный взгляд на образование и развитие личности» (Воронеж, 2021); Международной научно-практической конференции «Интеллек-

туальные информационные системы» (Воронеж, 2022-2024); Международной молодежной научной школе «Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах» (Воронеж, 2023-2024); Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования как локомотив развития современной науки: от теоретических парадигм к практике (НИЦ МИСИ)» (Москва, 2023) , а также на ежегодных научных конференциях и семинарах аспирантов и студентов Воронежского государственного технического университета (Воронеж, 2020 – 2024).

**Публикации.** Результаты исследований, представленных в диссертации, изложены в 15 научных работах, в том числе 6 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получено 3 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем работы 124 страницы, включая 17 рисунков и 7 таблиц. Список литературы содержит 98 наименований.

**В первой главе** проанализированы пути повышения эффективности управления командной деятельностью в организационной системе.

Командно-ориентированная организационная система рассматривается как совокупность однородных объектов, объединенных управляющим центром для выполнения заданных целей на основе управленческих решений и средств их реализации, которые разрабатываются командой исполнителей, функционирующей на принципах гибких методологий управления. Для такой системы общие принципы рассматривались как проблемно-ориентированные.

Рассмотрена структура процесса целенаправленной командной деятельности в организационной системе. Предложено для повышения эффективности управленческих действий объединить статистические данные мониторинга целенаправленной командной деятельности и использовать оптимизационный подход. Такое объединение является основой построения системы управления целенаправленной командной деятельностью, которая дополняется подсистемой корректировки управляющих решений на основе нейросетевого и оптимизационного

моделирования, обеспечивающей повышение эффективности управления целенаправленной командной деятельностью в организационной системе.

**Вторая глава** посвящена оптимизации управления командной деятельностью в организационной системе на основе структурных решений.

Рассмотрен процесс алгоритмизации принятия управленческого решения на основе оптимизационных моделей путем использования рандомизированного подхода многоальтернативной оптимизации, объединяющей в единый пошаговый поиск значений оптимизационных переменных в рамках двойной дихотомической редукции нумерационного множества задач, сформированного на основе экспертного оценивания.

Для формализованной постановки строятся оптимизационные модели. Сформированы оптимизационные модели выбора нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности, последовательности выполнения задач целенаправленной командной деятельности, распределения множества задач целенаправленной командной деятельности между членами команды.

**Третья глава** посвящена оптимизации управления ресурсным обеспечением целенаправленного итерационного процесса командной деятельности в организационной системе.

В силу того, что данная задача является комплексной, она была разбита на несколько более маленьких, исходя из содержательного описания управленческих действий при распределении ресурсного обеспечения для реализации итерационного процесса командной деятельности.

Для формализованной постановки построены следующие оптимизационные модели:

- модель распределения ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями целенаправленной командной деятельности;
- модель распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды по результатам выполнения задач.

С учетом оптимизационных моделей разработан алгоритм принятия управленческих решений по распределению мотивационного ресурсного обеспечения

между членами команды, позволяющий организовать пошаговый поиск за счет перехода к случайным реализациям переменных, равномерно распределенных на заданном интервале. В этот алгоритм поиска интегрируется обучение нейросетевой модели, определяющей направление движения по оптимизируемым переменным.

**В четвертой главе** рассматривается структура программного обеспечения оптимизации принятия управленческих решений, информационное взаимодействие программных модулей, а также проводится оценка результативности применения разработанной программной среды поддержки принятия управленческих решений.

Программное решение обеспечивает процесс оптимизации принятия управленческих решений по выбору структурных компонентов командной деятельности в организационных системах, по распределению ресурсного обеспечения на реализацию итерационного процесса командной деятельности в организационной системе, также по распределению задач и мотивационного ресурса между членами команды в организационной системе.

Для дальнейшего применения в практике оптимизации управления целенаправленной командной деятельностью персонала в организационной системе разработаны три программы, позволяющие оценить возможность улучшения показателей эффективности целенаправленной командной деятельности.

## ГЛАВА 1. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОМАНДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Повышение эффективности управления командной деятельностью в Agile-ориентированной организационной системе определяется рядом особенностей [68, 41]: целенаправленным характером, итеративной формой реализации жизненного цикла, оцениванием результатов выполнения работ после каждой итерации, целесообразностью использования при управлении структурных решений, вариативности распределения ресурсного обеспечения, мотивационного ресурса [82, 76]. Учет перечисленных особенностей позволяет обосновать структуру процесса целенаправленной командной деятельности, инициируемой управляющим центром посредством определения цели, требований к количественным показателям целедостижения и перечня задач, обеспечивающих выполнение требований. Кроме управляющего центра во взаимодействии с командой участвует Agile-менеджер, что позволяет организовать деятельность исполнителей по стадиям и итерациям и обеспечить согласование и выполнение временных и ресурсных характеристик [79].

Вариативность структурных и ресурсных решений, возможность мониторинга количественных показателей командной деятельности и достижения целевых установок объектами организационной системы создает предпосылки для применения оптимизационного подхода при принятии управленческих решений [51]. Для математического описания экстремальных и граничных требований в задачах оптимизации требуется нейросетевое моделирование на основе статистических выборок мониторируемых данных.

Особенности процесса управления и направленность оптимизационного моделирования, совмещенного с нейросетевым моделированием, позволяют предложить структуру системы управления целенаправленной командой деятельности в Agile-ориентированной организационной системе, включающую подсистемы планирования управленческих решений по организации командной деятельности и их корректировке.

## 1.1 Особенности управления целенаправленной командной деятельностью

Прежде, чем перейти к анализу особенностей управления целенаправленной командой деятельностью в командно-ориентированной организационной системе, введем ряд понятий и определений.

Под командно-ориентированной организационной системой будем понимать совокупность однородных объектов, объединенных управляющим центром для выполнения заданных целей на основе управленческих решений и средств их реализации, которые разрабатываются командой исполнителей, функционирующей на принципах Agile [67, 81]. Команду, деятельность которой осуществляется на принципах Agile, будем называть Agile-командой. Для такой системы общие принципы Agile [2, 72] трансформируются в проблемно-ориентированные [77]:

- непрерывное взаимодействие команды с управляющим центром и регулярное предоставление результатов деятельности по достижению заданной цели;
- готовность вносить изменения в результаты командной деятельности в случае коррекции управляющим центром требований к выполнению цели, сводя к минимуму задержки;
- разбиение процесса разработки на короткие периоды (спринты) и предоставление управляющему центру результатов в конце каждой итерации;
- обеспечение согласованности действий за счет ежедневного контакта исполнителей как внутри команды, так и с управляющим центром;
- создание необходимых условий для мотивированных действий исполнителей при максимальном доверии к полученным ими результатам;
- повышение эффективности командой деятельности за счет передачи информации в режиме личного общения;
- главным критерием эффективности командной деятельности является полученный результат по созданию средств достижения заданной цели;
- поддержка нарастающего темпа выполнения работ при заданных сроках;
- командная деятельность на каждой итерации должна приносить обновление и улучшение в организации работ;

- необходимость избегать затрат времени на дополнительные шаги, не добавляющих ценности разработки;

- способность команды к самоанализу, чтобы избежать нерациональных действий и постоянно развивать навыки инновационной деятельности.

Исходя из приведенных выше принципов охарактеризуем особенности управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированной организационной системе.

### 1. Целенаправленный характер командной деятельности

Целенаправленный характер командной деятельности состоит в том, что команда создается и функционирует для разработки управленческих решений и средств их реализации, обеспечивающих достижение определенной цели, заданной управляющим центром [75, 56]. При этом управляющий центр имеет возможность задавать эту цель количественными значениями множества показателей  $F_i^*$ ,  $i = \overline{1, I}$ . Множество показателей  $i = \overline{1, I}$  является подмножеством всех показателей периодического мониторингового оценивания эффективности функционирования и развития рассматриваемой организационной системы. Для достижения поставленной цели управляющий центр экспертным путем определяет и предлагает команде выполнение  $m = \overline{1, M}$  задач. Каждая  $m$ -я задача связана с разработкой средств, обеспечивающих принятие управленческих решений целедостижения по определенной группе показателей. Процесс разработки командой исполнителей средств реализации управленческих решений в соответствии с количественно заданной целью, декомпозированной на задачи, будем называть целенаправленной командной деятельностью [26]. Цель её количественные оценки и перечень задач являются основой для формирования задания команде.

Для управления выполнением задания управляющим центром назначается менеджер команды.

Задание на разработку продукта и в Agile-ориентированных системах интерпретируются как бэклог продукта [42].

Обычно первый бэклог любого продукта является простым описанием требуемого функционала. Важно понимать, что бэклог продукта не может быть

завершенным, потому что он постоянно улучшается и динамически меняется [60, 37].

2. Итеративная форма реализации жизненного цикла командной деятельности

В соответствии с рассмотренными выше принципами весь жизненный цикл командной деятельности от получения задания на разработку средств целедостижения до их утверждения и приемки в эксплуатацию управляющим центром разбиваются на определенные временные периоды: стадии и спринты.

В работах Брюса Такмана 1965 года [35] и последующей совместной модификацией вместе с Мэри-Энн Йенсен в 1977 году [4] предложены стадии развития Agile-команды.

– Формирование (Forming) Данная стадия является начальной. Команда ещё не сработалась, члены команды только знакомятся и занимаются выполнением рутинных задач. В ходе этого процесса основным приоритетом является накопление информации и начало реализации стратегий и целей. Менеджер смотрит кто и как работает и определяет сильнейшие черты каждого из членов команды, параллельно узнает о слабостях, что позволяет в последствии более точно распределять работы для их скорейшего успешного выполнения.

– Конфликтная (Storming) В результате формирования конечного состава команды, все участники начинают активно работать над проектом, предлагать свои идеи. Самые опытные сотрудники определяют вектор развития, менее опытные зачастую стремятся избегать серьезных вопросов и фокусируются на несущественных мелочах. По мере того, как команда пытается самоорганизоваться, могут происходить конфликты. В данный период происходит «болезненный» рост команды, в котором менеджер должен взять на себя функцию разрешения спорных ситуаций, помогать участникам срабатываться и подавать пример профессионального поведения.

– Нормирующая (Norming) Данный этап характеризуется сплоченностью команды. Менеджер начинает согласование общего плана работ над продуктом. Далеко не все идеи будут реализованы, от некоторых идей придется отказаться для

общего успеха. Члены команды разделяют чувства и идеи друг друга, дают и получают обратную связь, творчески и сплоченно решают задачи. Однако, менеджер должен быть готов к тому, что кто-либо из команды может начать сопротивляться возникающим изменениям.

– Исполнительная (Performing) На данной стадии команда окончательно сработалась. Момент перехода к данной стадии характеризуется развитием взаимоотношений между членами команды до истинной взаимосвязанности. Команда начинает постепенно добиваться результатов, умеет саморегулироваться для выполнения работы гладко и без неуместных споров.

В зависимости от размеров и сложности продукта, его разработка происходит в ходе определенного количества итераций (спринтов) с фиксированной продолжительностью. Количество и их продолжительность определяются на начальном этапе работ над проектом.

На основе бэклога продукта формируется бэклог спринта – выбранный набор элементов бэклога проекта для реализации в данной итерации [52]. Он состоит из:

- цели спринта, отвечающие на вопрос «зачем делать?»;
- элементы бэклога продукта, выбранных для реализации в текущей итерации и отвечающих на вопрос «что делать?»;
- план выполнения бэклога и прикладных к нему задач, отвечающих на вопрос «как делать?».

Итеративная организация жизненного цикла командной деятельности обеспечивает снижение рисков не выполнить работы в установленный срок  $T$ , позволяя команде использовать оценки управляющего центра и извлеченный опыт взаимодействия, полученный между итерациями.

### 3. Оценивание результатов деятельности команды после каждой итерации

О том насколько качественно подобраны показатели эффективности и качественно ли они применены, можно судить при подведении итогов спринта.

Управляющий центр в данном случае рассматривает либо вопрос пересмотра бэклога спринта, либо длительности спринта, либо пересмотр показателей эффективности.

Agile-ориентированная компания следует ряду простых принципов, основные из них следующие [40]:

- взаимодействие внутри команды важнее процессов и инструментов;
- работающий продукт приоритетнее подробной документации;
- готовность к моментальным изменениям важнее следования первоначальным задумкам.

Планирование следующей итерации происходит по мере выполнения задач целедостижения в рамках предыдущей. Основу оценивания результатов деятельности членов Agile-команды после каждой итерации составляют следующие аспекты:

Symptom – симптом, актуальные состояния, «что сейчас происходит»;

Cause – причина этого состояния, «что привело к тому, что происходит сейчас»;

Outcause – желанное будущее состояние, «к какому результату стремиться»;

Resource – необходимый ресурс, «что необходимо, чтобы перейти к желанному результату»;

Effect – будущие эффекты и последствия, «что даст переход к желанному состоянию».

Все эти аспекты определяют последовательность управленческих действий при реализации итеративного процесса командной деятельности.

Перечисленные аспекты являются логическими оценками переходов между спринтами. Однако, для выбора управленческих решений необходимы количественные оценки итерационного процесса:

#### 1. Производительность

Velocity – измеряется количеством выполненных задач в течении одной итерации;

WIP (work-in-progress) – определяет лимит задач на разных стадиях;

## 2. Прогнозирование:

Capacity – количество идеальных единиц времени, доступных в следующем спринте, что позволяет спланировать количество задач для спринта;

## 3. Качество:

Индекс стабильности требований:

$$\theta = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{x_1},$$

где  $x_1$  - общее число требований управляющего центра  $F_i^*$ , характеризующих количественные оценки процесса целедостижения, в рамках завершенного спринта;

$x_2$  - число требований, которое изменилось для следующего спринта;

$x_3$  - число добавленных требований для следующего спринта;

$x_4$  - число исключенных требований для следующего спринта.

## 4. Ценности:

В случае направленности командной деятельности на целедостижение по количественным показателям  $F_i^*$ ,  $i = \overline{1, I}$  конечная ценность проекта определяется числом показателей, которые при его реализации в управлении организационной системой по результатам мониторинга достигли  $\varepsilon$ -области требований, установленных управляющим центром, то есть это величина:

$$I_1 \forall F_{i_1}^* - F_{i_1} \leq \varepsilon, i_1 = \overline{1, I_1} \in \overline{1, I},$$

где  $F_{i_1}$  - значение  $i_1$ -го показателя, достигнутого при реализации проекта.

Помимо оценивания после каждой итерации деятельности в целом команды в Agile-ориентированных системах оценивается деятельность  $n$ -го члена команды  $n = \overline{1, N}$ . С этой целью по итогам его деятельности определяется характер по выполнению задач:

- находится в исполнении;
- готова для проверки управляющим центром;
- находится на проверке;
- определена управляющим центром как выполненная.

По перечисленным показателям осуществляется мониторинг эффективности командной деятельности и деятельности членов команды, который используется Agile-менеджером для управления.

4. Целесообразность использования для управления целенаправленной командной деятельностью структурных решений.

Для управления целенаправленной командной деятельностью целесообразно использовать следующие структурные решения:

- выбор множества задач, позволяющих обеспечить конечную ценность проекта в заданный срок;
- выбор последовательности выполнения задач при заданном сроке цели достижения;
- распределение задач между членами команды в зависимости от их ориентированности на определенную категорию задач.

Необходимость структурного решения, определяющего минимальный набор задач для достижения конечной ценности проекта, возникает по причине избыточности того множества задач, которое предлагается на основе экспертных оценок управляющим центром до начала командной деятельности. Выбор последовательности выполнения задач при заданных сроках с одной стороны позволяет подтвердить результативность предыдущего структурного решения по перечню задач, а с другой верифицировать предварительно установленный управляющим центром срок. Одновременно устанавливается число членов команды  $N$ , исходя из заданного объема ресурсного обеспечения.

Третья группа структурных решений позволяет максимально использовать умения и навыки членов команды по выполнению определенной категории задач.

Перечисленные структурные решения создают условия для гибкого руководства проектом Agile-менеджером. В этом случае у него появляется возможность действовать за рамками тактического управления командой, заниматься общей стратегией и координацией проекта. Первая группа структурных решений позволяет ему обеспечивать достижение цели не через выполнение всего множества задач, предлагаемых управляющим центром, а через минимизацию это-

го множества при условии выполнения требований по всем показателям. Вторая группа структурных решений предоставляет ему обоснованную оценку для согласования с управляющим центром срока выполнения проекта. Третья группа структурных решений освобождает его от рутинной деятельности по распределению задач между членами команды и позволяет сосредоточиться на согласовании с управляющим центром при определении успешно выполненных задач.

5. Целесообразность ресурсораспределительного управления командной деятельностью

Управляющий центр определяет сроки ( $T$ ) и объем ресурсного обеспечения ( $V$ ) для выполнения проекта. При этом возможны две формы распределения ресурса: равномерное и неравномерное. Поскольку число членов команды фиксировано, а основной ресурс для её целенаправленной деятельности расходуется на оплату труда исполнителей, то его распределение между итерациями равной длительностью осуществляется равномерно и при заданном сроке  $T$  определяет общее число спринтов, позволяющих достичь конечной ценности проекта.

Неравномерная форма распределения ресурсного обеспечения требуется для управления развития Agile-команды по стадиям. Прогнозирование количества итераций, необходимых для развития команды на определенной стадии позволяет Agile-менеджеру направлять ресурс таким образом, чтобы поддерживать динамику изменения эффективности командной деятельности по графику, устанавливаемому на экспертном уровне [98]. Тогда задача ресурсораспределительного управления трансформируется в задачу распределения итераций между стадиями. О прогнозируемом режиме распределения указано выше. В зависимости от реальной эффективности командной деятельности Agile-менеджер корректирует это распределение и при необходимости согласовывает с управляющим центром новые сроки выполнения проекта при неизменном объеме ресурсного обеспечения.

6. Целесообразность управления мотивационными условиями целенаправленной командной деятельности

Немаловажной функцией управления является расширение компетенций участников процесса разработки. Достигается это несколькими способами: вы-

дача доступа к обучающим ресурсам, работа над развитием гибких навыков, профессиональных способностей и умений, поощрение сотрудников за самостоятельное развитие.

Согласно двухфакторной теории мотивации Ф. Герцберга на мотивацию сотрудника влияют как «гигиенические» факторы, те факторы, что побуждают работника возвращаться на работу, к ним относятся: условия работы, помещение, культура, политика компании в отношении внутренних процессов, оплата труда, материальное поощрение [17, 15, 16].

К «мотивирующим» факторам относятся: успех, продвижение по службе, признание результатов работы, высокая степень ответственности, возможность реализации своего творческого потенциала и профессионального роста. Соответственно, эти факторы побуждают каждого члена команды работать с каждым днем всё лучше и лучше.

Управляющий центр влияет сразу на обе категории факторов [89]. Материальное поощрение используется по результатам спринтов, в зависимости от личного вклада каждого участника команды. Так как команда способна саморегулироваться, каждый человек, который достаточно продуктивен, косвенно своим примером мотивирует менее продуктивных сотрудников.

Также управляющий центр побуждает сотрудника к саморазвитию применяя «мотивирующие» факторы. В частности, давая разнообразные задачи, а не в точности следовать рекомендации полученной на основе ключевых показателей эффективности, это замедлит профессиональное «выгорание» и мотивирует активнее работать. Обучающие материалы используются не только для повышения уровня умений сотрудника, но и для того, чтобы показать сотруднику признание результатов его работы и его незаменимость в команде [88].

Управление осуществляется путем распределения части объема ресурсного обеспечения, предусмотренного для формирования мотивационных условий на каждой итерации. При этом Agile-менеджер регулирует неравномерное распределение объема мотивационного ресурсного обеспечения ( $V^M$ ) между итерациями.

Распределение между членами команды осуществляется в зависимости от оценки итогов их деятельности по окончании спринта.

С учетом рассмотренных выше особенности предлагается структура процесса целенаправленной командной деятельности в организационной системе (рисунок 1.1). В рамках этой структуры представлены основные компоненты: управляющий центр, объекты организационной системы, Agile-менеджер и Agile-команда – взаимодействие между ними. Управляющий центр устанавливает цель командной деятельности, количественные показатели, характеризующие цель, и требования к ним, перечень задач, обеспечивающих выполнение заданной цели.



Рисунок 1.1 — Структура процесса целенаправленной командной деятельности в организационной системе

Важной составляющей структуры является взаимодействие управляющего центра и Agile-менеджера команды по согласованию сроков, ресурсов для ор-

ганизации командной деятельности и количества исполнителей, включаемых в команду. Наряду с этой стратегической функцией Agile-менеджер обеспечивает выполнение согласованных характеристик при организации итерационного процесса командной деятельности и определяет уровень поддержки мотивационных условий. При принятии решений он ориентируется на мониторинг деятельности Agile-команды, ее членов и мониторинг количественных показателей функционирования объектов организационной системы, позволяющий определить ценность выполненного проекта. В большинстве случаев при принятии решений менеджер ориентируется на свой опыт, экспертные оценки управляющего центра. Для повышения эффективности управленческих действий целесообразно формализовать статистические данные мониторинга и использовать оптимизационный подход.

## **1.2 Возможности оптимизационного подхода, использующего результаты нейросетевого моделирования, для повышения эффективности управления командной деятельностью**

Рассмотрим содержательные постановки задач управления, охарактеризованных при описании особенностей 4-6 в параграфе 1.1, с позиций возможности использования оптимизационного подхода.

Оптимизация процесса решения задач, обеспечивающих выполнение заданной цели, идет путем оптимизации процесса командной работы, которая строится согласно определенному алгоритму:

- увеличение прозрачности процесса командной работы, это необходимо для того, чтобы каждый член команды понимал как его работы влияет на весь процесс;
- упрощение применения принципов бережливого производства [92];
- адаптация и проверка новых методов работы команды;
- сосредоточенность на результате;
- локальная оптимизация даст меньше преимуществ, чем оптимизация всего процесса, следовательно, нужно анализировать весь процесс и ориентироваться на общие проблемы.

Ключевым лицом из управляющего центра при работе над проектом является менеджер, он отвечает за подбор команды и общий настрой при работе, он же отвечает за соблюдение принципов scrum [31, 57]. Также контакт команды с управляющим центром ведется через менеджера, обратная связь от клиента обсуждается на обязательных ежедневных собраниях [96, 97].

Хотя Agile-принципы и направлены на оптимизацию процесса работы команды, сам процесс разработки, который занимает большую часть времени, является творческим. Это в свою очередь означает, что рабочая рутина приведет к выгоранию разработчиков [90, 54]. Чтобы этого не допустить, необходимо больше времени уделять самой команде и настройкам внутри нее.

Чтобы было больше времени на микро-менеджмент внутри команды, необходимо провести оптимизации рутинного процесса.

Самым рутинным процессом в слаженной работе команды является процесс распределения задач. Оптимизация данного процесса позволит выделить освободившееся время команде.

Для увеличения времени на микро-менеджмент внутри команды необходимо автоматизировать рутинные процессы с использованием оптимизационного подхода.

Для повышения эффективности командного взаимодействия и индивидуальной деятельности членов команды управляющий центр изначально должен определить достоинства каждого человека, которые были отобраны для работы над проектом. Должны быть выбраны ключевые показатели эффективности в рамках данного проекта, на основе которых будут определяться области, в которых член команды будет максимально эффективен [43].

Чтобы было проще проводить оценку согласно показателям эффективности, управляющему центру необходимо выбрать структуру задач целенаправленной командной деятельности, в которых можно как наглядно найти отличия в области деятельности члена команды, так и использовать для этого оптимизационный подход.

После того как структура задач выбрана, ключевые показатели эффективности выбраны, управляющий центр должен собрать статистические данные о каждом члене команды, то есть каждый должен попробовать выполнить задачи разных типов. Обычно один человек может эффективно справляться с несколькими типами задач, например, разработка новых функций и написание автоматизированных тестов. В таких случаях распределение задач будет осуществляться с учетом максимальной приемлемой эффективности при минимально затраченном времени.

Неоднозначность традиционных методов экспертного оценивания процесса целедостижения при сроках обеспечения значений показателей, заданных управляющим центром, указывает на необходимость их оптимизации. Например, на их неоднозначность указывает наличие различных моделей оценки эффективности, которые в некоторых своих особенностях пересекаются, в частности: модель GPRI [10], модель эффективной командной работы Д. Катценбаха и Д. Смита [49], модель 7Т Ломбардо и Эйчингера [36], классификация команд, предложенная Ларсоном и Ла Фасто в 1989 году [25], модель Дж. Ричарда Хэкмана [14], модель Ленсиони [69] и модель Карякина А.М., Пыжикова В.В. [58].

Реализация оптимизационного подхода достигается в рамках моделирования и алгоритмизации двойной редукции [47] исходного множества задач, определенных на экспертном уровне.

На первом этапе необходимо применить многоальтернативную оптимизацию и количественное экспертное оценивание [53] для формирования нумерационного множества задач, обеспечивающих достижения цели командной деятельности.

