

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

На правах рукописи

Лосев Андрей Дмитриевич

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕСА НА УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

5.2.6. Менеджмент

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель

Кожевина Ольга Владимировна,
доктор экономических наук, доцент

Москва – 2026

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Теоретические и методологические основы цифровой трансформации бизнеса в организации	14
1.1 Факторы, условия и уровни цифровой трансформации бизнеса	14
1.2 Современные подходы к управлению ресурсами организации в условиях цифровой трансформации бизнеса	24
1.3 Обеспечение эффективности управления ресурсами организации на основе анализа данных	42
Глава 2 Исследование и анализ специфики управления ресурсами организации в условиях цифровой трансформации (на примере организации - авиационное конструкторское бюро)	52
2.1 Анализ влияния цифровых технологий на процессы управления, изменение моделей принятия решений и бизнес-процессов	52
2.2 Оценка уровня подготовки и компетенций управленческого персонала к цифровой трансформации	76
2.3 Риски и барьеры цифровой трансформации в управлении ресурсами организации и перспективы их снижения	96
Глава 3 Разработка предложений и рекомендаций управления ресурсами в организации в условиях цифровой трансформации	108
3.1 Цифровизация материальных и технологических ресурсов организации в целях оптимизация производства	108
3.2 Цифровые инструменты повышения эффективности решений управления ресурсами организации	120
3.3 Алгоритм и архитектура использования автоматизированных систем управления ресурсами в организации	132
Заключение	139
Список литературы	144

Список иллюстративного материала	162
Приложение А Код на языке R для воспроизведения полного корреляционного анализа, включая тест Пирсона с аналитической поправкой Бенджамини–Хохберга на множественные сравнения	165

Введение

Актуальность темы исследования. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к теме внедрения цифровых технологий в управление предприятиями и организациями. Многие организации ограничены проблемами устаревания технологий, необходимостью оптимизировать процессы управления ресурсами, неоднородностью готовности к цифровой трансформации бизнеса. Вследствие внедрения цифровых технологий многие высокотехнологичные организации, в том числе авиационные конструкторские бюро, перестроили текущие методы и способы управления. Распределение и аккумулярование ресурсов организации для решения одновременно национальных задач, а также развития направлений бизнеса является сложным направлением для авиационных конструкторских бюро. Они коррелируют с деятельностью основных заказчиков авиационной продукции – авиакомпаний, что повышает актуальность использования современных методов управления ресурсами организации. Текущие производственные циклы и методы управления должны оперативно адаптироваться под современные тенденции цифровизации бизнеса.

В свою очередь, система управления крупными технологическими организациями сопровождается масштабной цифровизацией процессов не только операционного цикла, но и на стадиях сопровождения эксплуатации уже готовой продукции. Помимо выполнения своих базовых функций, система управления непосредственно интегрирована в модернизацию процессов бизнеса, управления ресурсными рисками, выстраиванию новых коммуникаций с рыночной средой и ключевыми стейкхолдерами.

Как свидетельствует передовой отечественный и зарубежный опыт, внедрение цифровых технологий в управление и операционные процессы позволяет существенно трансформировать формат координации участников, рационально использовать ресурсы организации с учетом конкретной ситуации, включая глобальные и санкционные вызовы. В рамках системы

управления ресурсами, цифровизация управленческих решений обеспечит более точное функционирование менеджмента, повысит эффективность администрирования и контроля, оптимизирует многие процессы в организации. Цифровая трансформация высокотехнологичной организации возможна только при заинтересованности всех уровней менеджмента, включая корпоративный уровень, советы директоров, их ориентированности на обеспечение реализации цифровой модели бизнеса, формирования ресурсов и резервов для пролонгированного повышения квалификации ключевых специалистов.

Степень разработанности темы исследования. Научно-практическое формирование базы по вопросам общего менеджмента представлено в работах П. Друкера, Г. Минцберга, М. Портера, Д. Тапскотта, В.Д. Маркова, Е.В. Зенкина, М. Хаммера, Д. Чампи, К. Гранкина, А.А. Савчука, Д. Барни, Б. Шумпертера, Р. Гранта.

Существенный вклад в развитие методологии управления организацией внесли П.К. Дутта, М. Кьера, Д. Вайе, Д. Братон, Т. Прието Ремон, А. Рашид, Ш. Робин, так и отечественные исследователи – Е.А. Губарева, Н.Н. Ворошилина, А.Г. Щербаков, Ф.В. Акулинин, Д.А. Рябчина, О.А. Афанасьева, И.В. Упорова и другие.

Проблемы развития управления отечественными технологическими организациями, в том числе авиационными, рассмотрены в научных трудах А.А. Алексеева, С.М. Ильина, Н.А. Самарской, С.В. Симанович, И.А. Панькина, Д.С. Селяева, А.Г. Ташкинова, А.П. Бувевича, А.О. Иванова, М.Г. Фомина и других.

Аспекты корпоративной организации бизнеса рассматриваются в исследованиях И.Ю. Беляевой, О.В. Даниловой, М.А. Измайловой, А.В. Лопухина, О.В. Кожевиной, Х.П. Харчилавы, В.Я. Цветкова, А.Е. Шаститко и других.

Проблемы реализации ресурсной концепции управления рассматриваются в работах Г.Б. Клейнера, В.С. Каткало, С.В. Ореховой,

Н.Н. Чеплевой, И.Н. Ткаченко, Д. Барни, Дж. Тиса, Г. Пизано, Э. Шуена и других.

Особенности цифровой трансформации бизнеса исследованы в трудах А.А. Афанасьева, Ф.В. Акулина, Г.А. Иванова, С.С. Голубева, Д.А. Рябчина, А.Г. Щербакова и других.

Несмотря на достаточную масштабность и комплексность проработки данной проблемы учеными, которые затрагивают в своих научных трудах управление ресурсами крупных компаний в условиях цифровизации, в текущих условиях существует объективная необходимость расширения и дополнения теоретическими исследованиями в области управления бизнесом, с акцентом на исследовании влияния цифровых технологий, в том числе способам их использования в крупных и высокотехнологических организациях. Цифровизация существенно трансформирует управление ресурсами организации, в том числе теми, которые концентрированы на реализации технических решений и разработок. Современные цифровые инструменты позволяют существенно оптимизировать процесс управления наукоемким производственным циклом.

Вышеперечисленные аспекты обусловили актуальность данного исследования, а также существенно повлияли на формирование его цели и задач.

Цель исследования заключается в разработке теоретико-методических основ и практических рекомендаций по управлению ресурсами организации в условиях цифровой трансформации бизнеса, а также внедрению новых подходов и цифровых инструментов, способствующих эффективному управлению ресурсами организации (на примере авиационного конструкторского бюро).

В соответствии с целью исследования поставлены следующие **задачи**:

- выявить и обосновать взаимосвязь между управлением ресурсами организации и цифровой трансформацией бизнеса, а также определить факторы, условия и уровни цифровой трансформации организации;

- определить степень влияния цифровизации на менеджмент и принятие решений управления ресурсами в организации – авиационном конструкторском бюро, и сформировать перечень методологических подходов, обеспечивающих оптимальное управление ресурсами организации в процессе внедрения цифровых технологий;

- исследовать специфику управления ресурсами организации – авиационного конструкторского бюро в условиях цифровой трансформации бизнеса;

- выявить основные причины и группы рисков, являющихся барьерами для цифровой трансформации бизнеса, а также определить способы управления ресурсами организации с учетом ограничений и влияния на ключевые показатели;

- разработать предложения и рекомендации по внедрению архитектуры использования автоматизированных и цифровых систем управления ресурсами организации.

Объектом исследования является система управления ресурсами организации в условиях цифровой трансформации бизнеса.

Предметом исследования являются организационно-экономические отношения, возникающие в процессе внедрения инструментов и подходов цифровизации бизнеса в управление ресурсами организации.

Научная новизна исследования состоит в разработке и обосновании практических рекомендаций по развитию системы управления ресурсами организации - авиационного конструкторского бюро в условиях цифровой трансформации бизнеса.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии научных представлений об управлении ресурсами организации в условиях цифровой трансформации бизнеса, углублении знаний, необходимых для успешного внедрения алгоритма и архитектуры использования автоматизированных и цифровых систем управления ресурсами организации. Теоретическая значимость работы также заключается в разработке предложений по

повышению эффективности управления ресурсами крупной организации при реализации цифровых изменений.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования рекомендаций и основных разработок для повышения эффективности использования инструментов цифровизации бизнеса в системе управления ресурсами организации.

Методология и методы исследования. Методология исследования представлена системным подходом, который позволяет рассматривать управление организацией – авиационным конструкторским бюро в формате комплексной системы взаимосвязанных элементов. Использован смежный подход, который основан на принципах экономики, менеджмента, информационных технологий, механики и инноваций, что позволяет на междисциплинарном уровне изучить сущность проблематики. В ходе исследования используются различные методы научного познания, в частности анализ, контент-анализ, сравнительный анализ, дедукция и индукция. В диссертации используются такие методы исследования, как анализ, синтез, сравнительный анализ, специальные методы исследования, а именно: анализ научной и методологической литературы, посвященной вопросам стратегической устойчивости и организационных инноваций для формирования теоретической базы исследования; проведение эмпирических исследований, включающих привлечение экспертов для верификации организационных компетенций, показателей для их оценки, выявления особенностей работы с организационными инновациями и опрос организаций для установления взаимосвязи между стратегической устойчивостью, организационными компетенциями и организационными инновациями, оценки уровня развития организационных компетенций, анализа рыночных практик работы с организационными инновациями; анализ результатов опроса российских коммерческих организаций с использованием современных цифровых инструментов.

Теоретическую базу исследования представляют ключевые идеи менеджмента, экономической теории, ресурсной концепции управления, методологии оценки и цифрового анализа данных. Теории и концепции различных ученых, включая отечественных и зарубежных исследователей, оказали значительное влияние на базу исследовательской работы, обогащая ее многоаспектным рассмотрением вопросов влияния цифровизации бизнеса на управления ресурсами организации с учетом специфики объекта исследования – авиационного конструкторского бюро.