На втором – для выбора последовательности выполнения задач, входящих в редукционное множество при организации итерационного процесса, принятого в Agile-ориентированных организационных системах. Для принятия управленческих решений необходимо использовать схему пошагового рандомизированного поиска [7], объединяющего оба этапа двойной редукции.

Окончательный выбор проводится на основе набора экспертных правил. В результате будет получен вариант структуры задач, обеспечивающий в заданные сроки при определенном количестве членов команды достижение цели с заданными значениями количественных показателей.

Важно понимать, что оптимизировав процесс распределения работ между членами команды, менеджер будет заниматься только общением с командой и управляющим центром и будет заниматься микро-менеджментом. При этом высока вероятность того, что менеджер упустит момент с управлением ресурсным обеспечением целенаправленного процесса командной деятельности в Agile-ориентированных организационных системах.

Соответственно, необходимо заняться оптимизацией распределения ресурсного обеспечения, определяемого управляющим центром: во-первых, между стадиями и итерациями процесса командной деятельности; во-вторых, между членами команды для мотивации эффективного выполнения работ, обеспечивающих целедостижения.

Формализация и решение задачи оптимизации прогнозирования распределения ресурсного обеспечения между стадиями представляет собой сочетание экспертного оценивания желаемого изменения эффективности командной деятельности и оптимизационного моделирования на основе многошагового процесса принятия оптимальных решений. В свою очередь, задача распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды является оптимизационной задачей булевого программирования [61], для решения которой лучше использовать алгоритм, основанный на направленном рандомизированном поиске.

Оптимизационный подход целесообразно сориентировать на четыре стадии развития командой деятельности. Стадии отличает учет возможностей команды в обеспечении целедостижения на основе прогнозирования экспертами управляющего центра количества задач, выполненных в полном объеме на каждой итерации (спринте). В этом случае распределение ресурсного обеспечения пропорционально оптимальному количеству итераций, включаемых в каждую стадию раз-

вития командной деятельности. По результатам реализации итерационного процесса осуществляется оптимальное перераспределение ресурсного обеспечения в том случае, если эти результаты не совпадают с прогнозными целями.

Для той части ресурсного обеспечения, которая направлена на мотивацию членов команды в итерационном процессе целедостижения, приемлемо использование оптимизационного подхода на четвертой стадии развития команды. Оптимальное распределение осуществляется с учетом данных о результатах деятельности каждого члена команды и использовании мотивационного ресурса на предыдущих стадиях.

В соответствии с содержательными постановками формализованное представление задач управления представляется тремя классами задач математического программирования [61, 95]: булевого, динамического и нелинейного.

Оптимизация управления на основе структурных решений осуществляется с использованием формализованного описания экстремальных и граничных требований, включающих альтернативные переменные.

$$x_m = \begin{cases} 1, & \text{если выбирается } m\text{-я альтернатива} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}, m = \overline{1, M} \quad (1.1)$$

Постановка задачи оптимизации с учетом (1.1) имеет вид:

$$\begin{aligned} \Psi(x_m, a) &\rightarrow \underset{x_m}{extz}, \\ f_g(x_m, c) &\leq b_g, g = \overline{1, G}, \\ x_m &= \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, m = \overline{1, M} \end{aligned} \quad (1.2)$$

где  $\Psi$  - функция, отражающая экстремальные требования и зависящая от оптимизируемых переменных (1.1) и некоторого параметра  $a$ ,  $f_g$  - функции, отражающие граничные требования и зависящие от оптимизируемых переменных и некоторого параметра  $G$ ,  $b_g$  - количественная оценка граничного условия.

Задача (1.2) является задачей булевого программирования. При распределении ресурсного обеспечения функций  $\Psi$  и  $f_g$  зависят не только от оптимизируемой

переменной  $V$  и параметров, по и от номера временного периода итеративного процесса командной деятельности  $l = \overline{1, L}$ .

$$\Psi(V, a, l), f_g(V, C, l). \quad (1.3)$$

В случае (1.3) имеет задачу динамического программирования.

При оптимизации распределения мотивационного ресурса между членами команды переменные на каждой  $l$ -й итерации переменные  $v_{ln}$  являются непрерывными и заданными на некотором интервале:

$$v_n \leq v_{ln} \leq v_n, n = \overline{1, N} \quad (1.4)$$

В этом случае функции  $\Psi$  и  $f_g$  зависят от непрерывной оптимизируемой переменной  $v_{nl}$

$$\Psi(v_{nl}, a), f_g(v_{nl}, c). \quad (1.5)$$

Кроме учета нелинейных зависимостей (1.5) в задачу оптимизации добавляются ограничения (1.4). В результате имеем задачу нелинейного программирования.

Методы и алгоритмы решения перечисленных классов задач даны в пунктах 2.4, 3.3. Выбор конкретного алгоритма зависит от вида функций  $\Psi$  и  $f_g$  размерности задач, способа объединения оптимизационного поиска для одновременного решения связанных задач, возможности перехода к эквивалентным задачам оптимизации, учитывающим граничные условия либо зависимости (1.3) от временного параметра  $l$ .

При постановке перечисленных задач оптимизации необходимо идентифицировать вид функций  $\Psi$  и  $f_g$  и параметры  $a, c$ . В ряде случаев вид этих функций заранее известен, тогда требуется восстановить только значения параметров  $a$  и  $c$ .

В первой ситуации целесообразно ориентироваться на машинное обучение по экспериментальным выборкам нейросетевой модели регрессии, во втором – нейросетевой модели классификации с последующим экспертным оцениванием.

Проведем сравнительный анализ подходов и программных средств машинного обучения для перечисленных классов нейросетевых моделей.

Самыми популярными и комплексными программными средствами машинного обучения в языке программирования Python являются: TensorFlow, Keras, XGBoost, Caffe, Apache MXNet.

Самым крупным проектом в данной области является TensorFlow. TensorFlow – это набор программных средств и компонентов с открытым исходным кодом для машинного обучения, которая имеет обширный набор функций и инструментов, позволяющая исследователям внедрять актуальные технологии машинного обучения, а разработчикам достаточно просто и быстро создавать и развертывать приложения на основе машинного обучения [33].

Данный программный комплекс обладает рядом существенных преимуществ [1].

Основным из них является наличие у TensorFlow мощных и гибких средств визуализации как результатов моделирования, так и самих моделей [32].

Библиотека активно развивается как компанией Google, так и сообществом, что дает высокую частоту обновлений и исправления ошибок в библиотеке [9].

TensorFlow имеет обширный и удобный инструментарий для отладки составленных моделей, что существенно облегчает обнаружение ошибок и их исправление впоследствии [19].

Чем сложнее оптимизируемая задача, тем выше вероятность возникновения проблемы производительности моделей машинного обучения. В таких ситуациях лучшим выходом будет масштабирование системы, которое не только помогает экономить время обучения и работы, но и в целом повышает производительность системы. Для этих целей в TensorFlow имеется простой и эффективный функционал [5].

Иногда для оптимизации нагрузки нет острой необходимости в масштабировании модели и системы, достаточно проводить параллельные вычисления. В TensorFlow есть широкий спектр мощных средств конвейерной обработки, параллелизма.

Относительно своих конкурентов TensorFlow является самым производительным на больших объемах данных за счет своих структурных особенностей и функциональности [22].

В силу того, что TensorFlow большой и комплексный продукт, в нем также присутствуют свои недостатки.

Самым существенным недостатком является отсутствие символических циклов. Важно понимать, что символические циклы нужны для того, чтобы проводить обучение и необходимые работы с динамическими данными. Из-за того, что TensorFlow разворачивается данные один раз перед обучением, данный функционал недоступен. Разработчики решили данную проблему путем добавления Keras к TensorFlow, начиная с версии 2.0 [30].

По причине того, что TensorFlow достаточно большой программный продукт, он имеет посредственную скорость и при работе с ним необходимо искать компромиссы для конкурентной скорости работы в сравнении с другими известными библиотеками.

Вычисления на графических процессорах достаточно сильно ускоряют работу и обучение. Без дополнительных манипуляций TensorFlow поддерживает только процессоры Nvidia и не поддерживает альтернативные процессоры [34]. Поддержка OpenCL есть в TensorFlow, но используется она там только для вывода информации и в большей мере на видеоадаптерах мобильных устройств, что видно из новости от Google [13].

К менее существенным недостаткам относятся:

- Отсутствие полной поддержки работы в операционных системах семейства Windows;
- Из-за существенных особенностей в архитектуре TensorFlow, достаточно трудно найти и исправить ошибку.

Альтернативой TensorFlow является библиотека глубокого обучения Keras [23], которая представляет из себя высокоуровневый API, написанный на Python и способный работать поверх TensorFlow. Данная библиотека была создана с рас-

четом на быстрое обучение с наименьшими временными затратами на разработку модели машинного обучения.

К преимуществам данной библиотеки относятся следующие особенности [28].

Основным преимуществом Keras является удобное и быстрое развертывание [18].

Преимущество в развертывании обусловлено высококачественной документацией [20] и активной поддержкой сообществом разработчиков [8].

Keras имеет модульную структуру и до 2019 года поддерживались различные низкоуровневые библиотеки: TensorFlow, Microsoft Cognitive Toolkit, DeepLearning4j, и Theano. Однако, после объединения данной библиотеки с TensorFlow, осталась только её поддержка [29].

Для ускорения старта работ над данными, в данной библиотеке имеется готовый набор натренированных моделей [21], что является положительной стороной Keras.

В силу того, что Keras распространяется в составе TensorFlow, то как преимущества, так и недостатки работы с графическими процессорами у них одинаковы.

Более узконаправленным, но не менее эффективным является библиотека XGBoost [39].

XGBoost – это оптимизированная распределенная библиотека для ускорения градиента, разработанная для того, чтобы быть высокоэффективной, гибкой и портативной. В ней реализованы алгоритмы машинного обучения в рамках Gradient Boosting framework. XGBoost обеспечивает параллельное повышение дерева (также известное как GBDT, GBM), которое быстро и точно решает многие проблемы науки о данных. Один и тот же код работает в основных распределенных средах (Hadoop, SGE, MPI) и может решать проблемы, число которых превышает миллиарды примеров.

Несмотря на то, что данная библиотека довольно полезна, у неё также есть как сильные, так и слабые стороны, например, к сильным сторонам можно отнести [27]:

- Высокая точность, относительно конкурентов [6];
- Сильная гибкость, позволяющая использовать данную библиотеку под широкий спектр задач;
- Нестандартная блочная структура позволяет использовать параллельность вычислений, что значительно сокращает как объем, так и время вычисления;
- Приближенный алгоритм преобразования. Когда узел дерева разделен, нужно вычислить коэффициент усиления, соответствующий каждой точке разделения каждого объекта, то есть использовать жадный алгоритм для перечисления всех возможных точек разделения. Когда данные не могут быть загружены одновременно или распределены, жадность очень мала, поэтому данная библиотека также предлагает параллельный приближенный алгоритм для эффективного создания точек разделения кандидатов.
- Встроенная перекрестная проверка. XGBoost позволяет проводить перекрестную проверку в каждом раунде итераций. Таким образом, мы можем легко получить доступ к лучшим итерациям. GBM использует поиск по сетке и может обнаружить только ограниченное значение.

Сильные стороны в свою очередь исходят из определенной алгоритмической структуре библиотеки [58].

Слабые стороны данной библиотеки связаны со следующими особенностями:

- Хотя объем вычисления оптимальной точки разделения может быть уменьшен за счет использования заранее определенного и приближенного алгоритма, в процессе разделения в узле все еще необходимо проходить наборы данных;
- Пространственная сложность процесса предварительной компоновки высока: необходимо сохранить не только значение характеристики, но и индекс ста-

статистического значения градиента образца, соответствующего образцу, что эквивалентно удвоенному потреблению памяти.

Одной из актуальных сред глубокого обучения является Caffe (Convolution Architecture For Feature Extraction – Сверточная архитектура для извлечения признаков) [11]. Благодаря своей архитектуре достаточно просто и активно внедрять инновации из сферы нейросетевого обучения. Широкий набор моделей и способов оптимизации помогает быстро настроить среду с помощью файлов конфигураций и начать собственные исследования. Скорость же данной библиотеки достигается за счет возможности использования графического процессора.

Apache MXNet – это программный фреймворк глубокого обучения с открытым исходным кодом, используемый для обучения и развертывания глубоких нейронных сетей [3].

Данный программный продукт разработан Apache Software Foundation, он легко масштабируемый, поддерживает гибкую модель программирования и широкий список языков программирования, что в свою очередь позволяет быстро обучать модели. Нейронные сети можно масштабировать как за счет добавления графических процессоров, так и для нескольких компьютеров.

Преимуществами Apache MXNet являются [12]:

- Эффективный, масштабируемый и быстрый;
- Поддерживается всеми основными платформами;
- Обеспечивает поддержку графического процессора, а также режим с несколькими графическими процессорами;
- Поддержка таких языков программирования, как Scala, R, Python, C++ и JavaScript;
- Простое обслуживание моделей и высокопроизводительный API.

Недостатками данного продукта являются:

- По сравнению с TensorFlow, MXNet имеет меньшее сообщество с открытым исходным кодом;
- Улучшения, исправления ошибок и другие функции занимают больше времени из-за отсутствия серьезной поддержки сообщества;

– Несмотря на то, что MXNet широко используется многими организациями в сфере технологий, он не так популярен, как Tensorflow.

Если обратить внимание на достоинства и недостатки сравниваемых программных средств, то можно сделать вывод, что ряд проблем, с которыми можно столкнуться в процессе разработки, будет одинаков, независимо от выбора средств реализации. Следовательно, следует обратить внимание в большей степени на частоту обновления библиотеки и скорость исправления найденных проблем. Этой точки зрения лучшим выбором будет Tensorflow [65].

Таким образом для принятия управленческих решений, обеспечивающих эффективную целенаправленную деятельность команды, следует объединять с экспертным оцениванием, принятом в Agile-ориентированных организационных системах, нейросетевое и оптимизационное моделирование. Такое объединение является основой построения структуры системы управления целенаправленной командной деятельностью.

### **1.3 Структура системы управления целенаправленной командной деятельностью на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования**

На основе анализа особенностей управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированной организационной системе и возможностей нейросетевого и оптимизационного моделирования в повышении эффективности принятия управленческих решений предлагается сформировать структуру системы управлений, представленную на рисунке 1.2.

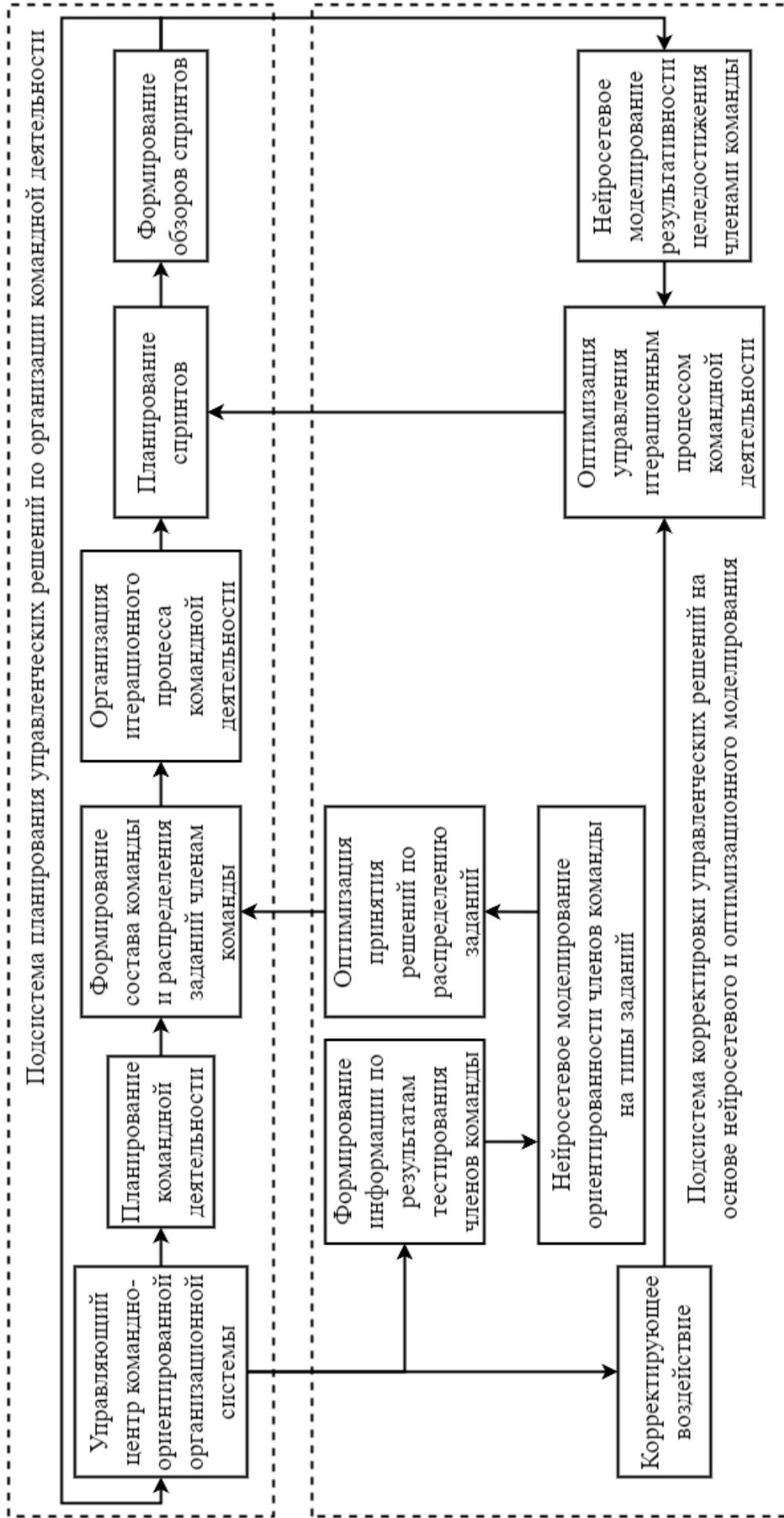


Рисунок 1.2 — Структура системы управления целенаправленной командной деятельностью в организационной системе

Ведущей составляющей структуры является управляющий центр командно-ориентированной организационной системы, основная функция которого состоит в принятии управленческих решений по выработке корректирующих воздействий на все внутренние системы и процессы, формализация и формирование входных данных для всех внутренних процессов оптимизационного моделирования [94]. При реализации управленческих действий осуществляется взаимодействие с Agile-менеджером команды.

Также управляющий центр организационной системы отвечает за планирование командной деятельности. В частности, на начальном этапе работы при получении задания строится примерный план о структуре исполнительской команды.

В формировании команды и распределении заданий членам команды управляющий центр применяет оптимизационный подход. Формализует результаты тестирования всех членов команды, с помощью нейросетевого моделирования проверяет ориентированность каждого члена команды на различные типы заданий. В конечном итоге получается сформированная сбалансированная команда, распределение задач внутри которой происходит без прямого участия управляющего центра.

В момент организации итерационной командной деятельности управляющий центр проводит процедуру формализации требований к количественным показателям, характеризующим цель проекта, проводит совещание со сформированной командой, составляет видение конечного продукта в виде формализованных и точно сформулированных задач, то есть получает бэклог продукта.

На основе бэклога продукта управляющий центр планирует спринты. В первый спринт обычно попадают не самые сложные задачи, чтобы проверить слаженность работы команды. В конце каждого спринта составляется обзор спринта, проводится подведение итогов периода, уточнение задач, которые переходят на следующую итерацию в виде технического долга.

Чтобы действия управляющего центра были более целенаправленными и точными, используется нейросетевое моделирование. Все обзоры спринтов проходят через экспертные системы оценивания, что позволяет оказать корректиру-

ющее воздействие на последующий спринт, его бэклог, а в некоторых ситуациях на бэклог продукта при активном участии заказчика и всех членов команды.

Как видно из рисунке 1.1, процесс работы Agile-команды является итеративным, который периодически повторяется. Побочным эффектом такой работы является выгорание сотрудников, что приводит к ухудшению качества работы. Для того, чтобы замедлить выгорание персонала, необходимо уделять больше времени микро-менеджменту Agile-менеджера команды, соответственно, ряд рутинных процессов оптимизируется, к ним относятся:

- процесс принятия решений по распределению заданий;
- процесс управления расширением мотивационного ресурса в рамках итерации командной деятельностью.

Управляющий центр в данном случае оказывает корректирующее воздействие на все эти системы путем изменения назначений задач и мотивационного ресурса членам команды.

Таким образом, подсистема планирования управленческих решений, принятая при организации деятельности Agile-команды, дополняется подсистемой их корректировки на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования, что и обеспечивает повышение эффективности управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированной организационной системе [64].

## **Выводы первой главы**

1. Для анализа путей повышения эффективности управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированной организационной системе прежде всего необходимо определить особенности организации итеративного процесса решения задач, направленных на достижение цели, которая характеризуется требованиями управляющего центра к количественным показателям функционирования организации, а так же выявить целесообразность использования при управлении адаптивных структурных решений распределения ресурсного обеспечения и мотивационного ресурса.

2. В условиях вариативности структуры и ресурсов итеративной командной деятельности эффективным является процесс принятия управленческих решений на основе оптимизационного подхода с использованием методов и алгоритмов булевого, динамического и нелинейного программирования. При этом идентификация математических зависимостей экстремальных и граничных требований от оптимизируемых переменных осуществляется с использованием машинного обучения нейросетевых моделей классификации и регрессии на основе статистических выборок, сформированных при мониторинговом оценивании.

3. С целью построения системы управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированной организационной системе целесообразно дополнить подсистему планирования управленческих решений по организации решения исполнителями задач целедостижения, функционирование которой определяется принципами Agile, подсистемой корректировки этих решений на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования с учетом вариативности структуры и ресурсного обеспечения.

## **ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМАНДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ**

Одним из значимых механизмов управления в Agile-ориентированных организационных системах является выбор структурных компонентов целенаправленной командной деятельности. Принятие управленческих решений в этом случае базируется на ряде оптимизационных моделей.

В первую очередь требуется осуществить оптимизационное моделирование выбора нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности. В качестве исходного нумерационного множества принимается множество, полученное на основе экспертного оценивания [70, 71]. Его особенностью является избыточность, неоднозначность в оценке приоритетности задач. Поэтому при построении оптимизационной модели с одной стороны необходимо обеспечить редукцию исходного множества, а с другой использовать количественные оценки влияния задач на достижение заданного уровня показателей целедостижения [63].

Окончательное формирование нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности следует синхронизировать с оптимизационным моделированием последовательности их выполнения. В данной модели направленность на вторичную редукцию исходного множества согласуется с экспертным оцениванием порядка предшествования задач, полученных на первом этапе редукции.

Вторая группа структурных решений направлена на распределение оптимизированного нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности между членами команды. В этом случае для построения оптимизационной модели требуется предварительная нейросетевая классификация этих задач по категориям с учетом возможностей членов команды. По исходной информации формируется описание экстремального и граничного требований в зависимости от альтернативных переменных [44].

Для алгоритмизации принятия управленческих решений на основе сформированных оптимизационных моделей целесообразно использовать рандомизиро-

ванный подход, показавший свою эффективность в случае многоальтернативной оптимизации. Этот подход дает возможность при оптимизации экспертного нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности объединить в единый пошаговый поиск значений оптимизируемых переменных первого и второго этапа редукции. При распределении оптимизированного множества задач между членами команды требуется распространение рандомизированного подхода на случай альтернативных переменных с двумя индексами.

## 2.1 Оптимизационное моделирование выбора нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности

В Agile-ориентированных организационных системах [80, 91, 93] управляющий центр формирует команду исполнителей и направляет её деятельность на выполнение заданной цели, которая характеризуется значениями множества показателей  $F_i^*$ ,  $i = \overline{1, I}$ , где  $i = \overline{1, I}$  - нумерационное множество показателей эффективности целенаправленной командной деятельности. Достижение заданной цели (целедостижение) обеспечивается выполнением определенного множества локальных задач, которые в совокупности направлены на получение конкретного результата  $F_i^*$ ,  $i = \overline{1, I}$ . В случае реализации концепции Agile [4] такое множество задач представляет собой основу планирования целенаправленной командной деятельности по стадиям и итерациям (спринтам).

Нумерационное множество задач  $m = \overline{1, M}$  формируется экспертным путем [75]. При этом разные эксперты предлагают разный состав этого множества. В большинстве случаев указанная экспертная оценка является неоднозначной, а множество  $m = \overline{1, M}$  оказывается избыточным, некоторые задачи частично дублируют друг друга по степени влияния на достижение цели.

Таким образом, множество задач  $m = \overline{1, M}$ , заданных на экспертном уровне, требует редукции, которая основывается на ряде оптимизационных требований к редуцированному нумерационному множеству  $m^* = \overline{1, M^*}$ .

Поскольку результаты экспертного оценивания совокупности задач, направленные на целедостижения по значениям показателей  $F_i^*$ ,  $i = \overline{1, I}$ , в большинстве

случаев приводят к множеству задач  $m = \overline{1, M}$ , избыточному с частичным дублированием влияния решений задач на показатель  $F_i$ , требуется более детальная экспертиза, позволяющая получить количественные измерения степени влияния каждой задачи на  $i$ -й показатель. Для этой цели предлагается использовать метод априорного ранжирования [73]. Однако, в случае Agile-ориентированности командной деятельности группа экспертов имеет особую структуру: менеджер команды является доминирующим, а остальные члены команды с номерами  $n = \overline{1, N}$  равнозначными экспертами. При этом общее число членов команды  $N$  определяет управляющий центр. В соответствие с этой структурой дополним матрицу опроса равнозначных экспертов, которые ранжируют каждую задачу по степени влияния на  $i$ -й показатель на дискретной шкале рангов  $r = \overline{1, M}$ , параллельными опытами опроса доминирующего эксперта.

Таким образом,  $i$ -ая ( $i = \overline{1, I}$ ) матрица будет состоять из следующего числа строк:

$$n' = \overline{1, N'}, N' = N + \nu,$$

где  $\nu$  - число параллельных опытов при опросе доминирующего эксперта, и имеет вид, приведенный в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Результаты экспертного оценивания по  $i$ -му показателю

$n' \backslash m$	1	...	$m$	...	$M$
1	$r_{11}$	...	$r_{1m}$	...	$r_{1M}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\nu$	$r_{\nu 1}$	...	$r_{\nu m}$	...	$r_{\nu M}$
$\nu + 1$	$r_{(\nu+1)1}$	...	$r_{(\nu+1)m}$	...	$r_{(\nu+1)M}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$N'$	$r_{N'1}$	...	$r_{N'm}$	...	$r_{N'M}$

После формирования  $i = \overline{1, I}$  таблиц 2.1 перейдем от количественного ранжирования доминирующего и равнозначных экспертов к процессу оптимизационного моделирования.

В первую очередь введем альтернативные переменные, характеризующие процесс оптимального выбора:

$$x_m = \begin{cases} 1, & \text{если в редуцированное множество включается } m\text{-я задача,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}, m = \overline{1, M} \quad (2.1)$$

Задача состоит в определении оптимальных значений  $x_m^* = 1$  и, соответственно, нового нумерационного множества задач:

$$m^* = \overline{1, M^*} \quad (2.2)$$

где номер  $m^*$  соответствует номеру альтернативной переменной, принимающей значение  $x_m^* = 1$ .

С позиций организации последующего итерационного процесса целенаправленной командной деятельности в Agile-ориентированных организационных системах экстремальное требование при выборе значений альтернативных переменных (2.1) состоит в минимизации нумерационного множества задач (2.2):

$$\sum_{m=1}^M x_m \rightarrow \min. \quad (2.3)$$

Однако, безусловная оптимизация (2.3) приводит к тривиальному решению задачи выбора. На самом деле при редукции исходного экспертного множества  $m = \overline{1, M}$  требуется так снизить уровень его избыточности, чтобы каждая  $m$ -я задача обеспечивала целедостижение не менее, чем по  $\lambda$  показателям  $F_i^*$  из нумерационного множества  $i = \overline{1, I}$ :

$$\sum_{m=1}^M c_{mi} x_m \geq \lambda, i = \overline{1, I}, \quad (2.4)$$

где

$$c_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{если выполнение командой } m\text{-й задачи обеспечивает целедостижение по} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (2.5)$$

Для определения значений (2.5) используем таблицу 2.1 априорного рангового оценивания. Подсчитаем число совпадающих рангов равнозначных и доминирующего эксперта с учетом параллельного опыта с нумерацией  $\nu' = \overline{1, \nu}$  по строкам  $\overline{\nu + 1, N'}$  по каждому  $i$ -му показателю:

$$D_{n'mi} = \frac{1}{\nu} \sum_{\nu'=1}^{\nu} d_{\nu'n'mi}, n' = \overline{\nu + 1, N'}, i = \overline{1, I},$$

$$d_{\nu'n'mi} = \begin{cases} 1, & \text{если } r_{n'mi} = r_{\nu'mi}, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}, \quad (2.6)$$

$$n' = \overline{\nu + 1, N'}, m = \overline{1, M}, \nu' = \overline{1, \nu}, i = \overline{1, I}.$$

Используя правило большинства, принятое в процедурах экспертного оценивания [78], с учетом (2.6) определим значения коэффициентов (2.5):

$$c_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{если } D_{n'mi} \geq \frac{1}{2}M, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}, \quad (2.7)$$

$$m = \overline{1, M}, i = \overline{1, I}.$$

Объединяя экстремальное требование (2.3) с граничным (2.4) при значениях коэффициентов  $c_{mi}$  вычисленных в соответствии с (2.6), (2.7) на основе таблицы 2.1 экспертного оценивания по каждому  $i$ -му показателю и учитывая булевость переменных (2.1), получаем следующую модель многоальтернативной оптимизации:

$$\sum_{m=1}^M x_m \rightarrow \min,$$

$$\sum_{m=1}^M c_{mi} x_m \geq \lambda, i = \overline{1, I}. \quad (2.8)$$

$$x_m = \begin{cases} 1, \\ 0, \end{cases}, m = \overline{1, M}.$$

Структурная схема оптимизационного моделирования выбора множества задач целенаправленной командной деятельности представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 — Структурная схема оптимизационного моделирования выбора задач целенаправленной командной деятельности

## 2.2 Оптимизационное моделирование последовательности выполнения задач целенаправленной командной деятельности

Процесс целедостижения на основе командной деятельности характеризуется определенными сроками и ресурсами. В случае Agile-ориентированности весь период времени, затрачиваемый командой в соответствии со сроком, который устанавливается управляющим центром организационной системы, разбивается на равные периоды (итерации, спринты) с нумерацией  $l = \overline{1, L}$ . Для реализации итерационного процесса экспертным путем устанавливается порядок предшествования задач  $m = \overline{1, M}$ .

Исходя из порядка предшествования требуется найти оптимальное управленческое решение, позволяющее синхронизировать последовательность выполнения  $m^* = \overline{1, M^*}$  задач по  $l = \overline{1, L}$  итерации процесса целенаправленной командной деятельности.

При этом в ряде случаев возникает необходимость повторного цикла редукции для формирования нового нумерационного множества  $m^* = \overline{1, M^*}$ , отвечающего условиям синхронизации.

Модель выбора множества задач и последовательности их выполнения, объединим механизм двойной редукции [74], который позволяет оптимизировать избыточное множество задач, полученное путем экспертного оценивания, как на этапе достижения значений показателей  $F_i^*, i = \overline{1, I}$ , так при планировании итерационного процесса.

Оптимизационная модель (2.8) позволяет реализовать первый этап двойной редукции множества задач  $m = \overline{1, M}$ , полученного экспертным путем, с переходом к нумерационному множеству  $m^* = \overline{1, M^*}$ .

Второй этап связан с оценкой соответствия множества  $m^* = \overline{1, M^*}$  последовательности решения задач с заданной длительностью решения  $t_{m^*}$ , числом итераций при организации командной деятельности  $l = \overline{1, L}$  и определенном количестве членов команды  $N$ .

Последовательность выполнения задач задается путем экспертного оценивания порядка предшествования этих задач:

$$m_1 \prec m_2; m_1, m_2 \in \overline{1, M^*}, \quad (2.9)$$

где знак  $\prec$  определяет, что задача с номером  $m_1$  выполняется ранее задачи с номером  $m_2$ .

Для формирования оптимизационной модели введем следующие альтернативные переменные.

$$x_{m^*l} = \begin{cases} 1, & \text{если } m^*\text{-я задача выполняется на } l\text{-й итерации,} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}, \quad (2.10)$$

$$m^* = \overline{1, M^*}, l = \overline{1, L}.$$

Экстремальное требование направлено на максимизацию задач, выполняемых командой при заданных сроках с длительностью целедостижения  $T$ , включающую  $l = \overline{1, L}$  итерацию,

$$\sum_{l=1}^L \sum_{m^*=1}^{M^*} x_{m^*l} \rightarrow \max_{x_{m^*l}}. \quad (2.11)$$

Запишем в формализованном виде граничные требования:

- последовательность выполнения задач должна соответствовать порядку предшествования (2.9), заданному экспертами;
- суммарная длительность выполнения задач  $M^*$  при организации итерационного процесса должна не превышать длительность целедостижения  $T$ .

$$\sum_{l=1}^L \sum_{m^*=1}^{M^*} t_{m^*} x_{m^*l} \leq T. \quad (2.12)$$

где  $t_{m^*}$  – прогнозная экспертная оценка трудоемкости выполнения  $m^*$ -й задачи;

- число задач на каждой  $l$ -й итерации не должна превышать количество членов команды  $N$

$$\sum_{m^*=1}^{M^*} x_{m^*l} \leq N, l = \overline{1, L}; \quad (2.13)$$

– количество итераций для решения  $m^*$ -й задачи должно соответствовать трудоёмкости её выполнения.

$$\sum_{l=1}^L x_{m^*l} \geq \frac{t_{m^*}}{t_l}, m^* = \overline{1, M^*}, \quad (2.14)$$

где  $t_l$  - длительность одной итерации командной деятельности  $t_l = \frac{T}{L}$ .

Объединяя экстремальное требование (2.11) с граничными требованиями (2.9), (2.12) – (2.14) и условием булевости оптимизационных переменных (2.10), получаем следующую модель многоальтернативной оптимизации:

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^L \sum_{m^*=1}^{M^*} x_{m^*l} \rightarrow \max_{x_{m^*l}}, \\ & m_1 \prec m_2; m_1, m_2 \in \overline{1, M^*}, \\ & \sum_{l=1}^L \sum_{m^*=1}^{M^*} t_{m^*} x_{m^*l} \leq T, \\ & \sum_{m^*=1}^{M^*} x_{m^*l} \leq N, l = \overline{1, L}, \\ & \sum_{l=1}^L x_{m^*l} \geq \frac{t_{m^*}}{t_l}, m^* = \overline{1, M^*}, \\ & x_{m^*l} = \begin{cases} 1, \\ 0, \end{cases} , m^* = \overline{1, M^*}, l = \overline{1, L}. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Граничные требования в оптимизационной модели (2.15) могут привести к такому решению, что для некоторых  $m' = \overline{1, M'} \in \overline{1, M^*}$  оптимальные значения переменных (2.10)  $x_{m'l}^* = 0 \forall l = \overline{1, L}$ .

В этом случае эксперты должны принять одно из двух решений:

1. Провести дополнительную редукцию оптимального решения задачи первого этапа (2.8) и сформировать новое нумерационное множество  $m^* = \overline{1, M^*}$ ;
2. Изменить сроки достижения цели путем увеличения длительности  $T$  на величину  $\sum_{m'=1}^{M'} t_{m'}$ .

Структурная схема оптимизационного моделирования последовательности выполнения задач целенаправленной командной деятельности приведена на рисунке 2.2.

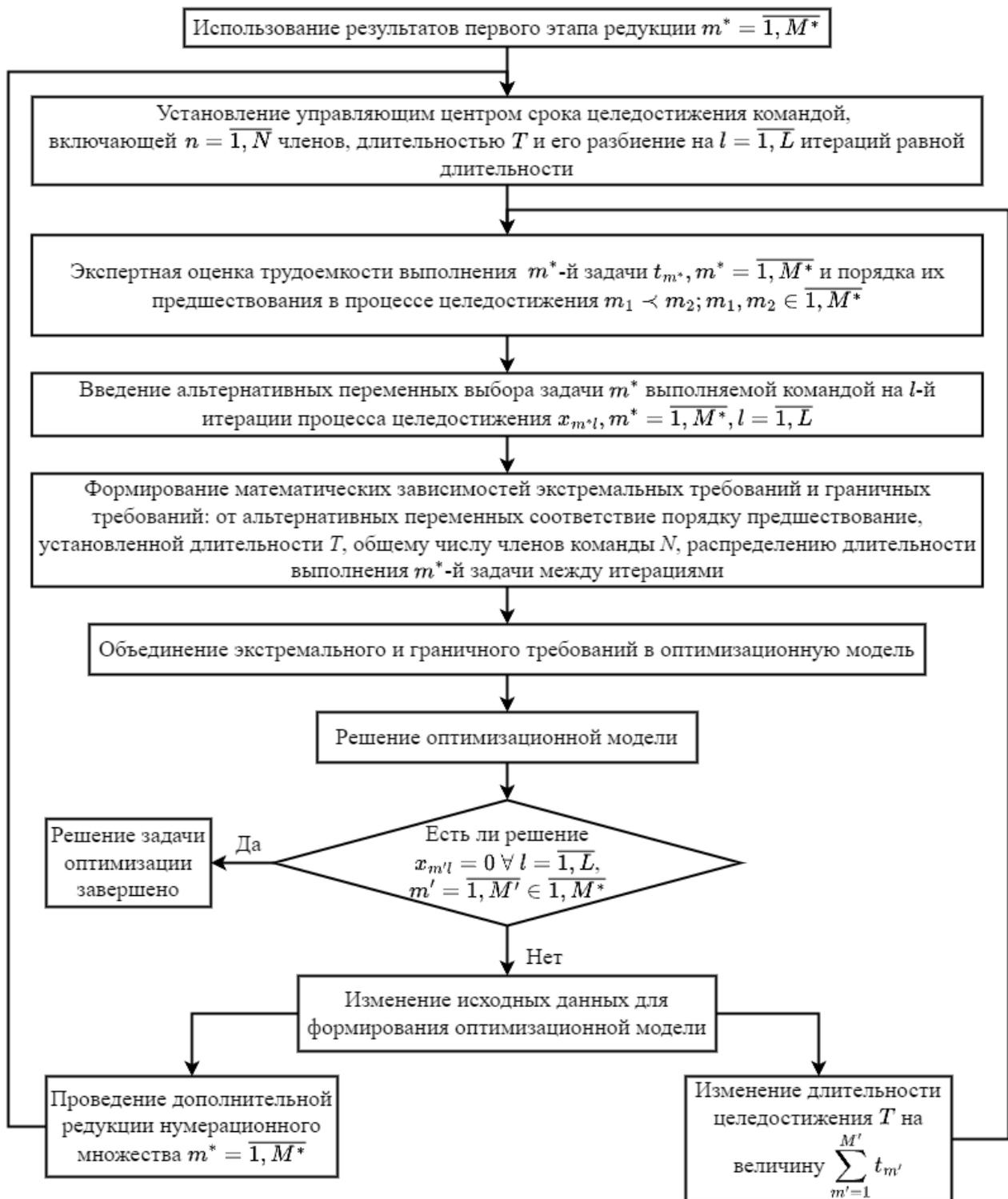


Рисунок 2.2 — Структурная схема оптимизационного моделирования последовательности выполнения задач целенаправленной командной деятельности

### 2.3 Оптимизационное моделирование распределения множества задач целенаправленной командной деятельности между членами команды

Предлагается следующая этапность оптимизационного моделирования:

1. Введение альтернативных переменных, характеризующих распределение управляющим персоналом задач между членами команды

$$x_{mn} = \begin{cases} 1, & \text{если } m\text{-я задача выполняется } n\text{-м членом команды,} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2.16)$$

$$m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}.$$

где  $m = \overline{1, M}$  - нумерационное множество задач, входящих в проект целедостижения;  $n = \overline{1, N}$  нумерационное множество членов команды-исполнителей проекта;  $N$  - количество исполнителей устанавливается управляющим центром из условия  $N \leq M$ .

2. Формализованное описание экстремального требования. Необходимо максимизировать интегральную оценку эффективности командной деятельности по всем задачам проекта целедостижения

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N a_{mn} x_{mn} \rightarrow \max_{x_{mn}} \quad (2.17)$$

где  $0 \leq a_{mn} \leq 1$  - коэффициент эффективности выполнения  $m$ -й задачи  $n$ -м членом команды.

3. Формализованное описание граничных требований. В случае  $N = M$  эти требования определяют выполнение одним членом команды одной задачи

$$\sum_{m=1}^M x_{mn} = 1, n = \overline{1, N}, \quad (2.18)$$

$$\sum_{n=1}^N x_{mn} = 1, m = \overline{1, M}. \quad (2.19)$$

В случае  $N < M$  исключается требование (2.18), поскольку одному члену команды поручается выполнение более одной задачи.

4. Объединение (2.16) – (2.19) в единую модель многоальтернативной оптимизации [74]

$$\begin{aligned} & \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N a_{mn} x_{mn} \rightarrow \max_{x_{mn}}, \\ & \sum_{m=1}^M x_{mn} = 1, n = \overline{1, N}, \text{ при } N = M, \\ & \sum_{n=1}^N x_{mn} = 1, m = \overline{1, M}, \\ & x_{mn} = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}. \end{aligned} \tag{2.20}$$

5. Формирование информации, необходимой для определения коэффициентов эффективности  $a_{mn}$ . Источником такой информации являются результаты выполнения тестовых заданий членами команды при их включении в команду. Для привязки тестовых заданий к типам  $m = \overline{1, M}$  задач, которые выполняются членами команды, построен классификатор текстов тестовых заданий различных компаний, имеющих в открытом доступе, по принадлежности к нумерационному множеству  $m = \overline{1, M}$ . Проведено сравнение перечисленных в п. 1.2 методов машинного обучения нейронных сетей классификации, реализованных на языке программирования Python 3.8. Перед началом обучения и работы с нейронными сетями данные подготавливались в несколько шагов:

- Составлялся общий массив из всех слов в нормальной форме (единственное число, именительный падеж, союзы, предлоги и частицы удаляются). Также во время этой операции определяется размер самого длинного условия задачи;
- Создавалось два массива, первый с задачами, второй с названием категорий (индекс списка задач категории совпадает с индексом названия категории во втором массиве);
- Первый массив является многомерным. При этом первый элемент заполняется массивами условий задач первой категории. Массив условия задачи состоит из индексов слов из словаря, если длина условия меньше определенной мак-

симальной длины, то до конца она заполняется нулями, по такому принципу формируются все данные.

После всех преобразований в библиотеку Tensorflow отправляется два массива: первый с задачами, второй с названиями категорий. Процент проверочных данных устанавливается на уровне 20%. В рамках поставленной задачи на выход от нейронной сети идет информация о потерях и точности обучения. При усовершенствовании модели на выходе имеем массив равный размеру массива категорий с оценкой от 0 до 1 по всем категориям и тот элемент, который будет ближе всех к 1 является типом поданной на вход для определения задачи.

Сравнение алгоритмов (таблица 2.2) идет по-разному числу эпох – 5, 10, 15, функции активации рассматривались следующие – гиперболический тангенс (Tanh), сигмоидная (Sigmoid), ReLu. Реализованы алгоритмы с помощью библиотеки Tensorflow. Количество слоев – 2.

Таблица 2.2 — Эффективность обучения приведенных типов сетей

Тип сети	Время обучения (секунды)			Кол-во эпох	Кол-во нейронов по слоям		Точность (%)		
					1	2			
CNN	5.92	5.8	5.63	5	10	5	70.5	0	67.2
	6.2	6.1	5.6		64	32	68.5	70.65	68.8
	11	10.8	10.72	10	10	5	69.5	0	70.1
	10.9	10.82	10.7		64	32	70.65	70.34	71.48
	18.6	17.8	18.56	15	10	5	0	71.1	71.17
	19.1	15.6	<b>15.7</b>		<b>64</b>	<b>32</b>	70.23	71.59	<b>73.36</b>
LSTM	19	19	18	5	10	5	0	0	0
	24	24	25		64	32	70.96	72.2	70.96
	29	28	34	10	10	5	0	0	0
	44	44	44		64	32	70.86	72.84	0
	41	48	38	15	10	5	70.1	0	70.03
	64	64	64		64	32	70.75	71.8	0
GRU	14	14	14	5	10	5	68.033	68.033	0
	18	20	20		64	32	69.61	70.55	68.78
	24	34	24	10	10	5	71.4	70.3	0
	36	33	34		64	32	67.84	72.73	72.6
	34	34	<b>34</b>	15	<b>10</b>	<b>5</b>	70.75	71.9	<b>74.82</b>
	50	48	49		64	32	71.8	71.8	71.9
BRNN	7	7	7	5	10	5	68.5	73.4	70.1
	8	8	8		64	32	71.28	72.42	72.63
	13	17	12	10	10	5	65.5	71.5	70.8
	13	17	12		64	32	72	70.23	70.65
	17	17	<b>17</b>	15	<b>10</b>	<b>5</b>	71.6	71.2	<b>73.8</b>
	17	17	17		64	32	72.11	71.07	72.6

Из Таблицы 2.2, следует вывод, что самыми эффективными алгоритмами машинного обучения на малых объемах данных (140 документов на 6 категорий поставленных в команде задач с максимальным размером задачи в 122 слова) являются: сверточная нейронная сеть (CNN) [24, 39], рекуррентные нейронные сети с механизмом вентилей (GRU) и двунаправленная рекуррентная нейронная сеть (BRNN). Самым стабильным алгоритмом оказался BRNN, CNN и GRU в некоторых ситуациях не могли обучиться из-за нехватки памяти. У всех представленных алгоритмов функцией активации являются ReLu.

Лучший результат, в соотношении точности и времени обучения получился с использованием сверточной нейронной сети, но в силу того, что она отработала нестабильно в различных условиях, нельзя быть уверенным, что она не подведет в важный момент после внедрения. Следовательно, самым лучшим вариантом алгоритма для классификации задач является двунаправленная рекуррентная нейронная сеть.

Для повышения точности определения увеличим базу обучающего материала и осуществим подбор материала так, чтобы минимальный размер условия задачи после приведения к нужному виду был как минимум 120 слов.

#### 6. Вычисление коэффициентов эффективности.

С использованием обученного классификатора для каждого  $n$ -го члена команды по текстам выполненных им тестовых заданий определяются соответствующие типы задач и подсчитывается величина

$$a_{mn} = \frac{r_{mn}}{r_n},$$

где  $r_{mn}$  - количество тестовых заданий  $n$ -го члена команды, соответствующих по результатам классификации и экспертной оценки [74]  $m$ -му типу задачи;

$r_n$  - общее количество тестовых заданий, выполненных  $n$ -м членом команды.

7. Определение оптимального распределения задач между членами команды в соответствии с оптимизационной моделью (2.20) на основе алгоритма многоальтернативной оптимизации [74].

Структурная схема нейросетевого и оптимизационного моделирования распределения множества задач целенаправленной командной деятельности между членами команды приведена на рисунке 2.3.