Эмпирической базой исследования послужили российские законодательные материалы Российской Федерации, распоряжения Правительства Российской Федерации, указы Президента Российской Федерации, проекты стратегического развития технологических организаций, утвержденные Правительством Российской Федерации, корпоративные программы и стратегии развития организаций, корпоративная отчетность, информационные и статистические данные консалтинговых компаний, справочные сведения, научные отчеты и статьи, материалы конференций.

Область исследования диссертации соответствует п. 26. «Управление организацией в контексте цифровой трансформации. Стратегии и методы цифровой трансформации бизнеса» Паспорта научной специальности 5.2.6. Менеджмент (экономические науки).

Положения, выносимые на защиту:

1) выявлены факторы, условия, уровни цифровой трансформации бизнеса и их особенности, а также сформирован перечень ключевых подходов, которые позволят оптимально управлять ресурсами организации в условиях цифровизации бизнеса. Обоснованы общие и специфические характеристики группировки факторов цифровой трансформации бизнеса по источнику происхождения. Новыми факторами предложены - финансовые возможности цифровой трансформации, дифференциация управленческих и ролевых задач, ресурсная и операционная готовность (С. 14-27);

2) определена степень влияния цифровизации бизнеса на методы менеджмента и бизнес-процессы, которые обеспечат эффективное распоряжение имеющимися у организации ресурсами. Доказана тесная системная взаимосвязь процессов цифровизации производства и ключевых показателей операционной и финансовой эффективности организации, на основе которой определены ключевые направления цифровой трансформации организации с учетом специфики авиационного конструкторского бюро (С. 52–63);

3) разработан методический подход определения текущего уровня зрелости управления организацией для осуществления цифровой трансформации через реализацию изменений в способах управления. Впервые предложена интегрированная модель оценки компетенций на основании общих функций управления, которые выполняют руководители отделов организации - авиационного конструкторского бюро (С. 78-90);

4) систематизированы проблемы и группы рисков, являющихся барьерами для цифровой трансформации бизнеса, предложены способы управления ресурсами организации с учетом ограничений и влияния на ключевые показатели. Уточнены группы рисков в процессе управления ресурсами организации по осуществлению цифровой трансформации бизнеса: а) информационно-цифровая группа; б) кадрово-операционная; в) технико- цифровая; г) финансово-инвестиционная, и предложен комплекс решений по предупреждению и снижению рисков, разработаны карты воздействия на каждую группу рисков (С. 98-106). Предложены индикаторы, отражающие эффективность и зрелость процессов, риски и устойчивость цепочек поставок (С. 114-122);

5) определены этапы управления с учетом влияния цифровой трансформации бизнеса, позволяющий автоматизировать циклы по управлению ресурсами организации. Предложены методические рекомендации по внедрению алгоритма и базовой архитектуры использования автоматизированных и цифровых систем управления ресурсами организации,

предусматривающие инструменты, стандартизированные в бережливом производстве, и направленные на оперативное оповещение специалистов о проблемах в технических и производственных процессах. В отличие от других исследований, в алгоритме управления ресурсами организации впервые уточнены и дифференцированы функциональные задачи применения цифровых инструментов (С. 130-139).

Степень достоверности, апробация и внедрение результатов исследования. Достоверность обеспечена корректным применением научных методов исследования, использованием экспертных и актуальных сравнительно-аналитических методов, что позволило подтвердить обоснованность сделанных выводов. Представленные положения опираются на достоверные аналитические данные и обладают высокой степенью аргументированности. Достоверность полученных результатов подтверждается соответствием выдвинутых в исследовании положений существующим концепциям и подходам цифровизации бизнеса и управления ресурсами организации, а также согласованностью с предыдущими научными результатами по данной проблематике.

Основные результаты исследования опубликованы, апробированы в установленном порядке, получили одобрение на научно-практических конференциях различного уровня: на Международной научно-практической конференции «Национальные финансовые системы в новых геополитических условиях: вызовы и возможности для России» (г. Ростов-на-Дону, РИНХ, 14 июня 2024 года); на I Международной научно-практической конференции «Инновационные тенденции развития современной экономики предприятий и организаций» (г. Симферополь, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, 11 ноября 2024 года); на Международном форуме «Страны БРИКС: экологические аспекты развития и сотрудничества» (Москва, Университет мировых цивилизаций имени В.В. Жириновского, 5-6 июня 2025 года); на LXXV Международной научно-практической конференции «Российская наука

в современном мире» (Москва, ООО «Актуальность. РФ», 12 января 2026 года).

Материалы диссертации используются в практической деятельности ФГБУН ВИНТИ РАН, в частности используются разработанная в диссертации архитектура управления ресурсами в организации с использованием современных цифровых инструментов, таких как ERP- модель, APS и ANDON методика. По материалам исследования внедрена разработанная в диссертации модель энергоменеджмента и устойчивости, позволяющая существенно оптимизировать управление ресурсами в организации. Описанная в исследовании методика активно используется в деятельности организации. Выводы и основные положения диссертации используются в практической работе и способствуют оптимизации управления ресурсами Организации.

Материалы диссертации были внедрены в практической деятельности ФАУ «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова», в частности используется разработанная в диссертации архитектура управления ресурсами в организации с использованием современных цифровых инструментов, таких как ERP-модель, APS и ANDON методика. По материалам исследования внедрена разработанная в диссертации модель энергоменеджмента и устойчивости, позволяющая существенно оптимизировать управление ресурсами в ФАУ «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова». Описанная в исследовании методика активно используется в построении службы технической поддержки, формировании модели интеграции сервис-деск системы с существующей ИТ-инфраструктурой, повышении отказоустойчивости и снижения времени реакции на инциденты, а также определении основных показателей экономической эффективности, включая срок окупаемости и годовой эффект. Выводы и основные положения диссертации используются в практической работе планово-экономической и договорной служб ФАУ «Центральный институт авиационного

моторостроения имени П.И. Баранова» в части методологии проектного управления и способствуют оптимизации управления ресурсами предприятия.

Материалы диссертации используются Кафедрой корпоративных финансов и корпоративного управления Факультета экономики и бизнеса Финансового университета в преподавании учебной дисциплины «Организация работы корпоративного секретаря» по направлению подготовки 38.04.02 «Менеджмент», образовательная программа магистратуры «Корпоративное управление», профиль «Менеджмент».

Апробация и внедрение результатов исследования подтверждены соответствующими документами.

Публикации. Основные научные результаты диссертации опубликованы в восьми научных работах общим объемом 3,2 п.л. (авторский объем – 2,98 п.л.) в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации обусловлены целью и задачами. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 129 наименований, одного приложения, списка иллюстративного материала. Текст диссертации изложен на 165 страницах, содержит 21 таблицу, 20 рисунков.

Глава 1

Теоретические и методологические основы цифровой трансформации бизнеса в организации

1.1 Факторы, условия и уровни цифровой трансформации бизнеса

Цифровая трансформация является глобальной идеей всех компаний мира вне зависимости от направленности бизнеса, методов ведения и наличия соответствующих условий. Данное понятие не инновационно по своей сути, поскольку уже несколько десятилетий ученые обсуждают предпосылки, методы и возможности перехода всех производств в стране от индустриального к цифровому.

Термин «Цифровая трансформация» воспринималось в разные времена по-разному, поскольку для каждого поколения сущность цифровой трансформации представлялась по-разному. Часть ученых вкладывает в эту сущность только цифровизацию данных, которые ранее хранились на бумажном носителе, однако этот переход намного более узкий, чем трансформация всей отрасли или экономики, если говорить в глобальных масштабах [61]. Компании из различных секторов заинтересованы в разработке новейших внутренних процессов, которые направят на цифровизацию всего предприятия. Цифровая трансформация необходима любому бизнесу, чтобы успеть отвечать на новые запросы от потребителей, завоевывать долю на рынке и участвовать в конкурентной борьбе. Часть компаний сталкивается с проблемой старта цифровизации своей деятельности, поскольку не до конца понимает с каких процессов стоит начать этот глобальный переход.

Определение термина цифровой трансформации существует в различных форматах, однако из-за развития технологий строгого определения все еще нет. Существует мнение, что нельзя давать итоговое

понятие той сущности, которая находится в стадии постоянного развития [83]. Они опираются на методику эволюции человека и всей науки и считают, что цифровизация также методично эволюционирует. Для формирования контекста в рамках текущей работы дать понятие цифровой трансформации крайне важно, поскольку без него непонятна сама суть и цель исследования [33]. Необходимо зафиксировать отправную точку, на которую легко ссылаться после внесения существенных изменений в рабочие процессы и смены вектора развития понятия цифровой трансформации текущего поколения.

Цифровая трансформация – это процесс, при котором формируется новый взгляд на текущие бизнес-процессы в компании, который основан в большинстве своем на возможности применения современных технологий, которые ранее никогда не использовались.

К основным факторам цифровой трансформации бизнеса относятся наличие финансовой возможности у компании инвестировать в развитие технологий, одобрение со стороны персонала и менеджеров, а также персональные качества управляющих (как бизнес, так и моральные).

В конце XIX и в начале XX века в экономике имел место другой глобальный процесс – автоматизация. В большинстве своем цифровизация воспринимается как новая ступень эволюции автоматизации, при котором процессы не только автоматизируются, но и обладают совершенно другими новыми признаками [30]. Необходимо четко разграничивать эти два глобальных процесса, поскольку один из них вытекает как закономерное развитие второго.

Автоматизация тесно связана с научно-техническим прогрессом, основной целью которого стала замена человеческого труда машинным и смещении акцента с выполнения силовой механической работы на умственную. Базой для развития автоматизации стал рывок в науке, в частности в математике и механике. Изделия становились более функциональными, акцент сместился на увеличение производственной эффективности с помощью оптимизации производства новыми знаниями.

Основным параметром эффективности процесса в рамках автоматизации стало снижение трудоемкости выполняемой работы.