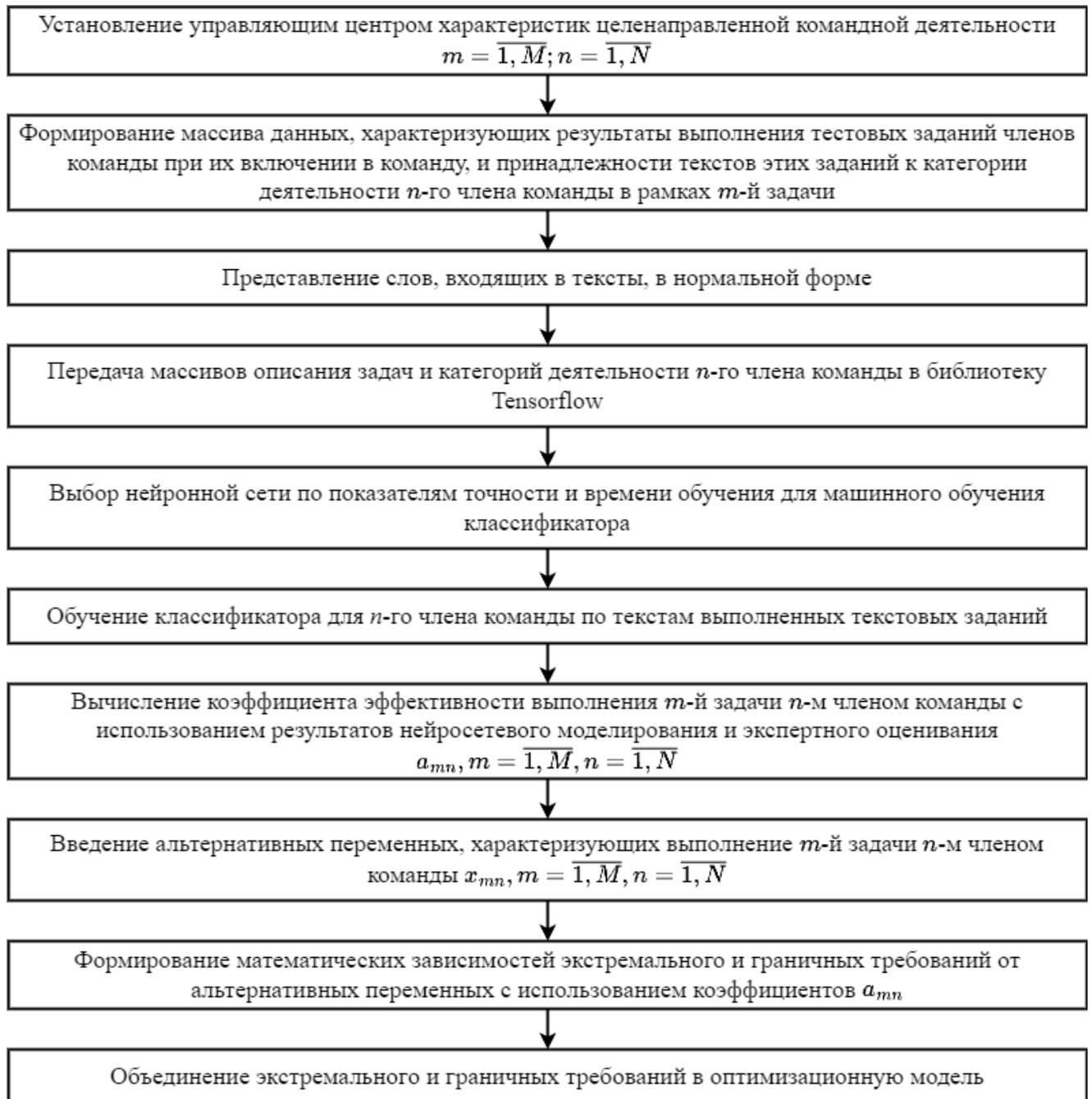


Рисунок 2.3 — Структурная схема нейросетевого и оптимизационного моделирования распределения множества задач целенаправленной командной деятельности между членами команды

## 2.4 Алгоритмизация принятия управленческих решений на основе оптимизационных моделей

Для алгоритмизации принятия управленческого решения на основе оптимизационных моделей (2.8), (2.15) предлагается использовать рандомизированный подход многоальтернативной оптимизации, позволяющий объединить в единый пошаговый поиск значений оптимизационных переменных  $x_m$  и  $x_{m^*l}$  в рамках двойной дихотомической редукции нумерационного множества задач  $m = \overline{1, M}$ , сформированного на основе экспертного оценивания. Рандомизированный подход дает возможность перейти от поиска на множестве булевых переменных к поиску на множестве непрерывных переменных в виде вероятностных характеристик [74]:

для булевой переменной  $x_m$ :

$$p_{x_m} = P(\tilde{x}_m = 1), q_{x_m} = P(\tilde{x}_m = 0), p_{x_m} + q_{x_m} = 1, \quad (2.21)$$

где  $P(*)$  - обозначение величины вероятности события;

$\tilde{x}_m$  - обозначение случайных реализаций булевой переменной  $x_m$ , поиск по которой осуществляется с вероятностью  $p_m$ ,  $m = \overline{1, M}$ ,  $\sum_{m=1}^M p_m = 1$ ;

для булевой переменной  $x_{m^*l}$  случайные реализации  $x_{m^*l}$  образуют полную группу случайных событий на нумерационных множествах  $m^* = \overline{1, M^*}$  и  $l = \overline{1, L}$

$$p_{x_{m^*l}} = P(\tilde{x}_{m^*l} = 1), m^* = \overline{1, M^*}, l = \overline{1, L} \quad (2.22)$$

с вероятностями привлечения к поиску

$$P_{m^*}, m^* = \overline{1, M^*}, \sum_{m^*=1}^{M^*} P_{m^*} = 1;$$

$$P_l, l = \overline{1, L}, \sum_{l=1}^L P_l = 1.$$

На  $k$ -м шаге ( $k = 1, 2, \dots$ ) последовательно осуществляется коррекция вероятностных характеристик (2.21), (2.22). С этой целью граничные требования

(2.4) в задаче (2.8) включаются в определение случайной реализации эквивалентной оптимизируемой функции:

$$\Psi(\tilde{x}_m^k) = - \sum_{m=1}^M \tilde{x}_m^k \sum_{i=1}^I y_i \left( \lambda - \sum_{m=1}^M c_{mi} \tilde{x}_m^k \right), \quad (2.23)$$

$$\text{где } \tilde{x}_m = \begin{cases} 1, & \text{если } P_{x_m}^k \leq \xi, \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$\xi$  - значение случайного числа из последовательности псевдослучайных чисел [55], распределенных равномерно на интервале  $[0, 1]$ ;

$y_i \geq 0, i = \overline{1, I}$  - коэффициент значимости  $i$ -го граничного требования.

На первом шаге задаются следующие значения:

$$P_{x_m}^1 = 0.5, m = \overline{1, M}; p_m^1 = \frac{1}{M}, m = \overline{1, M}; y_i, i = \overline{1, I}.$$

Коррекция вероятностных характеристик выполняется по величине вариации (2.23) при разных наборах случайных реализаций  $\tilde{x}_m$  на  $k$ -й итерации.

$$\Delta \Psi(\tilde{x}_m^k) = \Psi(\tilde{x}_1^k, \dots, \tilde{x}_m^k = 1, \dots, \tilde{x}_M^k) - \Psi(\tilde{x}_1^k, \dots, \tilde{x}_m^k = 0, \dots, \tilde{x}_M^k).$$

По скорректированным значениям вероятностных характеристик определяются значения вероятностных характеристик (2.21) и по ним редуцированное множество  $m^* = \overline{1, M^*}$ .

В эквивалентную оптимизируемую функцию задачи (2.15) включается только граничное требование (2.12):

$$\Psi(\tilde{x}_{m^*l}^k) = \sum_{l=1}^L \sum_{m^*=1}^{M^*} \tilde{x}_{m^*l}^k + y \left( T - \sum_{l=1}^L \sum_{m^*=1}^{M^*} t_{m^*l} x_{m^*l} \right). \quad (2.24)$$

Остальные граничные требования учитываются алгоритмически при вычислении вариации (2.24) за счет определенных наборов случайных реализаций  $\tilde{x}_{m^*l}$  при заданных  $x_{m^*l}^k = 1$ , либо  $x_{m^*l}^k = 0$ . На первом шаге задаются следующие значения:

$$P_{x_{m^*l}}^1 = 0.5, m^* = \overline{1, M^*}, l = \overline{1, L};$$

$$P_{m^*}^1 = \frac{1}{M^*}, m^* = \overline{1, M^*}; P_l^1 = \frac{1}{L}, l = \overline{1, L}.$$

Затем проводится их коррекция по  $k$ -й итерации и определяются после  $K$  итераций значения альтернативных переменных  $x_{m^*l}$ .

При заданном числе шагов  $K$  переходят к выбору окончательных управленческих решений на основе следующих правил:

1. Если для некоторых оптимизируемых переменных  $x_{m^*l}$  с номерами  $m' = \overline{1, M'}$ ;

$$x_{m^*l}^* = 0 \forall l = \overline{1, L}, \quad (2.25)$$

то увеличивают заданное число шагов  $K_1 > K$  и продолжает рандомизированный поиск;

2. Если изменение величины  $K_1$  осуществляется несколько раз, а условие (2.25) сохраняется, то увеличивают длительность командной деятельности целедостижения:

$$T_1 = T + \sum_{m'=1}^{M'} t_{m'};$$

3. В качестве окончательного управленческого решения по выбору структуры задач целедостижения принимается:

– нумерационное множество  $m^* = \overline{1, M^*}$ , полученное при заданном числе шагов  $K$  или  $K_1$ , если оно включает в себя номера  $m' = \overline{1, M'}$ ;

– Нумерационное множество, представляющее собой объединение двух множеств  $\overline{1, M^*} \cup \overline{1, M'}$ ;

4. В качестве окончательного управленческого решения по выбору последовательности выполнение задач в рамках итерационного процесса командной деятельности принимается: В случае нумерационного множества  $m^* = \overline{1, M^*}$ :

$$x_{m^*l}^* = 1, m^* = \overline{1, M^*}, l = \overline{1, L};$$

В случае нумерационного множества  $m'' = \overline{1, M^*} \cup \overline{1, M'}$ :

$$x_{m''l} = 1, m'' = \overline{1, M^* + M'}, l = \overline{1, L}.$$

Структурная схема алгоритма формирования оптимального нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности и последовательности их выполнения приведено на рисунке 2.4.

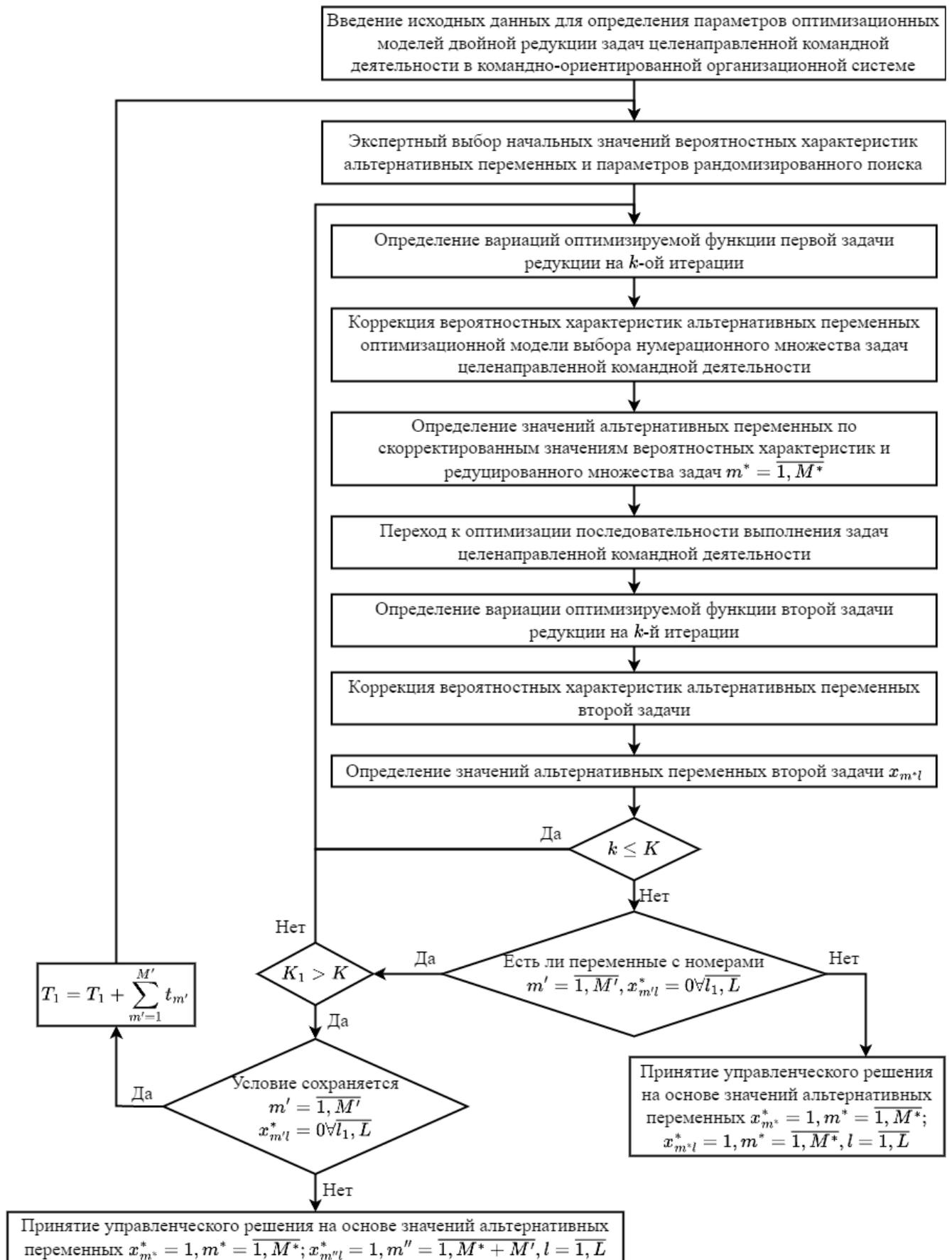


Рисунок 2.4 — Структурная схема алгоритма формирования оптимального нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности и последовательности их выполнения

Для алгоритмизации принятия управленческого решения на основе оптимизационной модели (2.20) целесообразно использовать алгоритмическую схему, аналогичную той, которая использована при решении задачи (2.15), с предварительным вычислением коэффициентов  $a_{mn}$  путем построения нейросетевой модели. Указанная алгоритмическая схема базируется на рандомизации переменных задачи (2.15) путем перехода к случайным реализациям  $\tilde{x}_{mn}$  и введении следующих вероятностных характеристик.

$$P_{x_{mn}}, m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}; P_m, m = \overline{1, M}; P_n, n = \overline{1, N}. \quad (2.26)$$

С целью организации итерационного процесса  $k = 1, 2, \dots$  устанавливаются начальные значения (2.26).

$$P_{x_{mn}}^1 = 0.5, m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}; P_m^1 = \frac{1}{M}, m = \overline{1, M}, P_n^1 = \frac{1}{N}, n = \overline{1, N}.$$

Поиск начинается с определения значений случайных переменных  $\tilde{m} = \overline{1, M}, \tilde{n} = \overline{1, N}$ . Пусть при  $p_m^k, p_n^k$  на  $k$ -й итерации выбраны значения  $m_1, n_1$ . Тогда определяются вариации (2.17) при фиксированных значениях  $x_{m_1 n_1} = 1$  и  $x_{m_1 n_1} = 0$ . Остальные переменные принимают случайные значения в соответствии с вероятностями

$$p_{x_{mn}}^k, m = \overline{1, M}, m \neq m_1; n = \overline{1, N}, n \neq n_1$$

$$\tilde{x}_{mn}^k = \begin{cases} 1, & \text{если } p_{x_{mn}}^k > \xi, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (2.27)$$

Значения функции (2.27) используется для вычисления вариации только в случае, если набор случайных значений удовлетворяет условиям (2.18), (2.19).

На основании значений вариаций определяются значения  $p_{x_{mn}}^{k+1}, p_m^{k+1}, p_n^{k+1}$  на  $(k+1)$ -й итерации. Управленческое решение принимается после достижения числа итераций некоторого установленного значения  $K$ . Значение  $x_{mn}^K = 1$  означает, что вычисление  $m$ -й задачи следует поручить  $n$ -му члену команды.

## Выводы второй главы

1. Эффективность управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированных организационных системах по множеству показателей достигается за счет использования оптимизационного подхода.

При этом оптимизационные модели, основанные на введении альтернативных переменных и формализации экстремальных и граничных требований, позволяют выбрать наилучший с позиций экспертов управляющего центра вариант множества задач, которые обеспечивают достижение цели командной деятельности.

2. Оптимизация множества задач целедостижения является первым этапом двойной редукции структуры компонентов целенаправленной командной деятельности. Вторым этапом является синхронизацию нумерационного множества задач и последовательности их выполнения членами команды. В этом случае является приемлемой модель многоальтернативной оптимизации эффективности командной деятельности в заданный срок целедостижения.

3. При оптимизационном моделировании распределения множества задач целенаправленной командной деятельности в Agile-ориентированных организационных системах между членами команды целесообразно основываться на предварительном нейросетевом моделировании с использованием ретроспективной информации о результатах выполнения тестовых заданий членами команды с привязкой к типам задач. Обученная модель классификации позволяет сформировать многоальтернативную оптимизационную модель распределения множества задач.

4. Алгоритмизацию принятия управленческих решений с применением оптимизационных моделей двойной редукции целесообразно осуществить путем сочетания пошагового рандомизированного поиска на множестве альтернативных переменных и экспертного оценивания на основе правил выбора окончательного варианта структуры целенаправленной командной деятельности.

### **ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ИТЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА КОМАНДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ**

Итерационный процесс целедостижения организуется на основе выполнения совокупности задач, распределенных между членами команды в соответствии с оптимизационными моделями, рассмотренными в п.2. Для выполнения командой поставленной цели в сроки, установленные управляющим центром, выделяется определенное ресурсное обеспечение. При этом целедостижение в установленные сроки существенным образом зависит от эффективности использования данного ресурса в Agile-ориентированных организационных системах.

Основным механизмом повышения эффективности итерационного процесса командной деятельности является оптимизация принятия управленческих решений при прогнозном распределении и перераспределении ресурсного обеспечения [45]. Первый этап связан с возможностью экспертного оценивания изменения эффективности командной деятельности при заданном числе итераций (спринтов) в зависимости от стадии функционирования команды. С использованием прогноза экспертов формируется оптимизационная модель выбора количества итераций, соответствующего стадиям, что и определяет распределение ресурсного обеспечения между стадиями и количество задач, выполняемых на каждой стадии. На втором этапе по результатам мониторинга результативности спринтов осуществляется коррекция экспертных функций и перераспределение ресурсного обеспечения.

Часть ресурсного обеспечения, выделяемого на реализацию спринта, используется в качестве мотивационного для снижения числа незавершенных задач по сравнению с прогнозируемым распределением.

Распределение этого ресурса осуществляется административным путем на первых трех стадиях командной деятельности. На последней исполнительной стадии используется сочетание нейросетевого и оптимизационного моделирования. Описание зависимости степени выполнения задач членами команды от мотиваци-

онного ресурса формируется путем построения обученной нейросетевой модели регрессии с использованием соответствующих данных по первым трем стадиям административного управления. Основываясь на этом описании, формируется оптимизационная модель максимизации степени выполнения задач по каждой итерации исполнительской стадии целенаправленной командной деятельности при ограниченном ресурсном обеспечении.

Алгоритмизация принятия управленческих решений на основе оптимизационных моделей зависит от вида математического описания экстремальных и граничных требований от оптимизируемых переменных. В случае распределения интегрального ресурсного обеспечения командной деятельности это алгоритм многошагового принятия оптимальных решений на основе прогнозных оценок экспертов изменения эффективности целедостижения и перераспределения ресурса при несовпадении результатов реализации с прогнозными значениями.

Управленческое решение по распределению мотивационного ресурса на непрерывном множестве оптимизируемых переменных достигается с использованием пошаговой схемы рандомизированного поиска для равномерного распределения величины ресурсного обеспечения на заданном интервале [83, 66].

### **3.1 Оптимизационное моделирование распределения ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями целенаправленной командной деятельности**

При построении оптимизационной модели будет исходить из следующего содержательного описания управленческих действий при распределении ресурсного обеспечения для реализации итерационного процесса на деятельность команды.

С целью реализации процесса управляющий центр выделяет на заданный временной период ресурсное обеспечение. В Agile-ориентированных организационных системах итеративный процесс строится в виде равных по длительности временных интервалов (спринтов). Расходование ресурсного обеспечения на реализацию одного спринта с учетом одинаковой длительности итераций и сохране-

нием количества активных элементов на весь период целедостижения, входящих в состав команды, характеризуется равномерным распределением между итерациями. Однако, расходы на реализацию стадий развития командной деятельности (формирование, конфликтная, нормирующая, исполнительная) [4, 48] неравномерные и определяются числом итераций, прогнозируемых для командной деятельности на каждой стадии.

Прогнозируемое ресурсное обеспечение используется для решений общего числа задач, определяющих целедостижение, которые, в свою очередь, распределяются между членами команды. С другой стороны, в соответствии с последовательностью выполнения задач они распределяются между стадиями и итерациями. При подведении итогов спринта реальная степень выполнения задач в ряде случаев не соответствует прогнозируемой эффективности командной деятельности. В этом случае требуется перераспределение числа итераций на выполнение незавершенных задач, направленных на целедостижение.

Базовыми исходными данными для управления прогнозированием распределения ресурсного обеспечения являются следующие:

$T$  – длительность процесса целедостижения командой Agile-ориентированной организационной системы в сроки, установленные управляющим центром;

$V$  – интегральный объем ресурсного обеспечения, выделяемый для реализации целенаправленного процесса командной деятельности;

$m = \overline{1, M}$  – нумерационное множество задач командной деятельности, обеспечивающее достижение цели, заданной управляющим центром;

$n = \overline{1, N}$  – нумерационное множество членов команды;

$l = \overline{1, L}$  – нумерационное множество итераций процесса целедостижения.

Эффективность итерационного процесса командной деятельности характеризуется следующим процентным отношением, устанавливаемым в качестве задания управляющим центром для каждого спринта:

$$C_l = \frac{M_l}{M} \bullet 100\%, l = \overline{1, L}, \quad (3.1)$$

где  $C_l$  – эффективность командной деятельности на  $l$ -й итерации;

$M_l$  – количество задач, определенных управляющим центром как выполненные в полном объеме  $l$ -й итерации;

$M$  – общее число задач командной деятельности, обеспечивающее достижение цели.

Исходя из одинаковой длительности каждой итерации  $\Delta T$  и установленной длительности процесса целедостижения, определим общее число итераций:

$$L = \frac{T}{\Delta T}. \quad (3.2)$$

Из условия равномерных распределений расходов ресурсное обеспечение, необходимое для реализации одной итерации,

$$v = \frac{V}{L}. \quad (3.3)$$

Тогда распределение ресурсного обеспечения между четырьмя стадиями развития [формирование, конфликтная, нормирующая, исполнительная] команды пропорционально числу итераций, включенных в соответствующую стадию:

$$V_1 = vL_1, V_2 = vL_2, V_3 = vL_3, V_4 = vL_4, \quad (3.4)$$

где  $V_1, V_2, V_3, V_4$  – объем ресурсного обеспечения, выделяемый для соответствующей стадии командной деятельности;  $L_1, L_2, L_3, L_4$  – общее число итераций, соответствующее реализации каждой стадии.

При этом

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V,$$

следовательно, из (3.3) и (3.4) имеем

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = L. \quad (3.5)$$

Формализацию и решение задачи оптимизации прогнозирования распределения ресурсного обеспечения между стадиями необходимо начать с прогноза оценок экспертов управляющего центра [46] желаемого изменения эффективности командной деятельности (3.1) с предположением, что все  $M$  задач выполняются на одной стадии за  $L$  итераций целедостижения в виде функций  $C_1(l), C_2(l), C_3(l), C_4(l)$ , приведенных на рисунке 3.1.

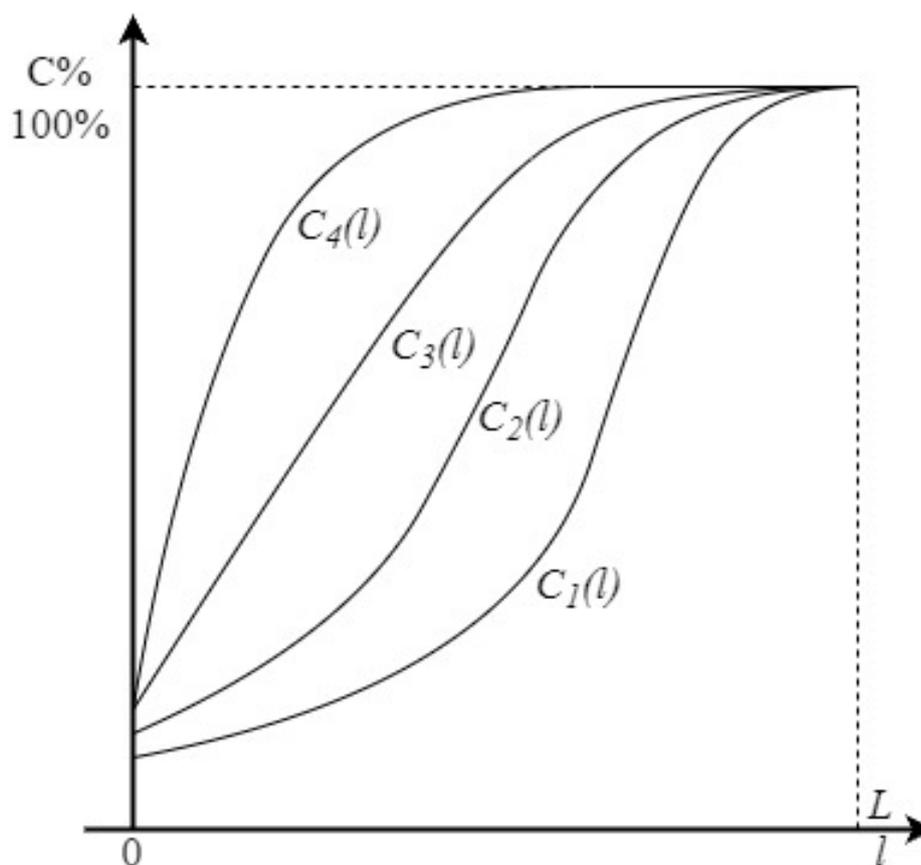


Рисунок 3.1 — Функции изменения эффективности командной деятельности целедостижения, устанавливаемые на экспертном уровне

В формализованном виде задача оптимизации распределения ресурсного обеспечения с учетом (3.4), (3.5) по прогнозным функциям  $C_1(L_1), C_2(L_2), C_3(L_3), C_4(L_4)$  представляется оптимизационной задачей, включающей экстремальное требование максимизации эффективности, граничное требование (3.5) и требования того, что значения оптимизируемых переменных  $L_1, L_2, L_3, L_4$  выбираются на дискретном множестве  $\overline{1, \overline{L}}$ :

$$\begin{aligned}
 C_1(L_1) + C_2(L_2) + C_3(L_3) + C_4(L_4) &\rightarrow \max_{L_1, L_2, L_3, L_4}, \\
 L_1 + L_2 + L_3 + L_4 &= L, \\
 L_1 = \overline{1, \overline{L}}, L_2 = \overline{1, \overline{L}}, L_3 = \overline{1, \overline{L}}, L_4 = \overline{1, \overline{L}}.
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

В результате получаем оптимальные значения переменных  $L_1^*, L_2^*, L_3^*, L_4^*$ .