Следующая ступень развития автоматизации – цифровизация ставит перед собой совершенно новые вызовы. Задача данной концепции глобальна, поскольку целью данного процесса является полная оцифровка всех мировых ресурсов с целью возможного программирования эффекта [52]. Процессы при цифровизации протекают более прогнозируемо, что дает возможность вносить корректировки на разных этапах цикла. Безусловно, весь процесс цифровизации направлен на достижение определённого экономического эффекта от внедренных изменений. Отказ от глобального процесса цифровизации может привести к потере доли рынка компании и общем технологическом отставании.

Внедрение современных цифровых технологий в текущие управленческие бизнес-процессы компании – это первый шаг к комплексной цифровой трансформации предприятия. Однако, цифровизации отрасли невозможно достичь, исключительно внедрив цифровые технологии на производство. Без изменения подхода к процессу выполняемых работниками задач, методики постановки этих задач руководством фирмы и общей трансформации процессов управления фирмой невозможно комплексно вывести компанию на новый уровень [12]. Только грамотный подход к постановке задач, планированию, мотивации сотрудников позволяет эффективно использовать современные цифровые методики в компании. Глобально, при правильном применении современных концепций возможно увеличить производительность предприятия и каждого сотрудника, в частности. Как следствие увеличения производительности, растет удовлетворенность клиентов, а сама фирма становится узнаваемой и уважаемой на рынке. Хорошая репутация компании исключительно положительно влияет на ее экономические показатели.

Процесс цифровой трансформации не заканчивается исключительно на одном предприятии. Важно понимать, что при активном развитии одного

предприятия, другие компании-конкуренты вынуждены соблюдать правила игры и тоже выберут для себя цифровой путь развития [4]. Современный мир быстро меняется и тренды в экономическом развитии предприятий тоже, соответственно. Для выживания в рамках конкуренции и новых вызовов экономики, предприятия вынуждены стать гибкими. Методы работы как сотрудников компании, так и менеджмента значительно трансформируются под влиянием цифровых технологий.

Для эффективности трансформации предприятия в цифровую единицу необходимо наличие на предприятии у каждого сотрудника бесперебойного доступа в интернет и доступ к нейросетям. Создание единой цифровой платформы среди сотрудников для корпоративного пользования создаст внутренний контур для сотрудников. Наличие возможности у каждого сотрудника оперативно выявить узкое горлышко позволит сделать большой шаг к цифровой трансформации.

Возвращаясь к компании как единице, в которой применяются методы цифровой трансформации процессы этого перехода, должны начинаться с малого [25]. К примеру, коммуникация между сотрудниками компании должны вестись в одобренных компанией мессенджерах или по корпоративной почте. Это существенно снижает количество затраченного времени на решение рабочих вопросов и увеличивает эффективность работы. Как правило в крупных компаниях все рабочие процессы построены в деловом формате заказчик – исполнитель. Коммуникация между этими двумя сторонами ведется либо в онлайн, либо в оффлайн формате. Очевидно, что в разных процесс ролевые модели могут меняться и один и тот же сотрудник в разных задачах может являться как заказчиком, так и исполнителем, в зависимости от своей производственной функции.

Главной задачей такой смены ролей одних и тех же сотрудников является поиск оптимальной роли для себя, а также выполнение своих рабочих задач наиболее эффективно. Однако, несмотря на глобальные процессы цифровой трансформации в компании, ключевым паттерном остается человек, его роль

как сотрудника компании, эмоциональное и психологическое состояние и готовность к изменениям. Целью компании при цифровизации должны стать желаемые эффекты от внедряемых инициатив. Они должны быть реальными и измеримыми. Отдача от таких эффектов должна иметь прямое влияние либо на финансовый результат компании или улучшение качества внутренних процессов.

Интеграция цифровых технологий в основные бизнес-процессы компании, которые по мнению руководства требуют изменений, также может считаться цифровой трансформацией. К таким бизнес-процессам могут относиться изменения в технологиях, корпоративной культуре, проводимых финансовых операциях, а также философии подхода к продуктовой трансформации и совершенствовании предоставляемых услуг.

Устаревшие технологии производства сильно тормозят деятельность предприятия. Во многом технологическое отставание предприятия складывается из-за нежелания руководства компании настраивать процессы по-новому и внедрять современные решения в производство. Менеджмент предприятия должен детально вникать в процессы, которые есть в разных направлениях производства и стараться предлагать инновационные решения, которые каждое в отдельности могут обновить их [36]. Необходимо сфокусироваться на функционале трансформации данных в готовый продукт.

Потенциал развития цифровых технологий безграничен. Одной из задач менеджмента компании является поиск оптимальных современных IT - решений, которые смогут трансформировать текущие бизнес-процессы, изменить продуктовый подход и изменить концепцию принятия решений. Само наличие новой технологии на производстве отнюдь не означает цифровой прорыв. Важно отчетливо понимать область применения конкретной цифровой технологии на производстве и спектр задач, которые могут быть решены более оперативно с ее применением. Цифровая трансформация всего предприятия станет возможной только в случае конкретной задачи от менеджмента, которая выполняется сотрудником,

обладающим соответствующими компетенциями, такими как аналитика данных и общее понимание как применять необходимую технологию для решения задачи.

Зачем компании стремятся к цифровой трансформации? Основной целью внедрения технологий является не желание поспевать за конкурентами, а борьба за клиентскую лояльность. Современные экономические условия диктуют жесткие правила для игроков на рынке. Потребитель готовой продукции привык к высокому качеству жизни и продуктов, и невозможность изменить технологию производства того или иного продукта уже является для него стоп-фактором. Весь производственный мир меняется под потребителя, адаптируясь к меняющимся предпочтениям общества.

Изменение в технологиях является не единственным фактором, которые определяет готовность предприятия подстраиваться под клиента. Важно понимать сами запросы от клиентов, чувствовать их желания и потребности и быть готовым регулярно пересматривать текущие процессы.

В глобальном масштабе все предприятия на рынке являются участниками экономической системы. Процесс цифровой трансформации пропагандирует активное применение современных технологий на производстве. Чтобы цифровая трансформация приобрела глобальный масштаб и превратилась в цифровизацию не отдельного предприятия, а всей отрасли важно отвечать запросам клиентов и следить за трендами. Такая позиция позволит не только сохранить долю рынка и своего клиента, но и позволит найти свои собственные зоны для роста, оптимизировать производство, сократить расходы и улучшить клиентский опыт за счет обновления текущих бизнес-моделей.

Государство также является участником этой системы. Чтобы регламентировать взаимодействие компаний и клиентов в цифровом поле, государство создает законодательное пространство для этих отношений, что позволяет компаниям и потребителям находится в едином информационном и нормативном пространстве.

Важно выделить ключевые преимущества, которыми обладает предприятие прошедшее процедуру цифровой трансформации, по сравнению со своими конкурентами. Во-первых, это оптимизированные процессы. Предприятия, в которых имеет место чрезмерная бюрократия, более сложные для трансформации [55]. Обычные предприятия могут проявлять гибкость по отношению к текущим процессам и трансформировать их по запросу. Возможность проявить гибкость положительно сказывается на использовании имеющихся ресурсов и делает производство более эффективным. Во-вторых, трансформированная компания всегда может найти альтернативные способы для заработка денег. Использование новых технологий существенно оптимизирует текущие процессы, снижая текущие расходы на основную деятельность. Высвободившиеся денежные средства можно использовать для еще большей модернизации предприятия. Получение прибыли не только от основной деятельности, но и от сопутствующих процессов может стать конкурентным преимуществом компании [25]. В-третьих, качественное обслуживание. Клиентский опыт в современном мире – одно из самых перспективных направлений бизнеса. Заказчики становятся более требовательными и компаниям необходимо искать пути для ответов на эти вызовы. Только с внедрением современных технологических решений можно с высокой вероятностью создать продукт, который максимально подойдет для клиента и соответствовать всем его требованиям.

В рамках конкурентной борьбы глобальной целью бизнеса становится желание завоевать долю рынка. При активном увеличении доли одной компании, очевидно, снижается доля других. При достижении минимальных значений компании становятся не способны самостоятельно осуществлять конкурентную борьбу за клиента с другими участниками [48]. Наблюдаются характерные примеры, когда компания не смогла приспособиться к новым правилам игры и вынуждено прекратила свое существование. В авиационном секторе такие представители чаще всего встречаются в сегменте гражданских перевозок, поскольку этот сектор остается наиболее конкурентным в

Российской Федерации по сравнению с другими авиационными секторами, такими как производство или инновации. Только предприятия и компании, которые готовы к переменам и имеют проактивную позицию по этому вопросу в конечном итоге займут лидерские позиции на рынке. Потенциал таких компаний существенно превышает их конкурентов. Процесс цифровой трансформации охватывает все процессы в компании и проблемы с реформами даже одного из процессов могут привести к существенному технологическому отставанию. Компании стараются использовать современные технологии для решения таких задач. Среди технологий наиболее популярны искусственный интеллект, моделирование или робототехника.

Важным аспектом процесса цифровой трансформации является отношение персонала к изменениям. Только глубинная перестройка корпоративной культуры, и, как следствие, отношения к изменениям может повлиять на восприятие перемен. Это сложный и трудоемкий процесс, который осложнен множеством рисков. Необходимо внедрять штатные позиции в компании, в рамках которых сотрудники донесут до персонала идею о необходимости изменений и инноваций. В основном сотрудники подобных компаний довольно консервативны и крайне негативно настроены к новшествам и корректировкам текущих бизнес-процессов. Самым главным выводом, который должен быть зафиксирован по итогам сессий, является неизбежность изменений в компании и право выбора для сотрудника: измениться вместе с компанией или искать для себя альтернативу.

Высокотехнологичные отрасли наименее проблематично воспринимают процесс изменений, поскольку корпоративный дух в таких компаниях сам по себе пропагандирует стремление к изменениям. Сотрудники с энтузиазмом воспринимают изменения и готовы помогать руководству внедрять задуманные идеи на практике [22]. Совсем по-другому ситуация обстоит в компаниях с низким уровнем цифровизации. Такие компании наиболее консервативны, а сотрудники не готовы воспринимать изменения и стараются как можно дольше использовать текущие инструменты и методы работы, что

по сути своей и является ключевым барьером для комплексной цифровой трансформации предприятия. Тут также важна роль руководителя, который должен уметь правильно доносить до сотрудников видение компании и стратегию развития. Без четкого понимания целей такой трансформации сотрудники могут быть не замотивированы на изменения.

Среди уровней цифровой трансформации бизнеса можно выделить пять основных этапов:

1) на базовом уровне в организации создаются сервера, которые представляют собой облачные хранилища, которые хранят всю интеллектуальную собственность компании в облаке. Сотрудники получают право обмениваться электронными документами, подписывать их, изучать и составлять в безбумажном формате;

2) после внедрения системы электронного документооборота (далее - ЭДО) предприятие должно проводить цифровую трансформацию по конкретным продуктам или услугам компании. К примеру, адаптация систем Customer relationship management (далее – CRM) позволит существенно сократить время на поиск необходимой информации, ее обработку и представление по месту запроса. Клиенты заинтересованы в цифровой трансформации таких систем у организации, поскольку это позволит им получать необходимые услуги за более короткий срок;

3) разработанная система CRM не всегда полностью адаптирована под внутренние процессы в компании и крайне важно управляющим компанией разработать единую стратегию по внедрению этой технологии на предприятии. Разная информационная оснащенность отделов, а также уровень цифровой грамотности сильно влияют на адаптацию персонала к новым технологиям на предприятии. При создании единого цифрового поля станет возможно провести комплексную цифровизацию в компании;

4) полная цифровизация процессов сделает возможным прогнозировать различные эффекты от инициатив в компании более точно. На основе такой предиктивной аналитики в компании могут расширяться

горизонты планирования и цели компании могут стать амбициознее. Далее будут более детально описано как датчики на предприятии могут снижать риск простоя оборудования и увеличивать КПЭ персонала;

5) на финальном этапе по итогам комплексной цифровизации всех процессов в компании предоставляется возможность использовать цифровые решения не только для внутренних процессов, но и при взаимодействии с внешними контрагентами. Внедрение и апробация партнеров на внутренние цифровые решения позволит повысить уровень доверия между компаниями, увеличит узнаваемость бренда, а также привнесет новые финансовые эффекты от таких интеграций.

Для демонстрации эффекта от внедренных изменений важно проводить регулярные замеры результатов. Наличие измеримого показателя, который отражает эффект от изменений, является наилучшей иллюстрацией эффективности менеджмента. В крупных компаниях проводятся регулярные квартальные замеры эффектов, которые представляются вышестоящему руководству. При анализе таких показателей в разные периоды времени можно сделать вывод об эффективности изменений.

Необходимо обозначить возможные сложности процесса цифровизации:

- сопротивление внедряемым изменениям внутри команды;
- не все сотрудники или менеджеры готовы быстро адаптироваться к новым системам. Особенно это касается тех, кто привык к традиционному «бумажному» подходу и боится потерять контроль;
- недостаток цифровых компетенций у специалистов;
- чтобы эффективно использовать новые инструменты, команде нужны навыки работы с аналитикой, платформами онлайн или технологиями автоматизации. Обучение, а также повышение квалификации становятся обязательными;
- риск обезличивания подхода;
- при избыточной автоматизации могут пострадать «человеческие» аспекты отдела Управления персоналом: доверие, эмпатия, индивидуальный

подход. Баланс между технологиями с живым общением – ключ к успешной трансформации;

- этические, правовые вопросы;
- использование ИИ, сбора персональных данных требует соблюдения норм конфиденциальности, а также стороны этики. Особенно важно это при анализе поведения сотрудников, а также предиктивной аналитике;
- ограничения по внедрению;
- не каждая компания может позволить себе полноценные платформы для отдела Управления персоналом или интеграцию с внутренними системами. Это не разовая акция, а долгосрочный процесс, требующий инвестиций.

Необходимо также отметить, что процесс управления организацией в контексте цифровой трансформации — это не просто приобретение и установка нового оборудования или программного обеспечения в рамках цифровизации, но выработка единой глобальной стратегии предприятия. Цифровизация предполагает готовность к комплексным изменениям, которые должны затрагивать культуру бизнес-организации, систему управления, внутренние и внешние коммуникации. Своевременность данных изменений планомерно ведет к улучшению позиций фирмы на рынке и повышению уровня её конкурентоспособности.

1.2 Современные подходы к управлению ресурсами организации в условиях цифровой трансформации бизнеса

Управление ресурсами организации в современных организациях постоянно совершенствуется. Это обусловлено необходимостью соответствовать современной модели социально-экономических отношений, которые характеризуются высокой наукоемкостью. Задача этой модели состоит в том, чтобы повысить производительность труда в компании, что невозможно

без методичного совершенствования самих сотрудников [16]. Интерес к текущей системе управления человеческими ресурсами является ключевым направлением для компании, которая хочет обеспечить себе стабильное экономическое развитие и сохранить уверенную позицию на рынке относительно конкурентов. Совершенствование текущих систем управления персоналом и разработка новых – два самых главных аспекта современного менеджмента, которые позволят вывести текущее предприятие на новый уровень.

В современном мире существует разграничение понятий «человеческие ресурсы» и «трудовые ресурсы», однако так было не всегда. В XX веке менеджмент не имел различий для трактования этих двух понятий [51]. По своей сути, трудовые ресурсы – это лишь совокупные человеческие резервы, которые включают в себя физические и умственные способности персонала и могут быть использованы для трудовой деятельности. Сотрудники состоят в штате компании и готовы выполнять поставленные задачи от руководства [43]. Данное определение скорее приравнивает понятие трудовых и человеческих ресурсов, поскольку речь идет о производительности труда в конечном итоге.

Интеллектуальные ресурсы организации состоят из совокупности всех знаний, навыков и опыта, которым обладают сотрудники компании и которые хранятся в корпоративных хранилищах данных компании. Такие интеллектуальные ресурсы являются ключевым параметром, согласно которого компании могут приобретать конкурентные преимущества по сравнению с другими компаниями и использовать их в условиях конкуренции за потребителя. Интеллектуальные ресурсы широко используются в высокотехнологичных компаниях, поскольку для них наиболее актуально следовать за новейшими трендами рынка чтобы сохранять свои рыночные позиции.

Кадровые ресурсы способствуют реализации стратегии компании на рынке через квалифицированный подбор персонала в команду, влияют на

мотивацию текущих сотрудников продолжать работать в компании, а также глобально влияют на управление самой компанией [54]. Кадровые ресурсы состоят из всего персонала компании в определённый момент времени, который может выполнять определенное количество работы за период.

Человеческие ресурсы является составляющей интеллектуальных ресурсов, но с большим акцентом на человеческом потенциале. Это выражается в его раскрытии в рамках достижения определённых целей с помощью использования различных инструментов, таких как популяризация корпоративной культуры среди сотрудников, обучение, развитие мотивации. Такие мероприятия благоприятно влияют на лояльность сотрудников, что способствует улучшению трудовой деятельности и более тесной интеграции личных целей конкретного сотрудника с корпоративными.

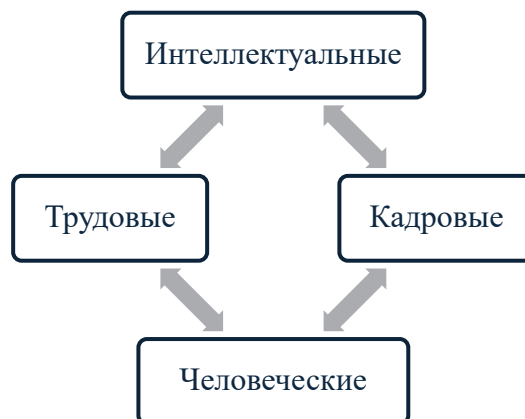
Трудовые ресурсы компании обозначают совокупность умственных и физические возможности сотрудников, которые на текущий момент уже используются в рамках деловой деятельности [17]. С этим показателем необходимо на постоянной основе работать управляющим компанией, поскольку от него зависит мотивация сотрудников, их зрелость, уровень выгорания, продуктивность и другие показатели, которые напрямую влияют на эффективность всей компании.

Трудовые и кадровые ресурсы являются генератором информации, которая включается в интеллектуальные ресурсы, а в свою очередь интеллектуальные ресурсы являются донором ресурсов для трудовых ресурсов [61].

При снижении темпов развития одного из блоков системы, оставшиеся три элемента пострадают в своих областях в той же степени. Управление человеческим капиталом должно основываться не только на базовом понимании возможностей и способностей текущего персонала, который выполняет различные рабочие функции, но и гипотетического потенциала, который ему присущ [64]. При грамотном подходе к развитию потенциала сотрудников компании возможно изменить устаревшие процессы в компании

к лучшему, что поспособствует совокупному увеличению эффективности всего предприятия.

Ресурсы образуют единую систему, как показано на рисунке 1.



Источник: составлено автором.

Рисунок 1 – Система ресурсов организации

В текущем вопросе важно обосновать роль высокотехнологичных продуктов. Современные концепции управления персоналом коренным образом отличаются от концепций, которые использовались в XX веке. Современные концепции отличаются тем, что включают в себя такие принципы этой системы как социальная направленность, человекоцентричность высокотехнологичных продуктов [22]. Сфера трудовых отношений является не строгой структурой, а довольно гибкой системой, в которой управление человеческими ресурсами стоит выше самого производственного процесса. Индустриальная концепция экономики отчетливо обозначает эти принципы и культивирует их.

Человеческие ресурсы организации включают в себя такие направления как интеллектуальный капитал, кадровый потенциал и трудовые ресурсы. Все три понятия тесно взаимосвязаны, но многие совершают большую ошибку, считая, что все эти определения по своей сути синонимы.