Эти оптимальные значения позволяют определить оптимальное распределение интегрального объема ресурсного обеспечения между стадиями командной

деятельности:

$$V_1^* = vL_1^*, V_2^* = vL_2^*, V_3^* = vL_3^*, V_4^* = vL_4^*. \quad (3.7)$$

При равномерном распределении ресурсного обеспечения между итерациями управленческое решение (3.7) дает возможность осуществить прогнозное распределение общего количества задач командной деятельности, обеспечивающее достижение цели между стадиями:

$$M_1^* = M \frac{L_1^*}{L}, M_2^* = M \frac{L_2^*}{L}, M_3^* = M \frac{L_3^*}{L}, M_4^* = M \frac{L_4^*}{L}. \quad (3.8)$$

С учетом распределения (3.8) и значений функций эффективности для каждой итерации прогнозируется количество задач, которые определяются управляющим центром как выполненные:

$$\begin{aligned} M_{1l} &= C_1(l)M_1^*, l = \overline{1, L_1^*}, \\ M_{2l} &= C_2(l)M_2^*, l = \overline{1, L_2^*}, \\ M_{3l} &= C_3(l)M_3^*, l = \overline{1, L_3^*}, \\ M_{4l} &= C_4(l)M_4^*, l = \overline{1, L_4^*}. \end{aligned} \quad (3.9)$$

В том случае, когда результаты реализации итеративного процесса целедостижения на  $l$ -й итерации  $C(l)$  не совпадают с прогнозными значениями (3.9), требуется перераспределение ресурсного обеспечения по стадиям, которые охватывает нумерационное множество итераций  $l + \overline{1, L}$ .

Если  $1 \leq l \leq L_1^*$ , то эксперты формируют графики изменения  $C_1(l), C_2(l), C_3(l), C_4(l)$ ; начиная со значения  $C_1(l)$ ; при  $L_1^* < l \leq L_2^*$  – графики  $C_2(l), C_3(l), C_4(l)$ ; при  $L_2^* < l \leq L_3^*$  – графики  $C_3(l), C_4(l)$ ; при  $L_3^* < l \leq L_4^*$  – график  $C_4(l)$ .

В соответствии с этими функциями изменения эффективности командной деятельности решается семейство оптимизационных задач (3.16) с получением новых значений  $L_1^*, L_2^*, L_3^*, L_4^*$  и соответствующим пересчетом распределения ресурсного обеспечения (3.7) и количества выполняемых задач (3.8), (3.9).

Структурная схема оптимизационного моделирования распределения ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями целенаправленной командной деятельности приведена на рисунке 3.2.

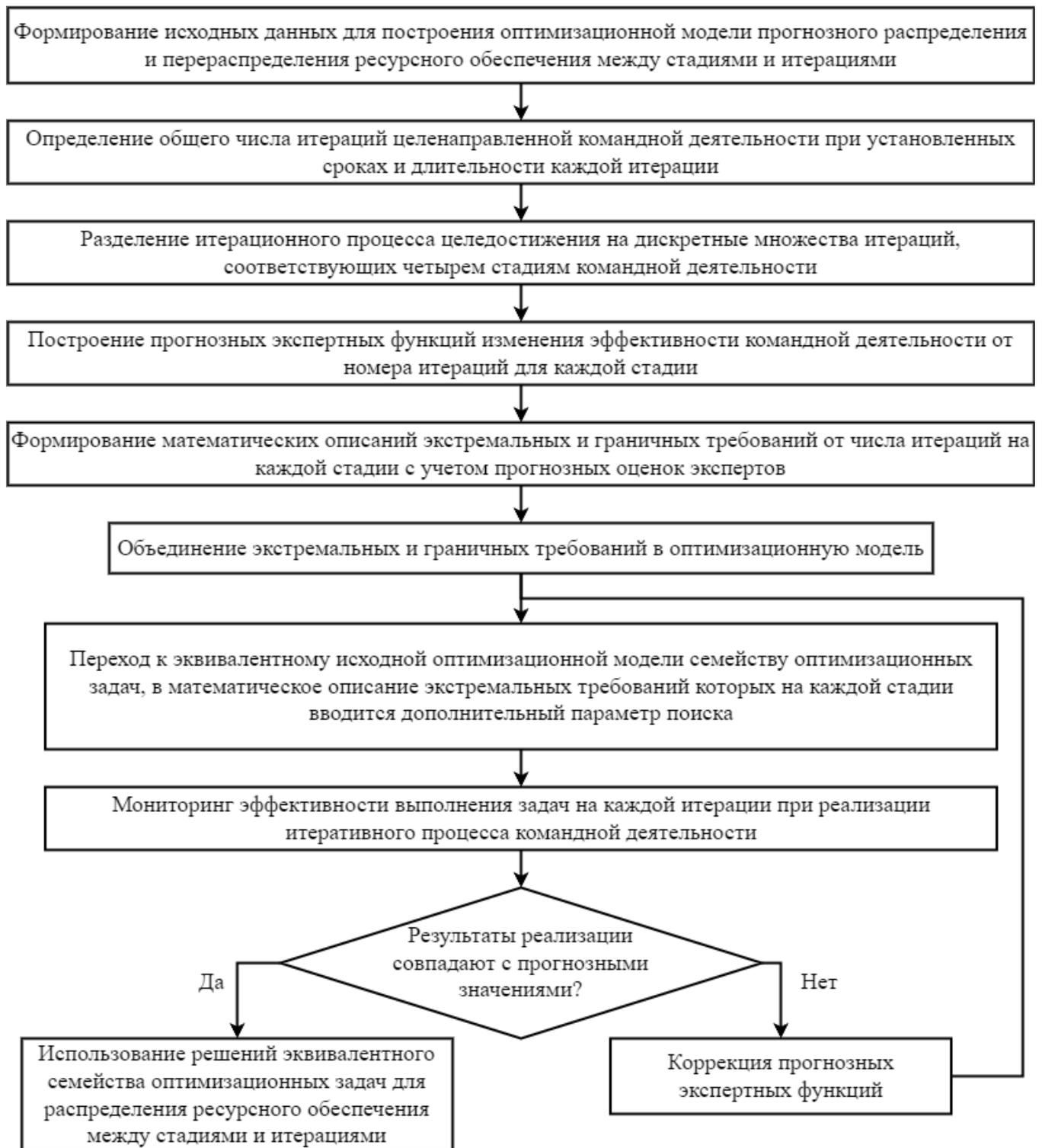


Рисунок 3.2 — Структурная схема оптимизационного моделирования распределения ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями целенаправленной командной деятельности

### 3.2 Оптимизационное моделирование распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды по результатам выполнения задач

Рассмотрим следующий механизм распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды: на первых трех стадиях командной деятельности осуществляется традиционное административное распределение; на исполнительной стадии, когда команда эффективно функционирует, для распределения используется формализованный оптимизационный подход.

В этом случае данные о результатах выполненных задач  $n$ -м ( $n = \overline{1, N}$ ) членом команды и выделяемый  $n$ -му члену команды мотивационный ресурс на каждой  $l$ -й ( $l = \overline{1, L_1^* + L_2^* + L_3^*}$ ) итерации используется для построения нейросетевой модели регрессии [50]:

$$d_{nl} = f(v_{nl}), l = \overline{1, L_4^*}, \quad (3.10)$$

где  $d_{nl}$  – показатель степени выполнения задач  $n$ -м членом команды на  $l$ -й итерации;  $v_{nl}$  – мотивационный ресурс, выделенный  $n$ -му члену команды на  $l$ -й итерации.

Предлагается определение значения показателя степени выполнения задач следующим образом:

$$d_{nl} = d_{1nl} + d_{2nl} + d_{3nl} + d_{4nl}, \quad (3.11)$$

где

$$d_{1nl} = \begin{cases} A_1, & \text{если задача находится в исполнении,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$d_{2nl} = \begin{cases} A_2, & \text{если задача готова для проверки управляющим центром,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$d_{3nl} = \begin{cases} A_3, & \text{если находится на проверке,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$d_{4nl} = \begin{cases} A_4, & \text{если задача определена как выполненная,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Значения  $A_1, A_2, A_3, A_4$  выбираются экспертом [75] в порядке возрастания на шкале  $[1, A]$ .

Сформируем оптимизационную задачу, в которой переменными поиска управленческого решения являются объемы мотивационного ресурса, назначаемого  $n$ -му члену команды на  $l$ -й итерации достижения результатов командной деятельности,  $-v_{nl}$ . При этом управляющий центр определяет интервал изменения мотивационного ресурса для конкретного члена команды.

$$v_n^{min} \leq v_{nl} \leq v_n^{max}, n = \overline{1, N}. \quad (3.12)$$

Экстремальное требование состоит в максимизации степени выполнения задач всеми членами команды на  $l$ -й итерации с учетом (3.10), (3.11):

$$\sum_{n=1}^N d_{nl} = \sum_{n=1}^N f(v_{nl}) \rightarrow max. \quad (3.13)$$

Граничное требование определяется интегральным объемом мотивационного ресурса  $V_l^M$ , выделяемого управляющим центром на  $l$ -й итерации командной деятельности:

$$\sum_{n=1}^N v_{nl} \leq V_l^M, l = \overline{1, L_n^*}. \quad (3.14)$$

Объединяя экстремальные требования (3.13) с граничными (3.12), (3.17), имеем следующую оптимизационную модель для  $l$ -й итерации:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N f(v_{nl}) &\rightarrow \max, \\ \sum_{n=1}^N v_{nl} &\leq V_l^M, \\ v_n^{\min} &\leq v_{nl} \leq v_n^{\max}, n = \overline{1, N}. \end{aligned} \tag{3.15}$$

Структурная схема нейросетевого и оптимизационного моделирования распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды по результатам выполнения задач приведена на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 — Структурная схема нейросетевого и оптимизационного моделирования распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды по результатам выполнения задач

### 3.3 Алгоритмизация принятия управленческих решений на основе оптимизационных моделей

Для определения значений оптимизируемых переменных  $L_1, L_2, L_3, L_4$  на основе модели (3.6) применим алгоритм многошагового принятия оптимальных ре-

шений [2]. Этот алгоритм требует предварительного введения параметров поиска:

$$\pi_2 = \overline{1, L}, \pi_3 = \overline{1, L}, \pi_4 = \overline{1, L}, \pi_5 = \overline{1, L},$$

что позволяет перейти от задачи (3.6) к семейству следующих оптимизационных задач:

$$\begin{aligned} C_1(\pi_2) &= \max_{1 \leq L_1 \leq \pi_2} [C_1(L_1)], \\ C_2(\pi_3) &= \max_{1 \leq L_2 \leq \pi_3} [C_2(L_2) + C_1(\pi_3 - L_2)], \\ C_3(\pi_4) &= \max_{1 \leq L_3 \leq \pi_4} [C_3(L_3) + C_2(\pi_4 - L_3)], \\ C_4(\pi_5) &= \max_{1 \leq L_4 \leq \pi_5} [C_4(L_4) + C_3(\pi_5 - L_4)]. \end{aligned} \tag{3.16}$$

где значения  $C_1(L_1), C_1(\pi_3 - L_2), C_2(L_2), C_2(\pi_4 - L_3), C_3(L_3), C_3(\pi_5 - L_4), C_4(L_4)$  определяются по экспертным графикам, приведенным на рисунке 3.1.

Далее осуществляется последовательное решение одномерных задач оптимизации, входящих в семейство (3.16), начиная с четвертой стадии командной деятельности к первой по переменным  $\pi_5, \pi_4, \pi_3, \pi_2$ . При полученных оптимальных значениях  $\pi_5^*, \pi_4^*, \pi_3^*, \pi_2^*$  решаются одномерные задачи оптимизации, входящие в семейство (3.16), начиная с первой стадии командной деятельности к четвертой по переменным  $L_1, L_2, L_3, L_4$ .

На основании каждой из задач (3.16) при поиске максимума осуществляется полный перебор на множествах дискретных значений  $\overline{1, L}$  до окончательного определения оптимальных значений переменных  $L_1^*, L_2^*, L_3^*, L_4^*$ .

Структурная схема алгоритма принятия управленческого решения по распределению ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями командной деятельности приведена на рисунке 3.4.

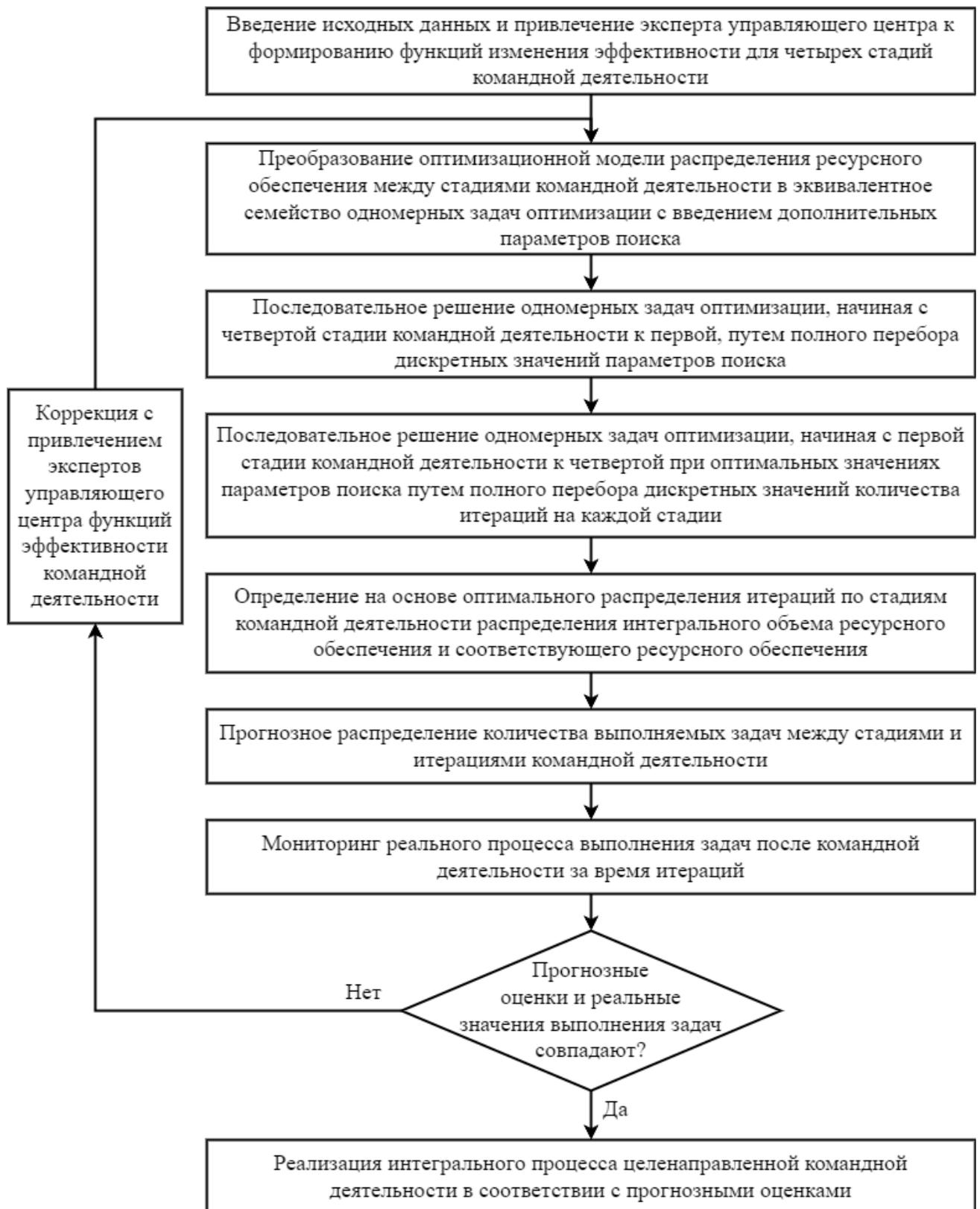


Рисунок 3.4 — Структурная схема алгоритма принятия управленческого решения по распределению ресурсного обеспечения при реализации итерационного процесса целенаправленной командной деятельности в командно-ориентированных организационных системах

Для решения задачи (3.15) используется пошаговая схема рандомизированного поиска; считается, что величина  $\tilde{v}_{nl}$  распределена равномерно на интервале (3.12). Тогда на первом шаге  $k = 1$  устанавливается величина вариации переменной  $\tilde{v}_{nl}$

$$\omega_{nl}^1 = \frac{v_n^{max} - v_n^{min}}{2}, n = \overline{1, N}, l = \overline{1, L_4^*}.$$

При этом на первом шаге выбирается значение  $\tilde{v}_{nl}^1$ .

На последующих шагах осуществляется коррекция значения  $v_{nl}^k$  на  $(k + 1)$ -м шаге с учетом значения вариации  $\omega_{nl}^{k+1}$  [9]:

$$v_{nl}^{k+1} = v_{nl}^k + \alpha^{k+1} \frac{F(v_{nl}^k + \omega_{nl}^k) - F(v_{nl}^k - \omega_{nl}^k)}{2\omega_{nl}^k}, \quad (3.17)$$

где  $\alpha^{k+1}$  – корректирующий коэффициент на  $(k + 1)$ -м шаге;

$$\alpha^{k+1} = \alpha^k \exp \left\{ \frac{1}{k} \text{Sign} \left( \left[ \frac{F(v_{nl}^k + \omega_{nl}^{k+1}) - F(v_{nl}^k - \omega_{nl}^{k+1})}{2\omega_{nl}^{k+1}} \right] \right) \right\};$$

$\alpha^1$  – задается на первом шаге экспертом;

$\omega_{nl}^{k+1}$  – вариация интервала на  $(k + 1)$ -м шаге, которая определяется по условию сходимости алгоритма (3.17)  $\omega_{nl}^{k+1} = \frac{\omega_{nl}^1}{\sqrt{k}}$ ;

$F(v_{nl}^k + \omega_{nl}^{k+1}), F(v_{nl}^k - \omega_{nl}^{k+1})$  – интервальные значения оптимизируемой функции эквивалентной оптимизационной модели (3.15),

$$F(v_{nl}^k) = \sum_{n=1}^N f(v_{nl}^k) + y \left( V_l^m - \sum_{n=1}^N v_{nl}^k \right), \quad (3.18)$$

$y \geq 0$  – коэффициент учета ограничения в оптимизационной функции, задаваемый на первом шаге экспертом.

Остановка пошагового поиска на  $k$ -м шаге осуществляется по правилу

$$|v_{nl}^k - v_{nl}^{k-1}| \leq \delta, n = \overline{1, N}, l = \overline{1, L_4^*}, \quad (3.19)$$

где  $\delta > 0$  – малая величина, устанавливаемая экспертом на первом шаге.

В результате получаем оптимальное распределение мотивационного ресурса для каждой  $l$ -й итерации процесса командной деятельности на четвертой стадии развития команд:

$$v_{nl}^* = v_{nl}^k, n = \overline{1, N}, l = \overline{1, L_4^*}.$$

В алгоритме принятия управленческого решения по распределению мотивационного обеспечения между членами команды необходимо добавить к рандомизированному поиску нейросетевое моделирование и определение показателя степени выполнения задач, что показано на рисунке 3.5.

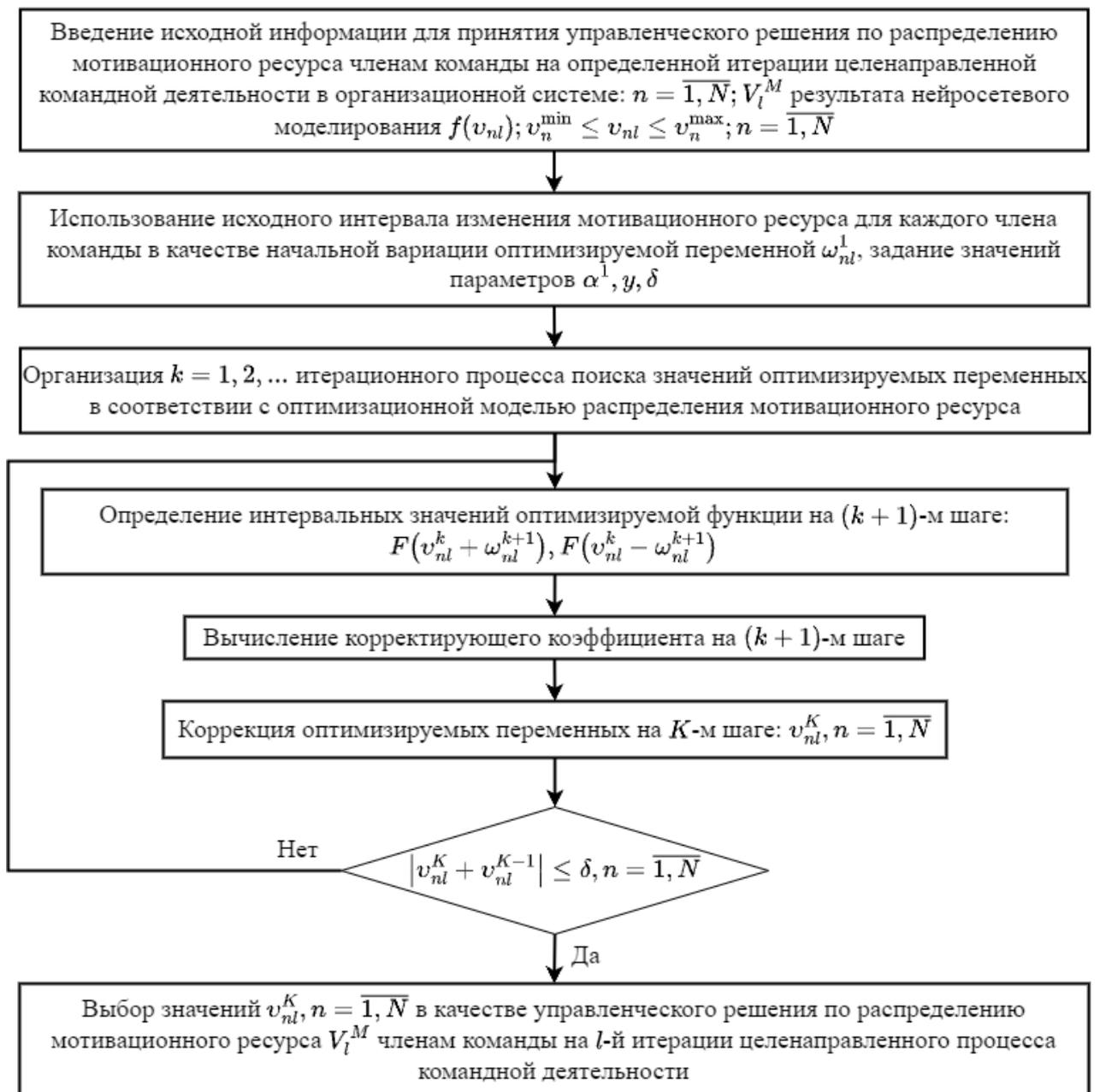


Рисунок 3.5 — Структурная схема алгоритма принятия управленческого решения по распределению мотивационного ресурса между членами команды

## Выводы третьей главы

1. Оптимизационное моделирование ресурсного обеспечения, направляемого на реализацию итерационного процесса целенаправленной командной деятельности в Agile-ориентированных организационных системах целесообразно связать с распределением количества итераций между стадиями в соответствии с экспертными оценками функций изменения эффективности выполнения задач

между итерациями и разделить на два этапа: прогнозное распределение и перераспределение в зависимости от реальных показателей выполнения задач.

2. Эффективность выполнения задач на каждой итерации командной деятельности поддерживается выделением мотивационного ресурса членам команды. Для построения оптимизационной модели следует использовать статистические выборки изменения степени выполнения задач в зависимости от объема мотивационного ресурса. Обучение на основе этой выборки нейросетевой модели регрессии позволяет формализовать экстремальные требования к распределению мотивационного ресурса, а ограничения по выделяемому интервальному ресурсу и интервалу изменения мотивационного ресурса каждого члена команды – граничные требования.

3. В случае алгоритмизации принятия управленческого решения на основе оптимизационной модели распределения ресурсного обеспечения в рамках итерационного процесса командной деятельности приемлемым является переход от единой задачи оптимизации к семейству одномерных задач с введением параметров поиска и организации процесса их решения в обратном порядке номеров стадий по дополнительным переменным и прямом – по оптимальному количеству итераций на каждой стадии. При этом прогнозное распределение синхронизируется с изменением экспертных оценок функции эффективности командной деятельности и перераспределением ресурсного обеспечения.