Кадровый потенциал – совокупность трудовых ресурсов компании, которые, по разным причинам, на текущий момент, не используются в производственном процессе, а по своей сути входят в специальный резерв

[32]. Кадровый потенциал состоит из перечня навыков, которые может обрести конкретный сотрудник при производственном процессе, но, по какой-то причине, пока ими не обладающий.

Трудовой потенциал – более узкое направление кадрового потенциала, поскольку включает в себя исключительно те навыки, приобретя которые, персонал сможет модернизировать текущий производственный процесс и сделать его более эффективным [59]. К примеру, сотрудник помимо основной деятельности программиста на предприятии обладает специфическими навыками, которые также можно использовать на этом же предприятии, но по личным причинам, пока что не используемые.

Интеллектуальный потенциал – умственные резервы сотрудников всего предприятия, которые могут быть использованы на предприятии для его модернизации.

Психологические, социологические и профессиональные факторы отдельного сотрудника в конечном итоге являются определяющими для формирования степени его участия в глобальном понимании человеческих ресурсов [53]. Существует единое мнение о том, что только тот перечень навыков, который используется сейчас или может быть использован в производственном процессе предприятия – трудовой деятельности сотрудника, составляет ресурс для увеличения эффективности. Другие навыки не играют ключевой роли в текущем процессе.

Современные ученые выделяют множество определений для понятий человеческие ресурсы и управление человеческими ресурсами. В таблице 1 представлены подходы к определению категорий «человеческие ресурсы» и «управление человеческими ресурсами».

Управление человеческими ресурсами в современной компании базируется на цифровизации. Внедрение цифровых технологий происходит на всех уровнях управления, что позволяет существенно сокращать сроки на реализацию изменений в рабочих процессах. Структура организации, которая стремится сохранить свою долю рынка и развиваться, также

трансформируется [60]. В основном это проявляется в наполненности рынка труда, который начинает функционировать по новым рыночным механизмам. Благодаря этому меняется функциональная наполненность.

Таблица 1 – Подходы к определению категорий «человеческие ресурсы» и «управление человеческими ресурсами»

Понятие	Определение
Понятие «человеческие ресурсы» и «управление человеческими ресурсами»	«Управление человеческими ресурсами – подход к управлению наиболее ценными активами организации, а именно людьми, которые индивидуально и коллективно вносят вклад»
	«Управление человеческими ресурсами представляет собой человеческий аспект управления предприятием и отношением работников со своими компаниями»
	«Человеческие ресурсы – это понятие, отражающее главное богатство любого общества, процветание которого возможно при создании условий для воспроизводства, развития и использования этого ресурса с учетом интересов каждого человека»
	«Человеческие ресурсы – это термин, характеризующий с качественной, содержательной стороны кадровый состав или весь персонал предприятия рабочую силу или трудовые ресурсы отрасли, территории, региона, страны в целом»
	«Человеческие ресурсы – трудоспособное население, являющееся материальной основой человеческого потенциала, который характеризует степень развития физических и духовных способностей человека»

Источник: составлено автором.

Текущая система взаимоотношений на работе между руководителем и подчиненным также подлежит пересмотру. Поскольку в крупных компаниях большая доля сотрудников работает дистанционно, возникает вопрос о контроле деятельности этих сотрудников руководителем. Руководитель также вынужден ставить задачи своим подчиненным и контролировать процесс их выполнения, что стало проблематичнее из-за удаленного формата работы [67]. В крупных корпорациях применяется система учета рабочего времени, которая фиксирует, сколько времени сотрудник тратил на разные задачи. Соответственно постановка задач также ведется в цифровом формате и контролируется руководителем дистанционно.

Система оплаты труда также подлежит пересмотру в крупных компаниях, которые нацелены на цифровизацию. Суть трансформации состоит в автоматической корректировке системы оплаты труда и мотивации персонала, в зависимости от различных факторов, которые влияют на рабочий процесс [45]. К таким факторам могут относиться опыт работы (стаж), результаты рабочей деятельности сотрудника, соответствие результата работы изначальным ожиданиям, а также уровень профессиональной квалификации каждого сотрудника.

Социально-экономический уклад всех сфер человеческой жизнедеятельности трансформируется под влиянием современных цифровых технологий, которые активно внедряются в разные направления деятельности как отдельных субъектов, так и определенной бизнес-среды [49]. Процесс цифровизации оказывает существенное влияние на все взаимосвязанные элементы системы сложившихся отношений в среде. Это несет в себе не только положительные аспекты, но и ряд проблем. Только через решение этих новых возникших проблем возможно создать эффективную систему менеджмента в компании и оптимально использовать человеческие ресурсы.

Необходимо детальнее разобраться в возникших проблемах.

Во-первых, с цифровой трансформацией управление компанией осложняется необходимостью постоянно контролировать и быть в курсе всех новых трендов на рынке, чтобы не проиграть конкуренцию за клиента [19]. Управление человеческими ресурсами также подлежит трансформированию, поскольку с течением времени появляются все более новые подходы к процессу эффективного управления персоналом.

Во-вторых, крайне важно адекватно оценивать имеющиеся интеллектуальные и производственные ресурсы в компании, которые необходимо использовать для осуществления изменений. Не всегда объем тех навыков и компетенций у сотрудников компании достаточен для осуществления «рывка» [37]. Повсеместное использование новейших технологий на рынке не говорит о том, что эти самые же технологии

необходимо как можно скорее стараться внедрить в, итак, уже работающий механизм. Чрезмерная интенсивность цифровизации может повлечь за собой отторжение со стороны сотрудников и испортит уже имеющиеся процессы.

В-третьих, существует проблема недостатка взаимодействия отдельных субъектов в организационной среде, которая может помешать эффективному исполнению рабочих функций на предприятии. Только в условиях открытой информации и свободной коммуникации между сотрудниками разных отделов в компании возможно осуществить цифровой рывок.

В-четвертых, рынок труда и структура занятости в обществе меняется. Работодатели должны становиться более лояльными к своим сотрудникам, поскольку это диктуется общерыночными правилами игры.

Все эти нововведения могут негативно сказываться на эффективности работы предприятия и настроения в коллективе [58]. Часть сотрудников не уделяет должного внимания современным трендам и продолжает работать в полноценном режиме, как и раньше, и, видя снисходительное и лояльное отношение со стороны руководства к части сотрудников, может начать проявлять недовольства по причине более жестких условий. В такой ситуации работодателю важно выстроить единую стратегию коммуникации с сотрудниками, четко обозначая цели их работы. Нельзя пренебрегать мотивацией персонала, которая должна быть индивидуальной для каждого сотрудника, потому что все обладают разными способностями и перспективами [36].

Во многом успех продвижения информационных технологий на предприятии зависит от готовности персонала использовать эти технологии. Если любая цифровая трансформация процессов воспринимается сотрудниками тяжело и требует дополнительных ресурсов на убеждение, почему она неизбежна и необходима в компании, это может существенно затормозить цифровой рывок компании на рынке [42]. Лучшим решением этой проблемы является комплексная работа специальных сотрудников предприятия, которые обязаны пропагандировать использование современных

технологий с целью улучшения производственных процессов и роста технологической осведомленности персонала. Как часть таких мероприятий может быть организована специальная база знаний, которая содержит всю необходимую информацию по использованию цифровых технологий и их преимуществах [26]. Наполненность такой системы характерными примерами позволит упростить доказательную базу для сотрудников, почему необходимо активно использовать цифровые технологии на производстве.

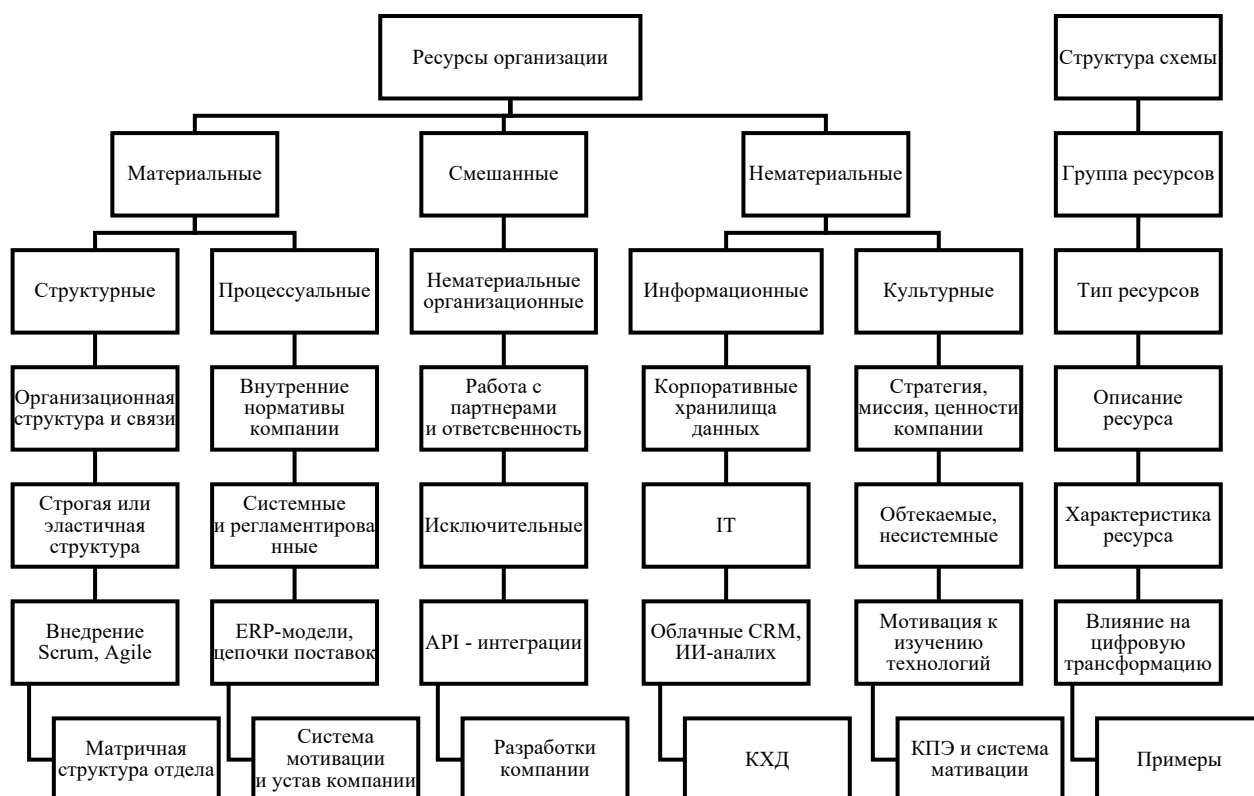
Для того, чтобы сотрудники активнее пользовались современными технологиями на предприятии необходимо использовать мягкую силу. Только при разработке системы мотивации персонала, которая поспособствует активному использованию таких современных технологий как искусственный интеллект, можно мягко внедрить новые технологии на производство. Остальные методы не имеют должного эффекта и, скорее всего, вызовут отторжение. Только пройдя непростой период адаптации, можно увидеть в коллективе желание использовать современные технологии, которые реально могут улучшить рабочие процессы.