Для алгоритмизации принятия управленческого решения по распределению мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды целесообразно ориентироваться на наличие в оптимизационной модели интервальных ограничений оптимизируемых переменных. Это позволяет организовать пошаговый поиск за счет перехода к случайным реализациям этих переменных, равномерно распределенных на заданном интервале. В этот процесс поиска интегрируется обучение нейросетевой модели, определяющей направление движения по оптимизируемым переменным.

## **ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КОМАНДНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОТЛИЧАЮЩЕЙСЯ РЕАЛИЗАЦИЕЙ МЕХАНИЗМА ВСТРАИВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ**

Для применения нейросетевого и оптимизационного моделирования в практике управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированных организационных системах первоначально разрабатываются программные средства, поддерживающие принятие управленческих решений на основании алгоритмов, которые предложены в теоретической части работы. Программные средства следует ориентировать на интеграцию с библиотекой машинного обучения нейросетевых моделей классификации и регрессии и средствами мониторинга итерационного процесса командной деятельности.

Совокупность перечисленных средств нацелена на поддержание действий управляющего центра организационной системы целедостижения команды.

Оптимизационные модели принятия управленческих решений при командно-ориентированном выполнении проектов показывают возможности повышения эффективности в практике управления командной деятельностью в организационных системах IT-сферы, что позволяет их использовать для получения структурных решений при управлении итерационным процессом целедостижения в командно-ориентированной системе выполнения IT-проектов. [62].

### **4.1 Структура программного обеспечения оптимизации принятия управленческих решений**

Программное обеспечение оптимизации принятия управленческих решений в практике управления целенаправленной командной деятельности в Agile-ориентированных организационных системах базируется на оригинальных программных средствах, реализующих алгоритмы, рассмотренные в п. 2.4 и п. 3.3,

и средствах, позволяющих интегрировать в эту среду коды обученных нейросетевых моделей и данные мониторинга итерационного процесса выполнения задач каждым членом команды.

Оригинальные программные средства реализованы в виде трех модулей:

Модуль 1 «Оптимизация принятия управленческих решений по выбору структурных компонентов командной деятельности в организационных системах»;

Модуль 2 «Оптимизация принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения на реализацию итерационного процесса командной деятельности в организационной системе»;

Модуль 3 «Оптимизация принятия управленческих решений по распределению задач и мотивационного ресурса между членами команды в организационной системе».

Программа 1 включает следующие компоненты:

- введение значений показателей целедостижения командной деятельности и нумерационного множества, характеризующего членов команды (м1.1);
- формирование на основе мнений экспертов управляющего центра организационной системы и менеджера команды нумерационного множества задач, выполнение которых членами команды обеспечивает целедостижение (м1.2);
- рангового оценивания менеджером команды (доминирующим экспертом) степени влияния выполнения задач на целедостижение по каждому показателю путем нескольких опросов (м1.3);
- рангового оценивания членами команды (равнозначными экспертами) степени влияния выполнения задач на целедостижение по каждому показателю (м1.4);
- подсчета числа совпадающих рангов равнозначных и доминирующего экспертов (м1.5);
- определение коэффициентов влияния (м1.6);

- введение начальных значений вероятностных характеристик альтернативных переменных, количество которых устанавливается в соответствии с результатом м1.2 и параметров пошагового рандомизированного поиска (м1.7);
- случайного выбора номера альтернативной переменной для покоординатного поиска (м1.8);
- генерация случайных значений остальных альтернативных переменных (м1.9);
- определение вариаций оптимизируемой функции с использованием результатов м1.6; м1.8; м1.9 и фиксированных значениях выбранной альтернативной переменной (м1.10);
- коррекции вероятностных характеристик альтернативных переменных с использованием результатов м1.10 (м1.11);
- определения значений альтернативных переменных по скорректированным вероятностным характеристикам (м1.12);
- формирование редуцированного множеств задач, выполнения которых членами команды обеспечивает целедостижения по результатам м1.12 (м.1.13);
- введения установленной длительности количества итераций целенаправленной командной деятельности (м1.14);
- введения экспертных оценок трудоемкости выполнения задач (м1.15);
- введения экспертной оценки порядка предшествования выполнения задач (м1.16);
- введения начальных значений вероятностных характеристик альтернативных переменных, определяющих последовательность выполнения задач с учетом распределения по итерациям целенаправленной командной деятельности и параметров пошагового рандомизированного поиска (м1.17);
- случайного выбора номера задачи, номера итерации и соответствующий альтернативной переменной, значения которой фиксируются при вычислении вариации оптимизируемой функции (м1.18);
- генерации случайных значений альтернативных переменных (м1.19);

- проверки соответствия набора значений альтернативных переменных для вычисления вариации оптимизируемой функции установленному порядку предшествования задач и переход к м1.21, в противном случае – к м1.9 (м1.20);
- определения вариации оптимизируемой функции с использованием результатов м1.18; м1.19; м1.20 (м1.21);
- коррекции вероятностных характеристик альтернативных переменных с использованием результатов м1.21 (м1.22);
- проверки соответствия условию останова по числу шагов пошагового процесса поиска и перехода м1.24, в противном случае – к м1.8 (м1.23);
- фиксации альтернативных переменных со значением «0» для всех итераций целенаправленного процесса командной деятельности (м1.24);
- проверки условия отсутствия альтернативных переменных по результатам м1.24 и перехода к м1.27, в противном случае к м1.26 (м1.25);
- установления нового параметра останова с большим значением, чем предыдущий и перехода к м1.29 (м1.26);
- определения значений альтернативных переменных по результатам м1.22 (м1.27);
- принятия управленческого решения по результатам м1.27 (м1.28);
- проверки нового условия останова пошагового процесса поиска и перехода к м1.30, в противном случае – к м1.18 (м1.29);
- повторения м1.24; м1.25 и перехода к м1.27; м1.28 в противном случае к м1.31 (м1.30);
- установления новой длительности и количества итераций процесса целенаправленной командной деятельности и перехода к м1.17 (м1.31).

Программа 2 включает следующие компоненты:

- введения исходных данных по организации итерационного процесса командной деятельности в Agile-ориентированной системе: количество запланированных итераций (спринтов), интегральный объем ресурсного обеспечения, количество задач целедостижения (м2.1);

- формирования на основе мнений экспертов управляющего центра организационной системы изменения значений эффективности командной деятельности в зависимости от номера итерации для четырех стадий (м2.2);
- полного перебора номеров итераций, соответствующих параметрам поиска в одномерных задачах оптимизации каждой стадии, начиная с четвертой стадии командной деятельности к первой (м2.3);
- определения по результатам перебора оптимальных значений параметра поиска, обеспечивающих максимальную эффективность командной деятельности на каждой стадии (м2.4);
- полного перебора номеров итераций, соответствующих оптимизируемым переменным в одномерных задачах оптимизации при оптимальных значениях параметров поиска, начиная с первой стадии командной деятельности к четвертой (м2.5);
- определения по результатам перебора оптимальных значений числа итераций, соответствующих каждой стадии и обеспечивающих максимальную эффективность командной деятельности (м2.6);
- определения по результатам м2.6 оптимального распределения интегрального ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями (м2.7);
- определения по результатам м2.6 прогнозного распределения количества выполняемых задач целедостижения между стадиями и итерациями (м2.8);
- фиксация на основе мониторинга итерационного процесса командной деятельности реального количества задач, выполненных на определенной итерации (м2.9);
- сравнениях прогнозных оценок и реальных значений количества выполненных задач и в случае совпадения – реализация итерационного процесса целенаправленной командной деятельности в соответствии с прогнозными оценками; в противном случае переход к м2.11 (м2.10);
- коррекции с привлечением экспертов управляющего центра организационной системы изменений значений эффективности командной деятельности в

зависимости от принадлежности мониторируемой итерации к одной из четырех стадий и перехода к м2.3 (м2.11).

Программа 3 включает следующие компоненты:

- введения исходных данных реализации целенаправленной командной деятельности в организационной системе: нумерационное множество задач, выполнение которых обеспечивает целедостижение; нумерационного множества членов команды, привлекаемых управляющим центром для выполнения этих задач (м3.1);

- формирования статистической выборки, характеризующей результаты выполнения тестовых заданий членами команды и принадлежности текстов этих заданий к категориям деятельности в рамках каждой задачи (м3.2);

- обращение к библиотеке программ машинного обучения (м3.3);

- обучение нейросетевой модели классификации для каждого члена команды (м3.4);

- вычисления коэффициента эффективности выполнения задач каждым членом команды по экспертным оценкам результатов классификации на основе нейросетевой модели м3.4 (м3.5);

- введения начальных значений вероятностных характеристик альтернативных переменных оптимизационной модели распределения множества задач между членами команды и параметров поиска (м3.6);

- случайного выбора номеров задачи и члена команды, соответствующих альтернативной переменной, значения которой фиксируются при вычислении вариации оптимизируемой функции (м3.7);

- генерации случайных значений остальных альтернативных переменных (м3.8);

- проверки соответствия набора значений альтернативных переменных для вычисления вариации оптимизируемой функции ограничениям в оптимизируемой модели и перехода к м3.10, в противном случае к м3.8 (м3.9);

- определения вариации оптимизируемой функции с использованием результатов м3.7; м3.8; м3.9 (м3.10);

- коррекции вероятностных характеристик альтернативных переменных с использованием результатов м3.10 (м3.11);
- проверки соответствия условию останова по числу шагов пошагового процесса поиска и перехода к м3.13, в противном случае к м3.8 (м3.12);
- фиксации альтернативных переменных со значениями «1» и распределения задач между членами команды (м3.13);
- дополнения результатов м3.13 распределением выполнения задач между итерациями и данными мониторинга выполнения задач каждым членом команды на каждой итерации первых трех стадий целенаправленной командной деятельности (м3.14);
- определения количественной оценки степени выполнения задач на основе результатов м3.14 и мнений эксперта-менеджера команды (м3.15);
- формирования статистической выборки изменения по итерациям степени выполнения задач каждым членом команды в зависимости от выделенного ему мотивационного ресурса (м3.16);
- обращения к библиотеке программ машинного обучения (м3.17);
- обучения нейросетевой модели регрессии (м3.18);
- ведения значений интегрального мотивационного ресурса, устанавливаемого управляющим центром на каждой итерации четвертой стадии командной деятельности (м3.19);
- введения в качестве начального интервала равномерного распределения оптимизируемой переменной интервала изменения мотивационного ресурса, установленного менеджером для каждого члена команды (м3.20);
- определение случайного значения оптимизируемой переменной на первом шаге в соответствии с равномерным распределением в рамках интервала согласно м3.20 (м3.21);
- вычисления интервала изменения оптимизируемой переменной для следующего шага (м3.22);
- определения вариации оптимизируемой переменной с использованием результата м3.18; м3.19; м3.22 (м3.23);

- вычисления корректирующего коэффициента с использованием результатов м3.23 (м3.24);
- коррекции оптимизируемых переменных на следующем шаге с использованием результатов м3.23; м3.24 (м3.25);
- проверка выполнения условия останова пошагового процесса поиска и перехода к м3.27, в противном случае – к м3.22 (м3.26);
- выбора в качестве управленческого решения по распределению мотивационного ресурса между членами команды полученных в м3.25 значений оптимизируемых переменных (м3.27).

Интеграция разработанных программ машинного обучения и средств мониторинга итерационного процесса целенаправленной командной деятельности в единую поддержку принятия управленческих решений в организационных системах, представлена структурной схемой на рисунке 4.1.

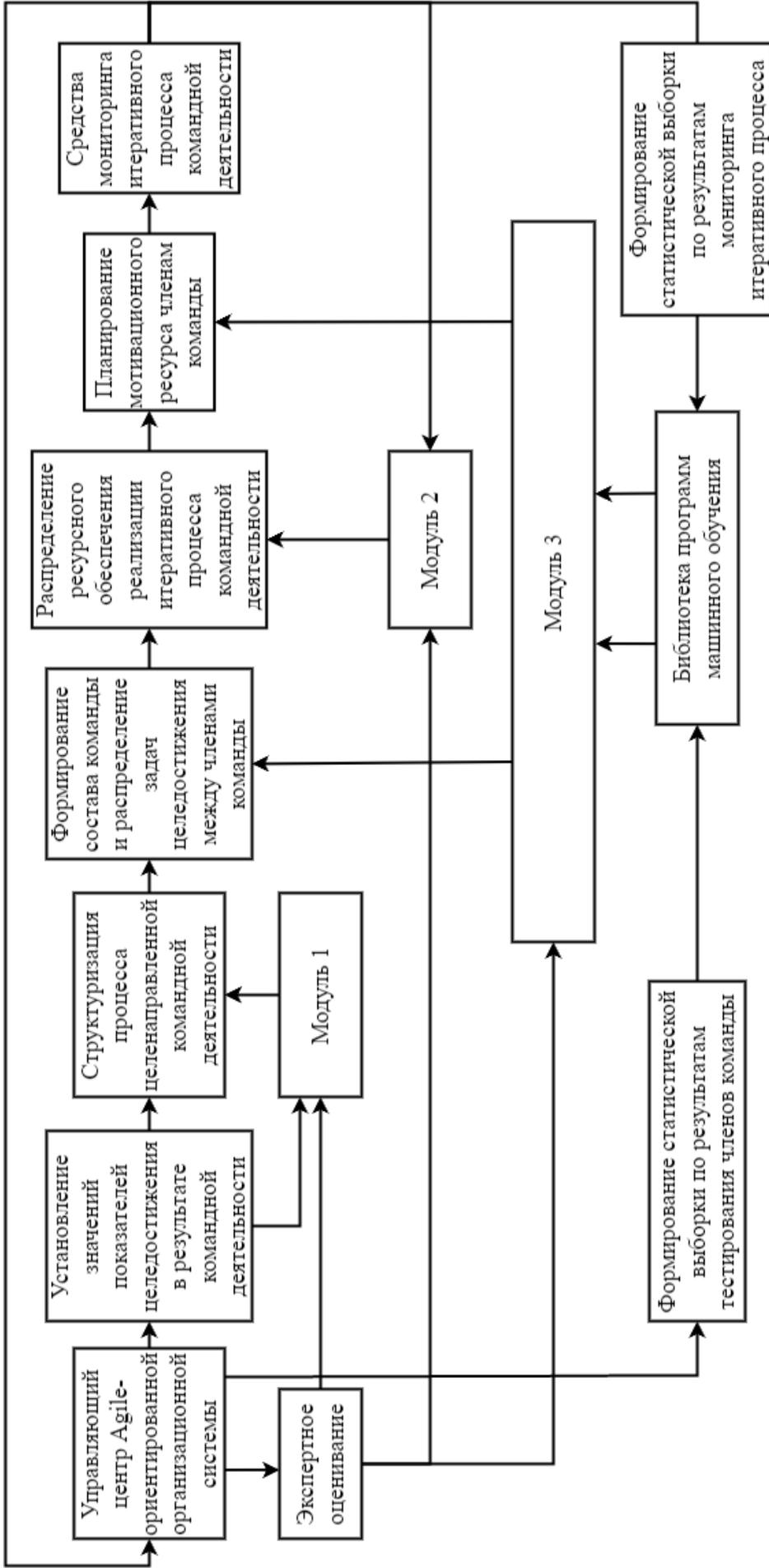


Рисунок 4.1 — Структурная схема программной среды поддержки принятия управленческих решений в командно-ориентированной организационной системе

## 4.2 Получение структурных решений при управлении итерационным процессом целедостижения в командно-ориентированной системе выполнения IT-проектов

Рассмотрим разработанную командно-ориентированную систему выполнения IT-проектов, которая получила название «Система управления деятельностью командно-ориентированной организационной системы» и имеет следующую модульную структуру, показанную на рисунке 4.2.

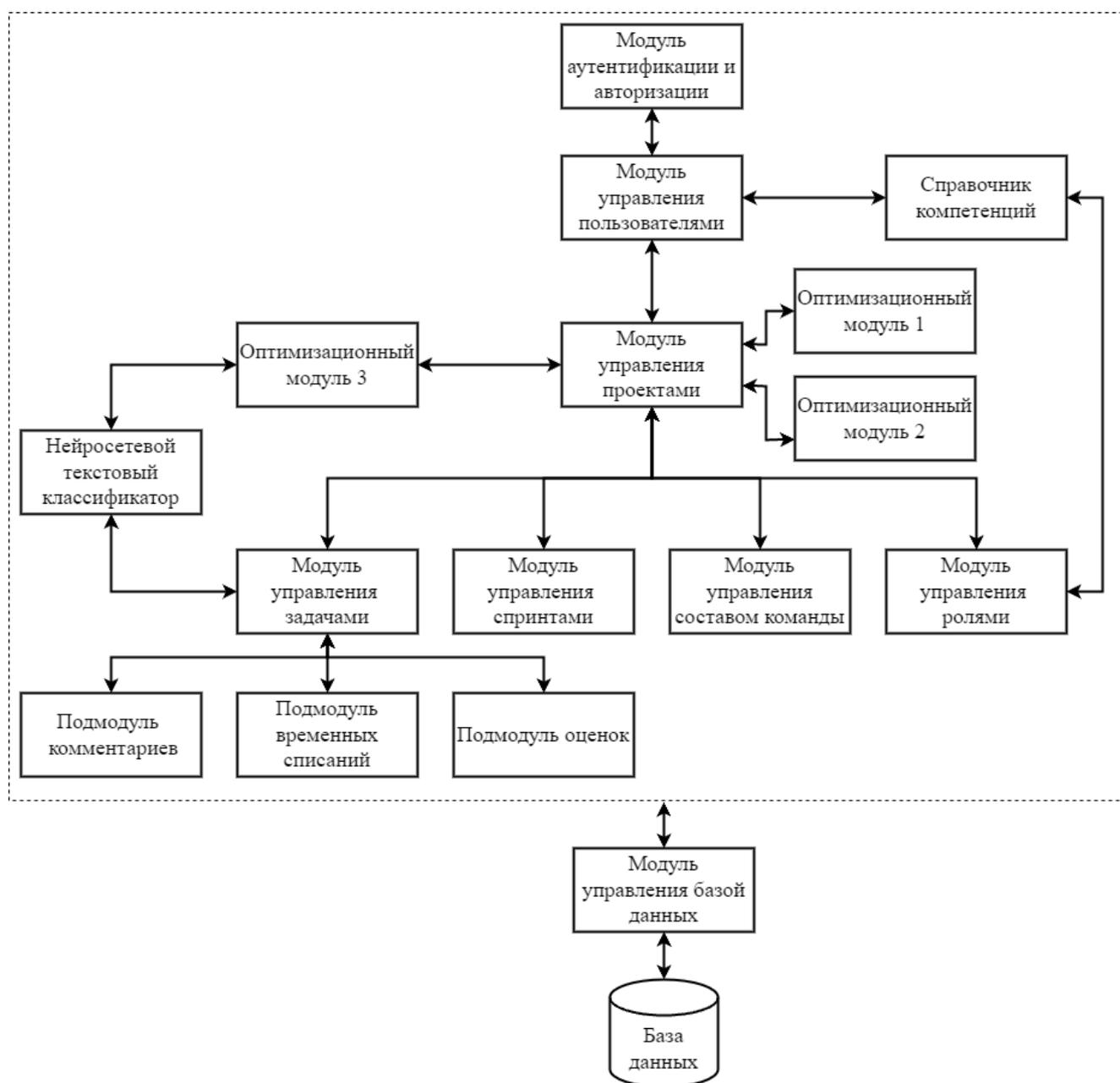


Рисунок 4.2 — Модульная структура «Система управления деятельностью командно-ориентированной организационной системы»

Оптимизационный модуль 1 отвечает за оптимизацию принятия управленческих решений по выбору структурных компонентов командной деятельности в организационных системах и соответствует описываемой ранее программе 1.

Оптимизационный модуль 2 обеспечивает оптимизацию принятия управленческих решений по распределению ресурсного обеспечения на реализацию итерационного процесса командной деятельности в организационной системе, по своей сути, являющееся программой 2.

Оптимизационный модуль 3, соответствующи программе 3, позволяет оптимизировать принятие управленческих решений по распределению задач и мотивационного ресурса между членами команды в организационной системе.

Для удобства хранения информации о разрабатываемых проектах была спроектирована база данных, показанная на рисунке 4.3.

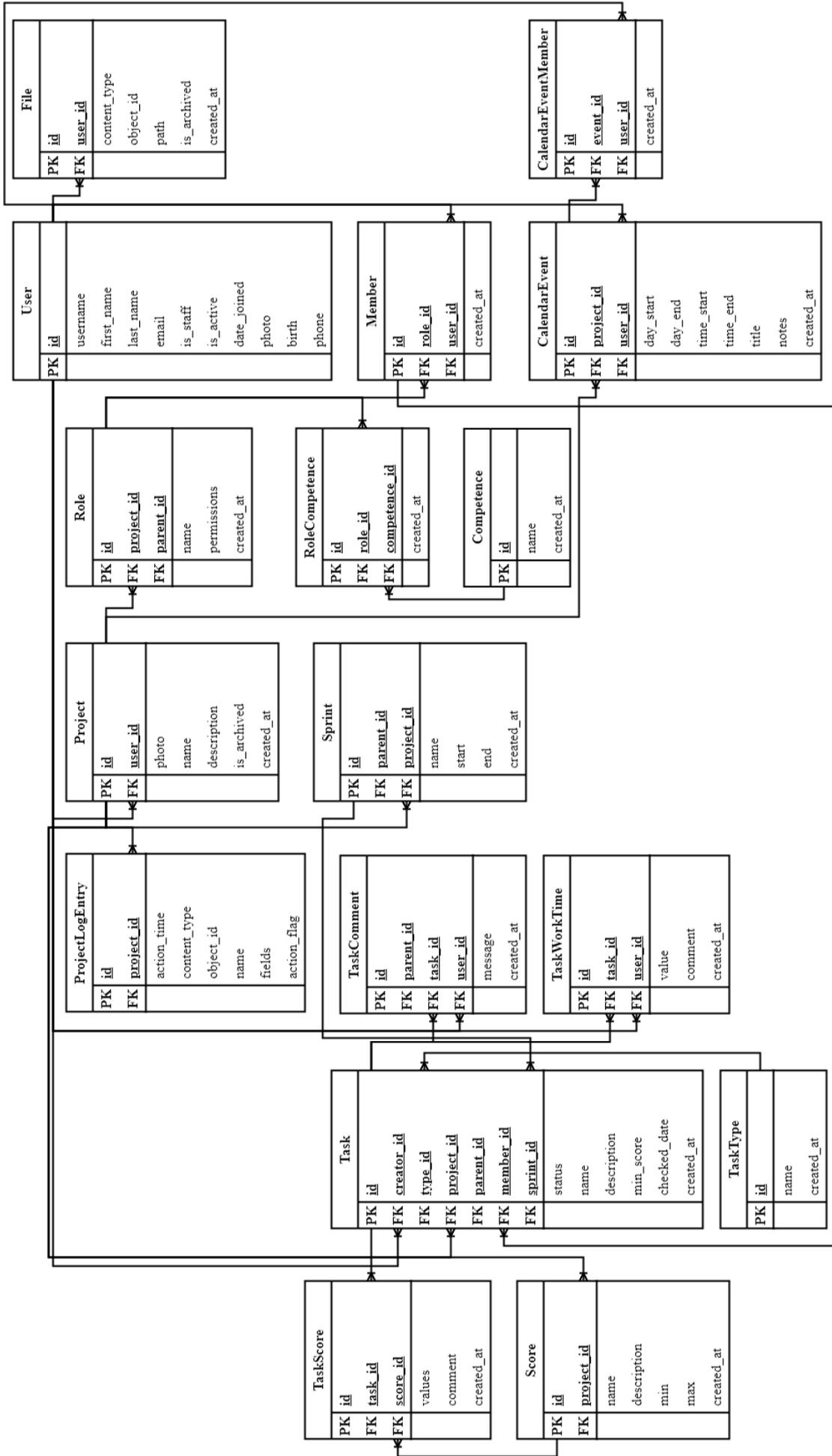


Рисунок 4.3 — Структура базы данных "Системы управления деятельностью командно-ориентированной организационной системы"

Интерфейс в разработанной командно-ориентированной системе выполнения IT-проектов проектировался максимально приближенным к системам, использующим методологию Kanban при организации работ над проектами, для удобного перехода из одной системы в другую. Отличительными особенностями обладает только форма создания задач, которая показана на рисунке 4.4.

Проект «Школа растяжки» » Вернуться в проект Роли Участники Календарь История Финансы

Проекты  
Пользователи  
Профиль  
Выйти

Название

Условие

Родительская задача  
Не выбрана

Исполнитель  
Маркетолог  
Дизайнер  
SEO-специалист  
Копирайтер

Статус  
Не выбран

Спринт  
Не выбран

Дата проверки  
ДД.ММ.ГГГГ

Выберите файлы

Соответствие задачи 0

Самостоятельность 0

Юзабилити 0

Визуал и композиция 0

Процент выполнения 0

Время 0

Создать Отмена

Рисунок 4.4 — Форма создания задачи

Стоит отметить, что заполнив условие задачи и указав необходимый уровень оценок, система автоматически предложит исполнителя и укажет вероятность успешного выполнения задачи при заданных условиях. Также была сохранена возможность менеджеру проекта самому выбрать исполнителя, игнорируя рекомендацию системы, что окажет корректирующее воздействие на алгоритмы системы при дальнейшей работе.