Ресурсы организации – имеющиеся в доступе у компании активы, состоящие из финансовых и нефинансовых ресурсов, которые позволяют компании вести деятельность и оставаться конкурентоспособной [18].

Ресурсы организации предприятия в компании имеют четкую структуру и характеристику, которая отражена на рисунке 2 ниже.

Ниже представленные ресурсы компании в разной степени влияют на цифровую экономику.

Информационные ресурсы стоят во главе пирамиды, поскольку в условиях цифровой экономики ключевыми активами компании становятся данные, которые эта компания хранит, обрабатывает и использует [29]. Для управления ресурсами организации важно использовать специализированные системы (далее – CRM), которые позволяют быстро находить и использовать необходимые данные из общей базы данных.

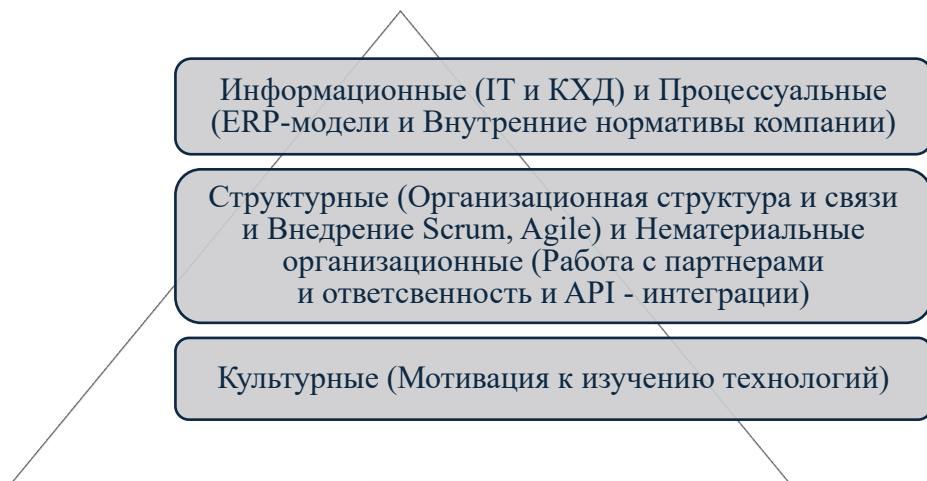


Источник: составлено автором.

Рисунок 2 – Структура ресурсов предприятия

Ниже на рисунке 3 представлена градация различных ресурсов, которые, в зависимости от приоритета, влияют на степень цифровизации компании.

Помимо информационных ресурсов, нормативы компании остаются ключевым аспектом, который требует цифровизации в первую очередь. Крупные компании зачастую сталкиваются с усложнением и увеличением сроков проектов из-за сложной бюрократической цепочки согласования необходимых документов и инициатив [27]. Наличие понятной и прозрачной нормативной базы в компании позволит быстрее принимать решение на основании простых правил.



Источник: составлено автором.

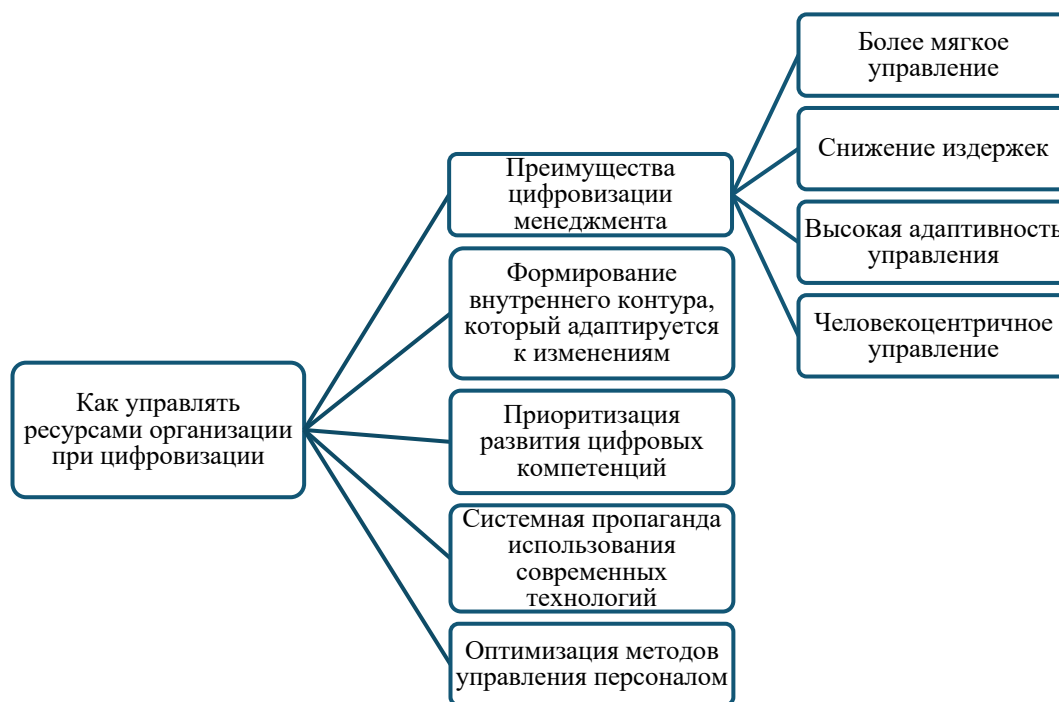
Рисунок 3 – Распределение приоритетов по уровням цифровой трансформации

На среднем уровне пирамиды располагается трансформация компании с точки зрения принятия решений и распределения ролей в компании. Линейная структура в компании сильно усложняет процессы коммуникации между сотрудниками [46]. Для упрощения взаимодействия необходимо перестроить систему коммуникаций по Agile, что позволит произвести цифровую трансформацию предприятия наиболее мягко для всех сотрудников.

На нижнем уровне находятся культурные приоритеты в компании. Именно фокусировка на обучении персонала по использованию новых методик, цифровых технологий, AI-инструментов позволит повысить общий уровень цифровой грамотности сотрудников и обеспечит для компании меньший уровень отторжения со стороны сотрудников в момент цифровой трансформации компании [21]. Для этого необходимо на регулярной основе проводить семинары и обучающие вебинары с сотрудниками компании. Для оптимального управления человеческими ресурсами в процессе внедрения цифровых технологий необходимо обращать внимание на следующую структуру, как показано на рисунке 4.

В российских предприятиях все еще популярны уже устаревшие методы управления персоналом. Одним из таких способов является наращивание объемов производства не за счет увеличения производительности труда, повышения трудоемкости, а скорее производства сверх установленных норм.

Такой подход, безусловно, обеспечивает большой объем произведенной продукции, но вызывает износ кадров и общее недовольство [22]. Нормы использования человеческих ресурсов должны быть четко закреплены в кодексе компании.



Источник: составлено автором.

Рисунок 4 – Структура управления ресурсами организации с использованием цифровых технологий

Развитие ресурсов организации на предприятии связано с развитием каждого сотрудника в отдельности. Только при четком плане по развитию компетенций сотрудника возможно эффективно управлять человеческими ресурсами [50]. Как правило, в крупных организациях формируется индивидуальный план по развитию компетенций сотрудника на год, с описанием четких целей по развитию. В этом плане прописывается перечень новых инструментов и технологий, который должен быть изучен и апробирован сотрудником на предприятии и сроки.

Управление ресурсами организации на предприятии постоянно реформируется. На процесс управления влияют современные тенденции на рынке труда. XXI век сам по себе возводит в культ не сам процесс

производства, а человеческие ресурсы, которые задействованы в нем [30]. Это говорит о том, что роль менеджмента включает в себя обязанность находить подход к любому сотруднику, несмотря на уровень его социальных навыков и рабочих компетенций. При грамотном подходе к каждому сотруднику в отдельности возможно сформировать команду, которая состоит из высококвалифицированных специалистов с высоким уровнем командного духа [35]. Поиск подхода к сотрудникам ляжет в основу совершенно новой управленческой модели предприятия.

Система управления персоналом в организации должна постоянно трансформироваться линейно изменениям в обществе. Все подходы к управлению персоналом глобально должны быть объединены в единую концепцию, архитектура которой базируется на новейших технологиях, которые используются в этих подходах. Глобально вся концепция может быть разделена на специализированные направления, такие как управление цифровыми активами, роль человека в цифровой трансформации и компетенции менеджмента в цифровой трансформации бизнеса.

Важно учитывать изначальный уровень цифровизации системы. Даже при существенном развитии цифровых компетенций сотрудников не всегда получается обеспечить должный уровень цифровизации производства из-за отсутствия технической обеспеченности предприятия [25]. Необходимо разработка постепенной стратегии интеграции современной системы с внедрением цифровых технологий, которая не перегрузит существующие процессы, а скорее сделает их более гибкими и удобными. Во многом, это зависит от менталитета менеджмента предприятия, а не рядовых сотрудников. Руководящие сотрудники должны обладать существенным уровнем как личных, так и трудовых компетенций для осуществления цифрового рывка предприятия [34]. К соответствующим навыкам можно отнести креативный подход к решению задач, высокий уровень цифровых компетенций, открытость к новому, хорошие коммуникативные навыки, возможность быстро адаптироваться под новый поток задач, высокий уровень знаний в смежных

отраслях, а также готовность самостоятельно при необходимости разобраться в таких аспектах как аналитика, программирование, дизайн, клиентский опыт и прочее.

Таким образом, необходимо заново выстраивать новую систему коммуникации между менеджментом и персоналом. В XXI веке границы коммуникации между этими двумя группами стираются. Корпоративный мир становится проще под влиянием новых технологий, из него уходит формальность. Большинство работодателей более не ориентируются на показатели деятельности человека вне его рабочих компетенций. Акцент сместился на производительность и эффективность [27]. Это происходит из-за ускорения всех процессов в корпоративном мире, в котором у руководителей больше нет времени проводить регулярные проверки деятельности отдельных сотрудников и заниматься микроменеджментом. Такая тенденция говорит также об ускорении развития как отдельных предприятий, так и всей отрасли. Компании ставят перед собой на год все более амбициозные цели, в которых уже нет места контролю за процессами, которому уделялось время ранее.

В современных организациях широко представлен системный подход к управлению ресурсами организации. Данный подход подразумевает собой управление организацией как социально-экономической системой.

Вторым подходом является процессное управление. Процессный подход подразумевает более тесный контакт организации с внешними подрядчиками и поставщиками, что позволяет отслеживать тренды на рынке. Только в случае активного обмена знаниями и опытом возможно развитие адаптивности ресурсов организации под современные запросы от клиентов.

Процесс цифровизации отрасли стал главной темой всех компаний страны [20]. Если ранее определенный набор функций и навыков присущ только определенным работникам, то сейчас навыками могут обладать разные группы людей и подключаться на выполнение определённых задач исходя не из поставленных задач сверху, а из личной инициативы, поскольку они наиболее компетентны среди своих коллег для выполнения конкретной задачи.

Помимо этого, растет роль искусственного интеллекта, который позволяет существенно упрощать многие процессы и быстрее находить интересные решения для задач.

Использование технологий искусственного интеллекта и нейросетей позволяет компании более осознанно использовать имеющиеся ресурсы, что в свою очередь повлечет полный пересмотр бизнес-процессов в компании.

В следующем параграфе более подробно разберутся конкретные примеры, в рамках которых применение цифровых технологий позитивно скажется на управлении персоналом.

Безусловно, существуют задачи, решение которых никогда не может быть основано на предложениях искусственного интеллекта. Речь идет о высоких технологиях и самой науке, поскольку сама суть подачи информации искусственным интеллектом базируется уже на тех знаниях, которые есть в обществе, то есть искусственный интеллект не может придумать что-то кардинально новое [25]. Однако, такие рассуждения как раз могут подтолкнуть ученых к дополнительным рассуждениям и новым исследованиям, в рамках которых появятся совершенно новые знания, которые потом сам искусственный интеллект сможет переиспользовать.

Управление человеческими ресурсами в компании как правило осуществляется несколькими специализированными подразделениями: Департамент по подбору персонала (HR) и Департамент agile-трансформации.

Департамент agile-трансформации ответственен за внедрение в продуктовые команды ритма работы, стандартов и практики кросс-функциональных команд, новой системы управления портфелем проектов, единую систему обучения, охватывающую все необходимые навыки для работы в кросс-функциональных командах [62]. Кроме того, департамент развивает бизнес-анализ, продуктовые подходы и процесс исследований.

Чтобы поддерживать высокий общий уровень осведомленности сотрудников о производимых изменениях специалисты этого подразделения проводят семинары, на которые объясняют новые внедряемые практики

и методы работы. Благодаря деятельности департамента вся компания работает по единым стандартам качества и методологии [56]. Разработка такой методологии – сложный и кропотливый процесс, поскольку каждый отдел со своим функционалом уникален и могут возникать проблемы при попытке унифицировать подходы к планированию и реализации стратегии.

Для корректного управления человеческими ресурсами департамент Agile-трансформации проводит церемонии, в рамках которых транслирует текущую повестку по деятельности отдельных команд и отделов. К таким мероприятиям можно отнести квартальное планирование в подразделениях, в рамках которых представители разных отделов компании рассказывают о запланированных мероприятиях в компании и делятся своим списком задач.

Для повседневного контроля выполняемых задач специалист из указанного отдела Agile-трансформации проводит установочные встречи со всеми участниками отдела, в рамках которых сотрудники рассказывают, что планируют делать в течение дня и что получилось сделать за прошлый день. Такие мероприятия помогают всем заинтересованным лицам оставаться в контексте проводимых работ в подразделении.

Следующим мероприятием, которое обязан проводить ответственный сотрудник Agile-департамента – это обзор задач два раза в месяц [31]. Поскольку каждый отдел в компании работает по принципу выполнения поставленных задач либо от вышестоящего руководства, либо от аффилированных отделов, то отчет по проделанной работе предоставляется и демонстрируется непосредственным заказчикам этих работ.

Финальным мероприятием, которое проводит вышеуказанный департамент – это проведение ретроспектив, в рамках которых все сотрудники, которые задействованы в задачах, имеют возможность поделиться обратной связью по своим задачам и рассказать какие у них проблемы за этот период [39].

Как правило, такие мероприятия полезны не только самим сотрудникам, поскольку именно на них все сотрудники находят пути решения проблем, но

и самим сотрудникам Agile-департамента, так как они производят изменения в своем подходе по работе с подразделениями и ищут пути улучшения процессов.

Департамент по подбору персонала также имеет большое влияние на управление человеческими ресурсами в компании.

Поскольку ключевой задачей Департамента по подбору персонала является поиск новых сотрудников в компанию на конкретные позиции, это означает, что именно качество работы новых сотрудников будет играть ключевую роль в общем успехе компании [47].

Для корректного подбора сотрудника Департамент по подбору персонала получает от неукomплектованного подразделения запрос на поиск кандидата на позицию.

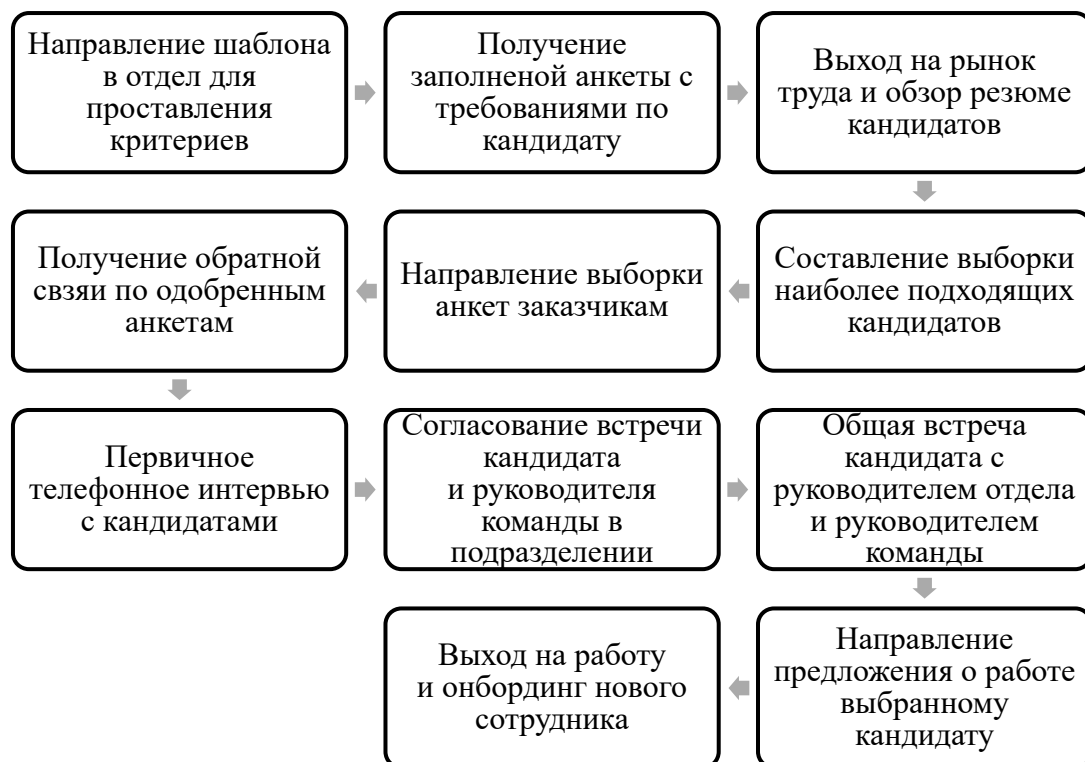
Отдел предоставляет бриф, который начальник продуктового отдела должен заполнить и в котором подробно описать требуемый функционал нового сотрудника и другие условия.

После этого согласно этому брифу, ответственные сотрудники Департамента по подбору персонала выходят на рынок труда и ищут подходящие вакансии.

Управление ресурсами на предприятии сильно зависит от метрик, которые должен оценивать Департамент по подбору персонала [33]. При грамотном подходе к выбору кандидатуры показатель текучести кадров в компании будет невысоким, поскольку общий индекс удовлетворенности сотрудником текущей работой будет соответствующим.

Помимо этого, в случае, если новый сотрудник обладает всеми необходимыми для рабочей деятельности компетенциями, то не будет необходимости тратить дополнительные ресурсы на переобучение и повышение текущей квалификации сотрудника.

Процесс подбора персонала в такие компании долгий и сложный, поскольку включает в себя несколько этапов, как показано на рисунке 5.



Источник: составлено автором.