При разработке использовалась, сформированная в п. 1.3, структура системы управления целенаправленной командной деятельностью в организационной системе. Согласно данной структуре, её ведущей составляющей является управляющий центр командно-ориентированной организационной системы. Соответственно, для управления целенаправленной командной деятельностью и контролем за целедостижением назначается ответственное лицо – менеджер проекта, который обладает практически полными правами на управление проектом. К таким правам относятся:

- Создание, изменение и архивирование проектов. Удаление запрещено для того, чтобы не дать менеджеру случайно нанести непоправимый ущерб проекту;
- Управление ролями и их правами доступа в проекте;
- Управление спринтами;
- Управление составом команды;
- Управление задачами;
- Просмотр истории действий в рамках проекта с возможностью восстановления данных из истории.

При этом, от менеджера проекта требуется уточнить первичную потребность, определить показатели целедостижения, конечное множество задач и количество спринтов. Полученные результаты формализуются в виде бэклога продукта и бэклогов спринтов, которые используются в ходе целенаправленной командной деятельности.

Показатели целедостижения устанавливаются на таком уровне, чтобы не только удовлетворить потребности клиента, но и также, чтобы у клиента появилось желание повторно вернуться в организацию с новым заказом.

Итеративная форма реализации жизненного цикла продукта для технической и для маркетинговой части работ над проектом отличаются друг от друга и менеджеру проекта необходимо это учитывать.

В частности, для технической части проекта, а конкретно для проекта разработки продающего сайта цикл разработки показан на рисунке 4.5.



Рисунок 4.5 — Цикл разработки продающего сайта

Стрелки влево на рисунке выше используются для обозначения части этапа, стрелки вправо для обозначения рабочего дня.

В среднем, для реализации технического проекта достаточно пяти спринтов. Исключениями являются нестандартные проекты, в которых основной упор не делается на продающий сайт. В частности, при продвижении онлайн-школы, спринты «Прототипы и фактура», «Дизайн» и «Корректировка» объединяются в один, в остальном он неизменен, только над текстами работает соответствующий специалист.

В свою очередь, маркетинговые проекты и маркетинговая часть проекта продвижения онлайн-школы в большей мере похожи друг на друга и выглядят как спиральная модель. Общая схема работ над таким проектом представлена на рисунке 4.6.

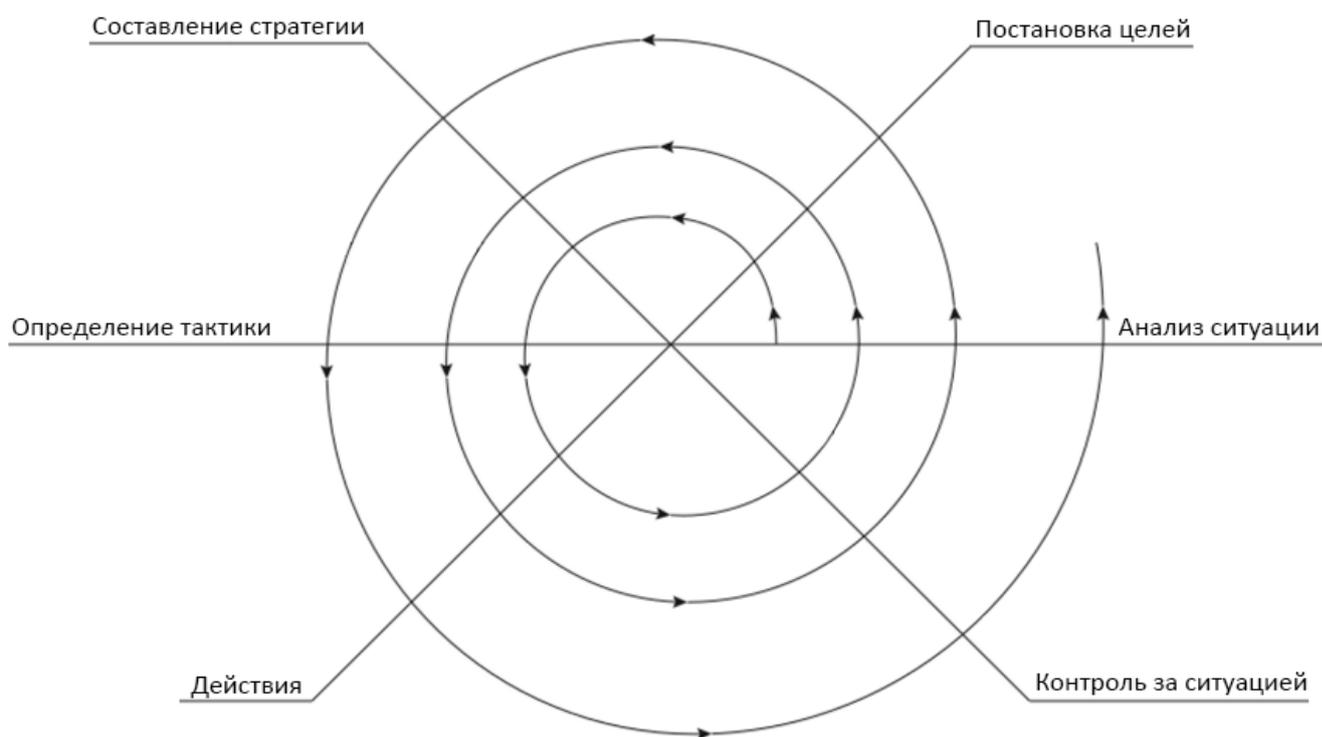


Рисунок 4.6 — Цикл разработки продающего сайта

Длительность этапа в проектах, с использованием данной командно-ориентированной системы, варьируется от двух недель до одного месяца.

В силу того, что командно-ориентированная компания ставит взаимодействие внутри команды и работающий продукт выше процессов и инструментов,

оценивание результатов деятельности команды по периодам либо побуждает к пересмотру бэклога, либо длительности периодов, либо в целом приводит к выбору новых показателей эффективности.

Помимо всего прочего, на каждой итерации оценивается не только общий результат работы, но и результат каждого из членов команды индивидуально, чтобы можно было внести корректировку в их деятельность.

В рамках работы над проектами менеджером были выбраны несколько оценок, которые можно разделить на следующие категории – это количественные и качественные оценки.

Качественными оценками являются следующие:

- Соответствие задаче – данная оценка отражает соответствие результата работы поставленному заданию;
- Самостоятельность отражает вовлеченность исполнителя к работе в проекте, способность предлагать решения, требующие инициативы;
- Юзабилити – показывает степень удобства использования полученного результата работы, косвенно указывает на знание стандартов строения интерфейсов и стандартов верстки их и, с учетом своего опыта и знаний, делает интерфейсы удобными;
- Визуал и композиция – показывает на сколько результат работы соответствует фирменному стилю клиента, принципам дизайна.

Количественных оценок всего несколько:

- Процент выполнения технического задания показывает степень выполнения поставленной задачи, если задача выполнена не полностью, то по какой причине, если причина уважительная, то насколько предложенная инициатива лучше, чем условие задачи;
- Время – так как временные затраты оценивают сами исполнители, то данная оценка просто показывает соответствие поставленным срокам, косвенно, данная оценка также может указать на изменение опыта исполнителя при наблюдении за ней в динамике.

Для удобства контролирования качества оказываемых услуг, управляющий центр измерял и ориентировался на следующие метрики:

- Показы – количество показов рекламы;
- Конверсия – соотношение переходов по рекламе к показам;
- Переходы – количество переходов с рекламы на сайт;
- Лиды – количество пользователей, которые осуществили какое-либо действие на сайте (например, заполнили форму обратной связи);
- Заказы – количество оплаченных услуг;
- CPA – стоимость одного действия на сайте, в данном случае, стоимость заполнения формы обратной связи.

Манипуляции с распределением ресурсным обеспечением командной деятельности используются для поддержания динамики изменения эффективности по графику, установленному на этапе планирования итераций и работ. В частности, проводятся обсуждения последних новинок в профессиональной области – это необходимо для того, чтобы по активности обсуждения определить заинтересованность команды исполнителей как в применении новых инструментов, так и в развитии собственных навыков, что впоследствии позволяет проводить вебинары или выдать доступ к соответствующим обучающим ресурсам, показав команде, что к ним прислушались.

Управления распределением ресурсного обеспечения напрямую зависит не только от результатов командной работы, но и от результатов работы управляющего центра.

#### **4.3 Оценка результативности применения разработанной программной среды поддержки принятия управленческих решений в командно-ориентированной организационной системе ИТ-сферы на основе вычислительного эксперимента**

Внедрение регламентов и разработанной информационной системы принятия управленческих решений началось в конце января 2023 года. Первым проектом, с которого фактически начался процесс внедрения, является продвижение

школы растяжки. Основное влияние разработанные алгоритмы оказывают на процесс целенаправленной командной деятельности.

Количественные и качественные оценки результатов выполнения работ над проектами данного типа никак не изменились относительно п. 4.2.

Для оценки результативности применения разработанной программной среды поддержки принятия управленческих решений в командно-ориентированной организационной системе ИТ-сферы предлагается рассмотреть оптимизацию следующих рутинных процессов:

1. Процессы принятия решений по распределению заданий:

При планировании работ над новым проектом были привлечены следующие члены команды: маркетолог, дизайнер, seo-специалист, копирайтер, разработчик и тестировщик. Представителем от управляющего центра выступил маркетолог.

Неоптимизированное множество задач  $m = \overline{1,19}$  включает в себя следующие задачи:

- Оформление социальных сетей;
- Создание рекламных кабинетов;
- Создание контента;
- Дизайн сайта;
- Верстка сайта в конструкторе;
- Ручная верстка сайта;
- Тестирование приложения на всех разрешениях;
- Копирайт сайта;
- Деплой сайта;
- SEO-оптимизация сайта;
- Деплой и SEO-оптимизация сайта (при верстке сайта в конструкторе);
- Наполнение социальных сетей;
- Съемка видео;
- Покупка рекламы у блогеров;
- Таргетированная реклама;
- Контекстная реклама;

– Конкурс среди подписчиков (тоже является рекламой).

Для достижения поставленных целей было предложено выбрать новое множество задач с учетом экспертной оценки всех членов команды как равноценных экспертов, применяя модель многоальтернативной оптимизации (2.8). Параметр  $\lambda$  был установлен ведущим экспертом в лице маркетолога на отметке 24 (6 экспертов, минимум 4 оценки целедостижения).

В результате оптимизационного моделирования было получено новое множество задач  $m^* = \overline{1,11}$ : Оформление социальных сетей; Создание рекламных кабинетов; Создание контента; Дизайн сайта; Верстка сайта в конструкторе; Копирайт сайта; Деплой и SEO-оптимизация сайта (при верстке сайта в конструкторе); Наполнение социальных сетей; Таргетированная реклама; Контекстная реклама; Конкурс среди подписчиков (тоже является рекламой).

По указанным задачам в организации установлена следующая норма часов, указанная в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Норма часов для выбранного набора задач

Задача	Норма часов
Оформление социальных сетей	8
Создание рекламных кабинетов	5
Создание контента	12
Дизайн сайта	25
Верстка сайта в конструкторе	9
Копирайт сайта	3
Деплой и SEO-оптимизация сайта (при верстке сайта в конструкторе)	2
Наполнение социальных сетей	18
Таргетированная реклама	15
Контекстная реклама	6
Конкурс среди подписчиков (тоже является рекламой)	2

Для реализации проекта было выбрано  $l = \overline{1,4}$  стадии при количестве членов команды  $N = 4$ , со следующим составом: маркетолог, дизайнер, сео-специалист, копирайтер; общее число итераций  $L = 4$ .

В период работы над этим проектом распределение работ по этапам происходило исходя из того факта, что дизайнеров, способных разрабатывать продающий сайт в конструкторе, в организации всего один человек.

Применяя оптимизационную модель (2.20), был составлен следующий план работ, представленный на таблице 4.2.

Таблица 4.2 — Поэтапный план работ над продвижением школы

Месяц	Этап	Работы	Исполнитель
Февраль	Запуск проекта	Оформление социальных сетей	Дизайнер
		Создание рекламных кабинетов	Маркетолог
		Создание контента	Копирайтер Дизайнер
Март	Разработка продающего сайта	Дизайн сайта	Дизайнер
		Верстка сайта	Дизайнер
		Копирайт сайта	SEO-специалист
		Деплой и SEO сайта	SEO-специалист
Апрель	Ведение социальных сетей	Наполнение социальных сетей	Маркетолог Копирайтер Дизайнер
		Съемка видео	Маркетолог
		Запуск рекламы	Маркетолог
Май	Трафик	Покупка рекламы у блогеров	Маркетолог
		Запуск таргетированной рекламы	Маркетолог
		Запуск контекстной рекламы	Маркетолог

2. Процесс управления распределения мотивационного ресурса в рамках итерации командной деятельностью:

При моделировании распределения ресурсного обеспечения интегральный объем ресурсного обеспечения, выделяемый для реализации целенаправленного процесса командной деятельности  $V = 153500$  рублей.

Экспертом управляющего центра были установлены следующие значения  $[1, A]$ , которые соответствуют статусам задач:

$A_1 = 1$  – если задача в статусе «В исполнении».

$A_2 = 2$  – если задача в статусе «Готова для проверки управляющим центром».

$A_3 = 3$  – если задача в статусе «Находится на проверке».

$A_4 = 4$  – если задача в статусе «Выполнена».

Управляющий центр распределил ресурсное обеспечение на все стадии следующим образом:

- Март – 31500 рублей;
- Апрель – 37500 рублей;
- Май – 50000 рублей;
- Июнь – 34500 рублей.

При этом гарантированно (на заработные платы) должна быть распределена определенная часть ресурсного обеспечения. Принцип распределения показан в таблице 4.3.

Начальные значения для применяемой оптимизационной модели распределения ресурсного обеспечения, следующие:

$\alpha^1 = 10$  – начальное значение корректирующего коэффициента, заданное представителем управляющего центра в настройках информационной системы.  
 $y = 1$  – коэффициент учета ограничения в оптимизационной функции.  $\delta = 0.0001$  – малая величина для остановки пошагового поиска.

Результат применения оптимизационной модели для распределения ресурсного обеспечения с учетом мотивирующей части представлен в таблице 4.4.

Таким образом, для успешного завершения работ по проекту потребовалось значительно меньше планируемого ресурсного обеспечения: 110929 рублей, вместо планируемых 153500 рублей с учетом распределения мотивационного обеспечения.

Применение разработанной информационной системы также оказало положительное влияние и на результат работы над проектом. Основным требованием

Таблица 4.3 — Поэтапный план работ над продвижением школы

Этап	Работы	Исполнитель	Сумма
Запуск проекта	Оформление социальных сетей	Дизайнер	6000 рублей
	Создание рекламных кабинетов	Маркетолог	3000 рублей
	Создание контента	Копирайтер	6000 рублей
Дизайнер		6000 рублей	
Разработка продающего сайта	Дизайн сайта	Дизайнер	12000 рублей
	Верстка сайта	Дизайнер	9000 рублей
	Копирайт сайта	SEO-специалист	2000 рублей
	Деплой и SEO сайта	SEO-специалист	2000 рублей
Ведение социальных сетей	Наполнение социальных сетей	Маркетолог	6000 рублей
		Копирайтер	6000 рублей
		Дизайнер	6000 рублей
	Съемка видео	Маркетолог	7500 рублей
	Запуск рекламы	Маркетолог	8000 рублей
Трафик	Покупка рекламы у блогеров	Маркетолог	6000 рублей
	Запуск таргетированной рекламы	Маркетолог	8000 рублей
	Запуск контекстной рекламы	Маркетолог	9000 рублей

Таблица 4.4 — Результат распределения ресурсного обеспечения

Этап	Исполнитель	Минимальная сумма (руб.)	Результат ( $v_{nl}$ )
1	Дизайнер	15000	15666
	Копирайтер	6000	7664
2	Дизайнер	21000	21002
	SEO-специалист	4000	4151
3	Маркетолог	21500	21514
	Копирайтер	6000	8714
	Дизайнер	6000	8714
4	Маркетолог	23000	23501

заказчика было привлечение двадцати пяти учеников в школу. Сколько пришло на самом деле людей, с учетом всех источников информации и трафика, достовер-

но неизвестно. Известна только статистика интернет-маркетинга на момент сдачи проекта, и она приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 — Статистика на момент сдачи проекта

Показы	Конверсия	Переходы	Посещаемость	Лиды	Заказы	CPA
148110	0.411%	609	354	19	<b>18</b>	1589 р.

На сайте заказчика совершили оплату занятий в школе растяжки восемнадцать человек. Результат был достигнут при меньшем числе показов, чем в прошлом проекте. Учитывая тот факт, что маркетинговое продвижение чаще всего имеет накопительный эффект, результат можно считать положительным.

Для достижения поставленных целей потребовалось значительно меньше показов интернет-рекламы (–51% в сравнении со схожим проектом продвижения онлайн-школы).

Рассматривая целенаправленную командную деятельность, в рамках данного проекта, можно отметить несколько положительных аспектов:

- Управляющему центру стало проще контролировать процесс работ, информация о статусах задач и их обсуждениях, промежуточных результатах и предложениях по изменению не нужно собирать по беседам в системах быстрого обмена сообщениями или во время коротких встреч в начале рабочего дня, они все аккумулируются в одном месте;

- Управляющему центру проще наблюдать за состоянием команды благодаря внутренней системе оценок целенаправленной командной деятельности и наглядности её отображения;

- Исполнителям стало проще ориентироваться по статусам задач, поставленных другим членам команды, что особенно важно в ситуации, когда несколько задач связаны между собой (например, в случае задачи ведения социальных сетей);

- Исполнителям стало проще выражать свое мнение и несогласие по некоторым аспектам планирования работ, потому что нет человеческого фактора (не влияет боязнь высказывать своё мнение на группу лиц), так как все этапы обсуждения проводятся и хранятся в информационной системе.

Важно понимать, что указанные выше аспекты проявились на короткой дистанции. Полноценную оценку влияния необходимо проводить на более длинной, в рамках данной команды, через год, когда внедренные регламенты и разработанная информационная система окажут непосредственное влияние на сотрудников управляющего центра, что позволит повысить эффективность работы организации над поступающими проектами.

## **Выводы четвертой главы**

1. Для эффективной поддержки принятия управленческих решений в практике управления целенаправленной командной деятельностью в Agile-ориентированных организационных системах целесообразным подходом является интеграция в единую программную среду программ, реализующих разработанные алгоритмы оптимизации с использованием обученных нейросетевых моделей, библиотек программ машинного обучения и средств мониторинга выполнения задач при организации итерационного процесса целедостижения.

2. Для получения структурных решений при управлении итерационным процессом целедостижения в командно-ориентированной системе выполнения IT-проектов целесообразно использовать оптимизационные модели по определению достаточного множества задач, выполняемых членами команды, и назначения этих задач исполнителям. Оптимизационная модель распределения задач между членами команды базируется на определении коэффициентов эффективности с применением классификатора, построенного путем машинного обучения.

3. Распределение мотивационной части ресурсного обеспечения с использованием оптимизационной модели, учитывающей зависимость статуса выполнения задачи от объема обеспечения, приводит к сокращению интегрального объема ресурсного обеспечения на каждой итерации командной деятельности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на детально разработанные и исследованные механизмы управления командной деятельностью в Agile-ориентированных организационных системах, полностью использовать потенциал инновационного подхода удастся не во всех ситуациях. Это прежде всего связано с тем, что традиционное экспертное управление со стороны управляющего центра организационной системы и менеджера команды не позволяет, с одной стороны, количественно анализировать множество структурных решений, а с другой – эффективно использовать информацию о деятельности каждого члена команды. Поддержка традиционных управленческих решений с использованием современных методов моделирования и оптимизации особенно значима, когда результаты командной деятельности удастся оценить количественными показателями целедостижения.

Именно для такой ситуации управления командной деятельностью в Agile-ориентированных системах разработаны методы оптимизационного моделирования, охватывающие целый спектр задач принятия управленческих решений: выбора нумерационного множества задач целедостижения и последовательности их выполнения, координации этого множества с возможностями членов команды, распределения ресурсного обеспечения, выделяемого на итерационный процесс целенаправленной командной деятельности, между компонентами этого процесса, а мотивационной составляющей – между членами команды. Применение этих методов в практике управления достигается разработкой соответствующих программ, которые в сочетании с библиотекой программ машинного обучения и средствами мониторинга направлены на поддержку принятия эффективных управленческих решений.

На основе проведенных исследований в работе получены следующие основные результаты:

1. Проведен анализ особенностей управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах и обоснована роль оптимизационного подхода в повышении эффективности принятия управленческих решений.

2. Предложена структурная схема управления целенаправленной командной деятельностью в организационных системах, базирующаяся на интеграции в традиционный процесс принятия управленческих решений путем экспертного оценивания алгоритмических схем на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования.

3. Сформированы оптимизационные модели и алгоритмы принятия управленческих решений при выборе нумерационного множества задач целенаправленной командной деятельности и последовательности их выполнения в рамках итерационного процесса целенаправленной командной деятельности.

4. Предложена последовательность формирования оптимизационной модели распределения множества задач между членами команды с предварительным нейросетевым моделированием на основе ретроспективной информации о результатах выполнения тестовых заданий.

5. Разработаны оптимизационная модель и алгоритм принятия управленческого решения при распределении ресурсного обеспечения между стадиями и итерациями целенаправленной командной деятельности для прогнозного и корректирующего этапов принятия управленческого решения.

6. Сформированы оптимизационная модель и алгоритм распределения мотивационного ресурсного обеспечения между членами команды для принятия управленческого решения с использованием нейросетевой модели, отражающей зависимость степени выполнения задач от объема ресурса, выделяемого каждому члену команды.

7. Предложена структура программного обеспечения, используемого для поддержки принятия управленческих решений в практике управления командной деятельностью в организационной системе.

8. Проведена оценка результативности применения разработанных моделей, алгоритмов и программных средств в командно-ориентированной организационной системе. На основе вычислительного эксперимента показана возможность улучшения следующих показателей эффективности целенаправленной ко-

мандной деятельности за счет нейросетевого и оптимизационного моделирования:

- объем потраченного денежного ресурса ниже прогнозируемого на 27,74%;

- количество показов интернет-рекламы, за которое был достигнут результат, сократилось на 51% относительно рабочего схожего проекта.

Также применение разработанных моделей, алгоритмов и программных средств оказало положительное влияние на обстановку внутри команды и рабочую атмосферу в целом.

### **Рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы**

Рекомендации по использованию нейросетевых алгоритмов: алгоритмы классификаторов текстов заданий из пункта 2.3 не следует запускать как отдельное приложение в контейнере с собственным окружением, потому что это существенно замедлит их скорость работы, архитектуру необходимо проектировать так, чтобы Tensorflow и информационная система находились рядом, иначе данная библиотека будет каждый раз перезагружать своим модули.

Перспективы дальнейшей разработки темы: развитие исследуемой задачи имеет следующие направления: 1) исследовать возможность и необходимость внедрения новых нейросетевых алгоритмов, в частности, жидких нейронных сетей для классификации условий задач и/или для распределения задач между членами команды; 2) оценка возможности применения разработанных алгоритмов в командах, применяющих другие подходы к организации деятельности; 3) алгоритмы классификаторов текстов заданий из пункта 2.3 можно реализовать на языке программирования C в виде модуля расширения для языка программирования Python с последующим отказом от библиотеки Tensorflow. В перспективе это может дать несколько преимуществ:

- позволит сохранить имеющуюся реализацию разработанной командно-ориентированной системы выполнения IT-проектов «Система управления деятельностью командно-ориентированной организационной системы» и ее дальнейшая разработка не затронет текстовый классификатор;

- в силу того, что перед использованием указанной библиотеки требуется ее полная загрузка в память, то переход на другую реализацию позволит значительно сократить время работы классификатора;
- для сохранения результатов обучения при работе с разными проектами при использовании библиотеки, требуется сохранять обученную модель с результатами целиком, переход на новую реализацию позволит отказаться от этого в пользу иного формата, например, json.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Advantages and disadvantages of TensorFlow. — URL: <https://techvidvan.com/tutorials/pros-and-cons-of-tensorflow/>.
2. Agilemanifesto. — URL: <http://agilemanifesto.org/>.
3. Apache MXNet | A flexible and efficient library for deep learning. — URL: <https://mxnet.apache.org/versions/1.9.1/>.
4. *B. T. Stages of Small Group Development. Group and Organizational Studies.* / T. B., J. M. // *Group Organization Studies.* — 1977. — Vol. 2, no. 4. — P. 419–427.
5. Building Scalable Machine Learning Models with TensorFlow 2.x. — URL: <https://analyticsindiamag.com/building-scalable-machine-learning-models-with-tensorflow-2-x/>.
6. Cage Match: XGBoost vs. Keras Deep Learning | by Mark Ryan - Towards Data Science. — URL: <https://towardsdatascience.com/cage-match-xgboost-vs-keras-deep-learning-a8bb2f69a9ab>.
7. *Conrado M. Randomized binary search trees* / M. Conrado, R. Salvador // *Journal of the ACM (ACM Press).* — 1997. — Vol. 45, no. 2. — P. 288–323.
8. Contributors to keras-team/keras · GitHub. — URL: <https://github.com/keras-team/keras/graphs/contributors>.
9. Contributors to tensorflow/tensorflow · GitHub. — URL: <https://github.com/tensorflow/tensorflow/graphs/contributors>.
10. *De Meuse P. K. A Comparative Analysis of the Korn Ferry T7 Model With Other Popular Team Models* / P. K. De Meuse // *Korn/Ferry | Organizational Consulting.* — 2009. — URL: [https://www.kornferry.com/media/lominger\\_pdf/teamswhitepaper080409.pdf](https://www.kornferry.com/media/lominger_pdf/teamswhitepaper080409.pdf).
11. Deep Learning Framework. — URL: <http://caffe.berkeleyvision.org/>.
12. Deep Learning Frameworks Compared: MxNet vs TensorFlow vs DL4j vs PyTorch. — URL: <https://www.freecodecamp.org/news/deep-learning-frameworks-compared-mxnet-vs-tensorflow-vs-dl4j-vs-pytorch/>.

13. Even Faster Mobile GPU Inference with OpenCL - The TensorFlow Blog. — URL: <https://blog.tensorflow.org/2020/08/faster-mobile-gpu-inference-with-opencl.html>.
14. *Hackman R. J.* Leading Teams: Setting the stage for great performances. / R. J. Hackman // Boston: Harvard Business School Press. — 2002. — P. 37–61.
15. *Herzberg F.* One more time: how do you motivate employees? / F. Herzberg // Harvard Business Review. — 2003. — No. 81. — P. 87–96.
16. *Herzberg F.* Work and the nature of man. / F. Herzberg. — London : Staples Press, 1968. — 203 p.
17. *Herzberg F.* The Motivation to Work. / F. Herzberg, B. Mausner, B. S. B. — 2nd ed. — Hoboken, New Jersey : John Wiley Sons, 1967. — 238 p.
18. How to easily deploy a Keras model in minutes? :: Syndicai. — URL: <https://www.syndicai.co/blog/deploy-keras-model>.
19. How to get started debugging TensorFlow. — URL: <https://www.freecodecamp.org/news/debugging-tensorflow-a-starter-e6668ce72617/>.
20. Keras API reference. — URL: <https://keras.io/api/>.
21. Keras Applications. — URL: <https://keras.io/api/applications/>.
22. Keras vs TensorFlow vs PyTorch | Deep Learning Frameworks | Edureka. — URL: <https://www.edureka.co/blog/keras-vs-tensorflow-vs-pytorch/>.
23. Keras: the Python deep learning API. — URL: <https://keras.io/>.
24. *Kim Y.* Convolutional neural networks for sentence classification. / Y. Kim // IEMNLP. — 2014. — P. 1746–1751.
25. *Larson C. E.* Teamwork: What Must Go Right, and What Can Go Wrong / C. E. Larson, F. M. J. La Fasto. — 1st ed. — Newbury Park, Calif. : SAGE Publications, Inc, 1989. — 152 p.
26. *Layton M. C.* Agile Project Management For Dummies / M. C. Layton, O. S. J. — 2nd ed. — Hoboken, New Jersey : John Wiley Sons, 2012. — 417 p.
27. Machine learning - the principle, project implementation and advantages and disadvantages of XGBoost - Programmer Sought. — URL: <https://www.programmersought.com/article/74537993538/>.

28. Python Keras Advantages and Limitations - DataFlair. — URL: <https://dataflair.training/blogs/python-keras-advantages-and-limitations/>.
29. Release Keras 2.3.0 · GitHub. — URL: <https://github.com/keras-team/keras/releases/tag/2.3.0>.
30. Symbolic loops (like "scan" in Theano) · Issue 208 · tensorflow/tensorflow · GitHub. — URL: <https://github.com/tensorflow/tensorflow/issues/208>.
31. *Takeuch H.* The New New Product Development Game / H. Takeuch, I. Nonaka // Harvard Business Review. — 1986. — URL: <https://hbr.org/1986/01/the-new-new-product-development-game>.
32. TensorBoard- A Visualization suite for Tensorflow models | by Renu Khandelwal - Towards Data Science. — URL: <https://towardsdatascience.com/tensorboard-a-visualization-suite-for-tensorflow-models-c484dd0f16cf>.
33. TensorFlow. — URL: <https://www.tensorflow.org/>.
34. Tensorflow with AMD GPU - AMD Community. — URL: <https://community.amd.com/t5/hsa/tensorflow-with-amd-gpu/td-p/199925>.
35. *Tuckman B. W.* Developmental sequence in small groups / B. W. Tuckman // Psychological Bulletin. — 1965. — No. 6. — P. 384–399.
36. *w. E. R.* FYI (for Your Improvement) for Teams: For Team Members, Team Leaders and Team Coaches / E. R. w., L. M. M., C. Raymond. — Los Angeles, Calif. : Korn Ferry, 2001. — 240 p.
37. *website A. I. official.* Scrum Principles / A. I. official website. — URL: <https://www.scrumalliance.org/ScrumRedesignDEVSite/media/ScrumAllianceMedia/Files%20and%20PDFs/Why%20Scrum/Core%20Scrum%20Translations/Core-Scrum-Russian.pdf>.
38. XGBoost. — URL: <https://xgboost.ai/>.
39. *Zhang X.* Character-level convolutional networks for text classification. / X. Zhang, Z. Junbo, L. Yann // In Advances in Neural Information Processing Systems. — Montreal, Quebec, Canada, 2015. — Vol. 28. — P. 649–657.

40. *Акмаев Р. И.* Возможности адаптивной модели Agile для менеджмента / Р. И. Акмаев, Н. Ш. Епифанова, В. М. Жуков // Вестник АГТУ. Серия: Экономика. — 2017. — № 1. — С. 7—15.
41. *Александрова Т. В.* Повышение эффективности проектного управления в организации на основе гибкой методологии Agile / Т. В. Александрова // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2019. — № 9. — С. 11—15. — URL: <http://economyandbusiness.ru/wp-content/uploads/2019/10/Aleksandrova.pdf>.
42. *Б. В.* Гибкое управление проектами и продуктами / В. Б. — СПб. : Питер, 2015. — 154 с.
43. *Бельханов Д. К.* Система поддержки принятия решений по формированию команд проектов на основе компетентностного подхода / Д. К. Бельханов, И. Ю. Квятковская // Международная научно-практическая конференция «Проблемы развития науки и образования: теория и практика. Часть II». — М-во образования и науки Рос. Федерации. М., 2013. — С. 125—129.
44. *Борзова А. С.* Оптимизация выбора структуры задач целенаправленной командной деятельности в Agile-ориентированной организационной системе / А. С. Борзова, С. Г. Корчагин, Я. Е. Львович // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2021. — 9(4). — URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1104>.
45. *Борзова А. С.* Оптимизация управления ресурсным обеспечением целенаправленного процесса командной деятельности в Agile-ориентированных организационных системах / А. С. Борзова, С. Г. Корчагин, Я. Е. Львович // Вестник Российского нового университета: Сложные системы: модели, анализ, управление. — 2022. — С. 95—103.
46. *Боровикова Н. В.* Управленческая команда: статус, закономерности развития / Н. В. Боровикова, В. А. Петров. — 2005. — URL: [https://www.bitobe.ru/tpl/docs/pdf/statii%20konsultantov/upravlencheskaya\\_komanda.pdf](https://www.bitobe.ru/tpl/docs/pdf/statii%20konsultantov/upravlencheskaya_komanda.pdf).
47. *Вайнштейн Л. А.* Метод двойной редукции и бесконечные системы линейных уравнений для коэффициентов разложения искомой функции с особенно-

стями / Л. А. Вайнштейн, М. Г. Белкина // Докл. АН СССР. — 2019. — Т. 194, № 4. — С. 794—797.

48. Гибкая процессная методология Agile. — URL: <https://intuit.ru/studies/courses/3590/832/info>.

49. Д. К. Командный подход: создание высокоэффективной организации / К. Д., С. Д. — М. : Альпина Паблишер, 2013. — 374 с.

50. Д. Р. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Р. Д., П. М., Р. Л. — М. : Горячая линия – телеком, 2013. — 384 с.

51. Д.А. Н. Теория управления организационными системами / Н. Д.А. — М. : Физматлит, 2007. — 584 с.

52. Джефф С. Scrum. Революционный метод управления проектами / С. Джефф. — Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 329 с.

53. Евланов Л. Г. Экспертные оценки в управлении / Л. Г. Евланов, В. А. Кутузов. — М. : Экономика, 1978. — 133 с.

54. Еремина А. Б. Профессиональное выгорание сотрудников предприятия: понятие, виды, причины и методы диагностики / А. Б. Еремина // В сборнике: «Инновационные технологии научного развития». Сборник статей международной научно-практической конференции: в 5 частях. — УрГУПС. Екатеринбург, 2017. — С. 166—169.

55. И.М. С. Численные методы Монте-Карло / С. И.М. — М. : Наука, 1973. — 312 с.

56. Йорген Х. Agile-трансформация. Раскрывая гибкость бизнеса / Х. Йорген. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2023. — 384 с.

57. К. Р. Основы Scrum: практическое руководство по гибкой разработке ПО / Р. К. — М. : Вильямс, 2016. — 544 с.

58. Как работает алгоритм XGBoost - ArcGIS Pro. — URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/tool-reference/geoi/how-xgboost-works.htm>.

59. Карякин А. М. Командная работа: основы теории и практики / А. М. Карякин, В. В. Пыжиков. — Иваново : Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2008. — 212 с.

60. *Кен Ш.* Руководство по Скраму / Ш. Кен, С. Джефф. — URL: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-Russian.pdf>.
61. *Корбут А. А.* Дискретное программирование / А. А. Корбут, Ю. Ю. Финкельштейн ; под ред. Д. Б. Юдин. — М. : Наука, 1969. — 368 с.
62. *Корчагин С. Г.* Применение оптимизационного моделирования при управлении итерационным процессом целедостижения в командно-ориентированной организационной системе IT-сферы / С. Г. Корчагин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2024. — 12(1). — URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1517>.
63. *Корчагин С. Г.* Оптимизация процесса распределения работ при управлении командной деятельностью в IT-компаниях с использованием глубокого машинного обучения / С. Г. Корчагин, Я. Е. Львович // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2021. — 9(3). — URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=932>.
64. *Корчагин С. Г.* Оптимизационное моделирование при управлении целенаправленной командной деятельностью / С. Г. Корчагин // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды международной молодежной школы. — Воронеж, 2023. — С. 53—56.
65. *Корчагин С. Г.* Сравнительный анализ программных средств машинного обучения для нейросетевых моделей в управлении командной деятельностью в командно-ориентированной организационной системе / С. Г. Корчагин // Интеллектуальные информационные системы. Труды Международной научно-технической конференции. — Воронеж, 2023. — С. 98—101.
66. *Корчагин С. Г.* Оптимизация процесса распределения ресурсного обеспечения в Agile-ориентированных организационных системах / С. Г. Корчагин, Я. Е. Львович // Интеллектуальные информационные системы. Труды Международной научно-технической конференции. — Воронеж, 2022. — С. 76—77.
67. *Л. А.* Коучинг agile-команд. Руководство для scrum-мастеров, agile-коучей и руководителей проектов в переходный период / А. Л. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 430 с.

68. *Л. К. Agile - тестирование. Обучающий курс для всей команды / К. Л., Г. Дж.* — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 530 с.
69. *Ленсиони П.* Пять пороков команды. Притчи о лидерстве / П. Ленсиони. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2011. — 192 с.
70. *Литвак Б. Г.* Экспертная информация. Методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. — М. : Радио и связь, 1982. — 184 с.
71. *Литвак Б. Г.* Экспертные оценки и принятие решений / Б. Г. Литвак. — М. : ПП «Патент», 1996. — 284 с.
72. *Локтионов А. Д.* Критерии применения Agile-методологии для управления проектом / А. Д. Локтионов, П. В. Масловский // Креативная экономика. — 2019. — Т. 12, № 6. — С. 839—854.
73. *Львович И. Я.* Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения. / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, В. Н. Фролов. — Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2016. — 444 с.
74. *Львович Я. Е.* Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я. Е. Львович. — Воронеж : Издательский дом «Кварта», 2006. — 428 с.
75. *Львович Я. Е.* Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я. Е. Львович, И. Я. Львович. — Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2010. — 140 с.
76. *М. К. Agile: Оценка и планирование проектов / К. М.* — М. : Альпина, 2006. — 520 с.
77. *Масловский В. П.* Теоретические предпосылки и принципы гибких методов / В. П. Масловский, А. А. Озерова // Социально-экономический и гуманитарный журнал. — 2020. — Т. 1, № 15. — С. 68—83.
78. *Миркин Б. Г.* Проблемы группового выбора / Б. Г. Миркин. — М. : Наука, 1974. — 256 с.
79. Планирование бизнес-анализа в компании с применением методологии Agile / К. Т. К. [и др.] // Научно-практический журнал «Прикладная информатика». — 2019. — Т. 14, 5 (83). — С. 5—17.
80. *Р. П.* Управление продуктами в Scrum: Agile-методы для вашего бизнеса / П. Р. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017. — 160 с.

81. С. Б. Agile маркетинг. Хакерские практики для эффективного бизнеса / Б. С. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 269 с.
82. С. Д. Эпоха Agile. Как умные компании меняются и достигают результатов / Д. С. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 380 с.
83. С.Г. К. Оптимизация эффективности командной деятельности при завершении цикла разработки в развивающейся организационной системе / К. С.Г., Р. Н.А. // Системы управления и информационные технологии. — 2024. — 1(95). — С. 84—89.
84. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2021666399. Система цифровизации управления агропромышленным предприятием / А. В. Евдокимов, Ю. С. Скворцов, Н. А. Рындин. — Заявл. 27.09.2021 ; опубл. 13.10.2021, 2021665082.
85. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2022682669. Подсистема оптимизации ресурсного обеспечения в системе цифрового управления агропромышленным предприятием / А. В. Евдокимов, Р. С. Пасмурнов, Н. А. Рындин. — № 2022682047 ; заявл. 17.11.2022 ; опубл. 24.11.2022.
86. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2023613821. Модуль оптимизации организационной структуры системы цифровизации управления «АгроПоле» / А. В. Евдокимов, Р. Ю. Есиков, Н. А. Рындин. — № 2023612436 ; заявл. 09.02.2023 ; опубл. 20.02.2023.
87. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2023613822. Подсистема многовариантной структуризации системы цифровизации управления «АгроПоле» / А. В. Евдокимов, Р. С. Пасмурнов, Н. А. Рындин. — № 2023612438 ; заявл. 09.02.2023 ; опубл. 20.02.2023.
88. Снисаренко И. М. Социальные детерминанты саморазвития персонала организации / И. М. Снисаренко // Теория и практика общественного развития. — 2017. — № 5. — URL: [http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv\\_zhurnala/2017/5/sociology/snisarenko.pdf](http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2017/5/sociology/snisarenko.pdf).

89. *Ткачук А. О.* Разработка системы мотивации и стимулирование персонала / А. О. Ткачук, А. В. Сычева // Экономика труда и управление персоналом. — 2014. — № 38. — С. 115—119.
90. *Том Д.* Человеческий фактор: успешные проекты и команды / Д. Том, Л. Тимоти. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2005. — 135 с.
91. *Фунтов Н. В.* Процессы, проекты, компании. / Н. В. Фунтов. — СПб. : Питер, 2020. — 320 с.
92. *Чернова В. А.* Концепция бережливого производства: неуклонное сокращение потерь / В. А. Чернова, И. Т. Агеев // Молодой ученый. — 2016. — № 26. — С. 407—410.
93. *Э. С.* Постигая Agile: ценности, принципы, методологии / С. Э., Г. Дж. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017. — 450 с.
94. *Ю. А.* Agile-менеджмент. Лидерство и управление командами / А. Ю. — М. : Альпина Паблишер, 2018. — 534 с.
95. *Юдин Д. Б.* Экстремальные модели в экономике / Д. Б. Юдин, А. Д. Юдин. — М. : Экономика, 1979. — 287 с.
96. *Яценко В. В.* Архитектоника компетенций менеджера проекта / В. В. Яценко // Управление научно-техническими проектами: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. (Москва, 05 апреля 2019 г.). — МГТУ им. Н. Э. Баумана. М., 2019. — С. 430—433.
97. *Яценко В. В.* Компетентность проектного менеджера как ключевая компетенция организации / В. В. Яценко // Менеджмент и бизнес-администрирование. — 2018. — № 1. — С. 142—149.
98. *Яценко Р. Д.* Проблемы формирования социально-психологического микроклимата в трудовом коллективе / Р. Д. Яценко // Пятые Чарновские чтения: сб. тр.: материалы V Междунар. науч. конф. по орг. пр-ва. Москва, 4–5 дек. 2015 г. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. — МГТУ им. Н. Э. Баумана. М., 2015. — С. 387—392.



нейросетевого и оптимизационного моделирования при распределении задач между членами команды используются в процессе организации выполнения производственных заданий и обеспечения производственной эффективности деятельности коллектива банка.

Разработанная при участии автора программная система управления командной деятельностью при выполнении заданий бизнес-плана, интегрированная со средствами мониторинга выполнения задач членами команды и системой машинного обучения используется для повышения эффективности распределения ресурсного обеспечения и вознаграждения сотрудников банка по результатам целенаправленной командной деятельностью, что позволило существенно повысить заинтересованность и результативность работы сотрудников банка.

Председатель комиссии:

Региональный директор  
Дополнительного офиса «Воронежский»  
Ярославского филиала  
ПАО «Промсвязьбанк»

А.Н. Исаенко

Члены комиссии:

Заместитель регионального директора  
по работе с корпоративными клиентами  
Дополнительного офиса «Воронежский»  
Ярославского филиала  
ПАО «Промсвязьбанк»

Е.В. Гриднева

Начальник отдела  
по работе с ключевыми клиентами  
Дополнительного офиса «Воронежский»  
Ярославского филиала  
ПАО «Промсвязьбанк»

В.О. Меньшикова

Утверждаю

Директор Центра прикладных исследований «Проектирование и разработка информационных систем»



А.В. Евдокимов

» \_\_\_\_\_ 2024 г.

## А К Т

о внедрении результатов диссертационного исследования  
Корчагина Сергея Геннадьевича «Управление целенаправленной командной деятельностью в командно-ориентированной организационной системе на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования»

Комиссия в составе председателя – директора ЦПИ ПРИС Евдокимова Александра Викторовича; членов комиссии – начальника отдела Старцева Игоря Викторовича, главного инженера Едемского Александра Михайловича, настоящим актом подтверждает использование результатов диссертации Корчагина С. Г. в деятельности Центра прикладных исследований «Проектирование и разработка информационных систем», использующего технологию Agile для организации работы коллектива разработчиков программного обеспечения над программными продуктами.

Разработанные Корчагиным С. Г. оптимизационные модели и алгоритмы принятия решений при управлении выбором структуры и последовательности выполнения задач целедостижения позволили повысить эффективность планирования работ команды разработчиков над конечным программным продуктом. Предложенные автором методики нейросетевого и оптимизационного моделирования при распределении задач между членами команды разработчиков используются в процессе организации командной деятельности в каждой итерации производственного цикла разработки. А предложенные автором модели и алгоритмы распределения ресурсного обеспечения на окончательной стадии работы над программным продуктом позволили повысить эффективность мотивации членов команды разработчиков и обеспечить заданные сроки выполнения проектов.

Разработанная при участии автора программная система управления командной деятельностью при выполнении запланированных работ над клиентским проектом, интегрированная со средствами мониторинга выполнения задач членами команды и системой машинного обучения используется для повышения эффективности распределения ресурсного обеспечения на каждой стадии разработки и мотивационного обеспечения каждого члена команды разработчиков по результатам целенаправленной командной деятельности, что позволило существенно повысить результативность работы и повысить интерес к высокому результату выполнения работ каждым сотрудником.

**Председатель комиссии:**

Директор ЦПИ «ПРИС»

А.В. Евдокимов

**Члены комиссии:**

Начальник отдела

И.В. Старцев

Главный инженер

А.М. Едемский

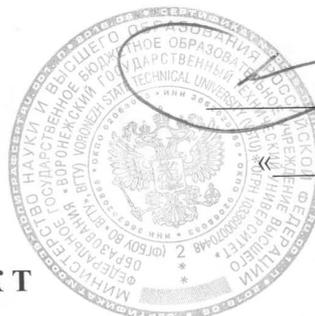
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

ФГБОУ ВО «ВГТУ»

А.И. Колосов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.



А К Т

**внедрения результатов кандидатской диссертации в учебный процесс  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»**

**Тема диссертации:** «Управление целенаправленной командной деятельностью в командно-ориентированной организационной системе на основе нейросетевого и оптимизационного моделирования».

**Автор:** Корчагин Сергей Геннадьевич

**Научный руководитель:** Львович Яков Евсеевич

Выполненной в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» на кафедре систем автоматизированного проектирования и информационных систем в рамках основного научного направления «Интеллектуальные информационные системы»

В период с 01.12.2022 по н.в. внедрены в учебный процесс кафедры по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» на основании решения кафедры САПРИС *от «12» декабря 2022 г. протокол № 6.*

**1. Вид результатов, внедренных в учебный процесс:** совокупность знаний и представлений по теме диссертационного исследования.

**2. Область применения:** лабораторный практикум и лекционный курс по дисциплине «Проектная деятельность», а также при выполнении курсовых проектов и работ, выпускных квалификационных работ.

**3. Форма внедрения:** разработанные в диссертационном исследовании методы и алгоритмы были внедрены в образовательный процесс в виде информационной системы для создания и сопровождения цифровизированных систем с целью обучения студентов процессу командной деятельности, характеризующийся такими гибкими методологиями разработки, как: Scrum и Kanban.

**4. Эффект от внедрения:** повышение качества образования: применение новых технологий в области моделирования и оптимизации организационных систем, а также

методик, позволяющих повысить эффективность управления целенаправленной командной деятельностью в рамках организационных систем.

Научный руководитель диссертанта

  
\_\_\_\_\_ Львович Я.Е.  
(подпись, Ф.И.О)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Начальник УМУ ФГБОУ ВО «ВГТУ»

  
\_\_\_\_\_ Мышовская Л.П.  
(подпись, Ф.И.О)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Диссертант

  
\_\_\_\_\_ Корчагин С.Г.  
(подпись, Ф.И.О)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Декан ФИТКБ

  
\_\_\_\_\_ Гусев П.Ю.  
(подпись, Ф.И.О)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Зав. Кафедрой САПРИС

  
\_\_\_\_\_ Львович Я.Е.  
(подпись, Ф.И.О)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022669710

**Оптимизация принятия управленческих решений по  
распределению задач и мотивационного ресурса между  
членами команды в организационной системе**

Правообладатель: **Воронежский институт высоких  
технологий - автономная некоммерческая  
образовательная организация высшего образования (RU)**

Авторы: **Корчагин Сергей Геннадьевич (RU), Львович Яков  
Всеевич (RU), Преображенский Андрей Петрович (RU)**

Заявка № 2022669316

Дата поступления 19 октября 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 24 октября 2022 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат 68b80077e14e40f0a94edbd24145d5c7  
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**  
Действителен с 20.03.2022 по 26.05.2023

Ю.С. Зубов



## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022669983

**Оптимизация принятия управленческих решений по  
выбору структурных компонентов командной  
деятельности в организационных системах**

Правообладатель: **Воронежский институт высоких технологий - автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования (RU)**

Авторы: **Корчагин Сергей Геннадьевич (RU), Львович Яков Евсеевич (RU), Преображенский Андрей Петрович (RU)**

Заявка № 2022669287

Дата поступления **19 октября 2022 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **26 октября 2022 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат 68b80077e14e40f0a94e6bd24145d5c7  
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**  
Действителен с 2.03.2022 по 26.05.2023

**Ю.С. Зубов**

## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022681825

**Оптимизация принятия управленческих решений по  
распределению ресурсного обеспечения на реализацию  
итерационного процесса командной деятельности в  
организационной системе**

Правообладатель: *Воронежский институт высоких технологий - автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования (RU)*

Авторы: *Корчагин Сергей Геннадьевич (RU), Львович Яков Евсеевич (RU), Преображенский Андрей Петрович (RU)*

Заявка № 2022669285

Дата поступления 19 октября 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 16 ноября 2022 г.



*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат 68b80077e14e40f0a94eabd24145d5c7  
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**  
Действителен с 20.03.2022 по 26.05.2023

*Ю.С. Зубов*