Рисунок 5 – Процесс подбора персонала в компании

Кадровый ресурс предприятия является ключевым показателем, от которого зависит успешность цифровой трансформации бизнеса. В любом случае, любые технологические изменения в процессе управления персоналом осуществляют сами сотрудники – менеджеры. В случае, если потенциал текущих сотрудников окажется недостаточным для осуществления цифрового прорыва в компании, может возникнуть прямое отторжение и эффект «навязывания» [41]. Именно кадровые ресурсы могут стать стоп-фактором, который не позволит эффективно внедрить цифровые изменения на предприятии. Если у менеджмента не будет четкого плана действий по внедрению цифровых технологий и их апробации среди сотрудников, то такое внедрение будет обречено на провал. Соответственно, текущие кадры должны быть в первую очередь готовы к такой трансформации. Среди самых популярных факторов, которые обычно препятствуют трансформации, выделяются отсутствие высококвалифицированных технических специалистов, которые будут реализовывать архитектуру решения для текущего персонала, agile-специалистов, которые будут на понятном языке

объяснять сотрудникам, почему это необходимо. Вторым фактором является фактор естественного страха текущих специалистов, которые технологические изменения воспринимают как метод руководства по сокращению рабочих мест и фонда оплаты труда [44].

Для управления этим страхом также необходимо привлекать сотрудников Agile-департамента. В-третьих, отсутствие четкого плана действий от руководства, который должен быть разработан и доведен до сотрудников Agile-департаментом, может привести к недопониманию среди сотрудников по производимым изменениям и, как следствие, также вызвать отторжение.

Такое отношение к кадровому ресурсу предприятия сформирует правильное взаимоотношение между сотрудниками предприятия и менеджментом фирмы.

1.3 Обеспечение эффективности управления ресурсами организации на основе анализа данных

Бизнес в современном мире быстро меняется и это побуждает менеджеров искать новые подходы к управлению персоналом, используя в этих подходах современные технологии. Задача перед менеджерами стоит глобальная – провести цифровизацию всех направлений в компании, потому что только в таком случае возможно совершить технологический рывок [71].

Нужно понимать, что конкуренция имеет место быть в большинстве отраслей и при отсутствии возможности провести цифровизацию вовремя – можно лишиться значимой доли рынка, которую займут конкуренты, которые более быстро адаптировались к новым рыночным условиям.

В частности, возраст персонала может варьироваться от 18 до 65 лет. Важно разработать такую систему мотивации, которая находила бы отклик у всех возрастных групп коллектива. Руководству предприятия при разработке системы мотивации и прописания условий работы важно учитывать

возрастной фактор и использовать индивидуальный подход к каждому сотруднику, который соответствует его возможностям.

К примеру, чтобы замотивировать сотрудников молодого поколения можно повышать уровень технической оснащенности компании, что проявляется в выдаче для рабочих задач специальной техники. К примеру, это могут быть мощные ноутбуки или любое другое специальное оборудование. Интерес к цифровым технологиям может выступить в этом кейсе как мотивация к более продуктивной работе с использованием современного оборудования.

Никто не спорит с тем, что цифровизация оказывает существенный эффект на рабочие процессы в компании. Вопрос, который волнует менеджмент, заключается в том, как правильно адаптировать новейшие технологии в рабочий процесс, создавая дополнительную мотивацию сотрудникам. Необходимо выделить основные направления, которые подвержены влиянию цифровых технологий в организации, которая ставит перед собой цели по генерации прибыли.

Одной из задач цифровизации на предприятии является улучшение качества выполняемой работы каждого сотрудника, без исключения. Как сказано ранее, сотрудникам интереснее работать в компаниях, в которых высокий уровень развития и использования современных технологий. Это дает им большую нематериальную мотивацию развивать свои профессиональные компетенции.

К примеру, отдел по Подбору персонала может активно использовать современные технологии в своей деятельности и повышать эффективность управления персоналом. Можно начать внедрять современные технологии именно с этого департамента, потому что HR-отдел является одной из наиболее гибких организационных структур предприятия, поскольку все остальные подразделения, которые нуждаются в новых сотрудниках приходят в отдел Подбора персонала с конкретными запросами, а HR-специалисты, в свою очередь, должны по выбранным критериям искать необходимого

сотрудника на открытом рынке, что делает их деятельность неординарной и вынуждает искать новые и новые методы работы. В итоге, такая деятельность может существенно повлиять на уровень производительность и кадровый потенциал.

Еще одним плюсом процесса цифровизации на предприятии может стать улучшение имиджа самой компании. Это связано с тем, что клиенты склонны отдавать свое предпочтение более технологичным компаниям на рынке, нежели аутсайдерам. Если в компании не следят за своим уровнем цифровизации, то, по сути, это негативно влияет на ее имидж. Сотрудники компании в первую очередь чувствует это на себе, и как следствие, возникает текучка кадров. Оставшиеся кадры либо не могут освоить новые технологии, либо осознанно отказываются от этого.

Современное поколение хорошо приспособлено к использованию цифровых технологий, что говорит о необходимости их использования при выстраивании стратегии управления персоналом, поскольку альтернативные стратегии без новейших технологий покажутся таким сотрудникам архаичными.

Поколение, которые сейчас выходит на рынок труда после окончания университета, родилось уже в мире, где широко использовались современные технологии. Молодые специалисты не представляют себе как могло бы функционировать предприятие, если на нем не используются самые современные технологии. Работодатели иногда называют молодых сотрудников представителями «интернет-поколения».

Учитывая большое количество выпускников высших учебных заведений, можно предположить, что кадровый состав цифровых организаций сильно изменяется от года к году. Большое количество молодых специалистов может спровоцировать текучесть кадров в организации, поскольку молодые специалисты менее консервативны и склонны выбирать для себя все новые места работы, с целью пробовать новое и расти по карьерной лестнице [83]. В частности, одним из факторов смены работодателя среди молодого

поколения - недостаточный в их понимании уровень цифровой оснащенности компании.

Для увеличения заинтересованности и поднятия мотивации персонала работодателям важно выделять ресурсы на развитие процесса в части его цифровизации. При выборе данной стратегии развития возможно избежать проблемы с текучестью персонала.

Современное поколение активно захватывает рынок труда. Выпустившись из ВУЗа, молодые сотрудники начинают процесс поиска работы для самореализации и применения навыков, полученных во время учебы. Социологи уделяют большое внимание именно этому поколению, поскольку оно играет ключевую роль в выборе стратегии развития бизнеса на перспективу 30-40 лет. Глобальная позиция нового поколения кардинальным образом отличается от предыдущего поколения, среди представителей которого принято добиваться успехов на одном месте работы, без периодической смены работодателя.

Современное поколение не считает ценным количество проработанных лет на одном месте работы, а скорее берет в приоритет карьерный рост и развитие. Немаловажным отличием нового поколения сотрудников является персональная заинтересованность в выполняемых трудовых обязанностях, что тоже не присуще предыдущему поколению, которое предпочитает выполнять рабочие функции не из личного желания, а потребности зарабатывать деньги.

У современного поколения при выходе на работу зачастую возникает проблема несоответствия ожидания и реальности. Поскольку новое поколение выросло в условиях полной цифровизации и понимания как должна выглядеть работа в крупной компании, у них может быть выгорание из-за задач, которые им не интересны.

В крупных компаниях такие задачи называют «гигиеной». Сформированное «клиповое мышление» сильно мешает молодому поколению на первых этапах работы в организации. Они не склонны изучать многостраничные инструкции по работе, вникать детально в документы,

а предпочитают выстраивать процессы с нуля, так как в текущих видят только архаичность.

Необходимо в рамках данного параграфа обозначить актуальные направления развития процесса цифровизации управления персоналом в крупной организации.

Во-первых, это процесс цифрового найма персонала. Основная задача данного процесса максимально автоматизировать процесс найма сотрудников в компанию. Компании активно разрабатывают собственные скрининг-системы, которые проводят предварительный отбор кандидатов на ту или иную позицию в компании. Такие скрининг-системы, по своей сути, являются простыми чат-ботами, в рамках общения с которыми, респонденты отвечают на заранее запрограммированные в них вопросы.

Ответы на эти вопросы собираются в единое хранилище данных и отправляются на проверку в специальную систему, которая с использованием технологий искусственного интеллекта проводит первоначальный отбор кандидатов на просмотр рекрутеру. Помимо коммуникации через чат, возможен формат звонка, где кандидат отвечает на вопросы робота-рекрутера в голосовом варианте. Как правило, кандидат вводит свой номер телефона для обратной связи, в течение какого-то времени ему приходит обратный звонок для сбора информации роботом-рекрутером.

Такая предварительная коммуникация позволяет нанимающим менеджерам иметь общее представление о кандидате и лучше подготовиться к личному собеседованию. Помимо этого, большим плюсом является то, что кандидат может пройти такое собеседование с роботом в любое время и не ориентироваться на рабочие часы в компании.

Нанимающий менеджер просто просмотрит ранее предоставленную информацию в рамках своего рабочего дня и даст обратную связь кандидату. Кандидатам на позицию также интересно проводить в таком формате первичное собеседование, потому что общение с роботом снизит их стресс, который обычно присущ при очных собеседованиях с нанимающими

менеджерами и предоставит возможность попользоваться современными технологическими решениями от компании.

Во-вторых, интересным решением для упрощения процесса управления и найма персонала может стать автоматическая проверка предоставленных данных кандидата на позицию. Суть идеи заключается в том, что система проводит проверку всех заполненных кандидатом полей с использованием технологий искусственного интеллекта [56]. К таким полям могут относиться опыт работы, навыки кандидата, знание технологических инструментов и другие параметры. Поскольку в настоящее время поиск кандидата на позицию – это всего долгий и сложный процесс, то с внедрением системы автоматической проверки станет возможным существенно ускорить его. Такой процесс поиска кандидатов больше рассчитан на молодое поколение, которое предпочитает не личное общение с менеджером или HR-специалистом, а заполнение цифровых форм. Как следствие, кандидат вводит запрашиваемые данные в онлайн-анкету на сайте или другом стороннем ресурсе и получает ответ от специалиста по прошествии периода проверки его ответов.

В-третьих, на эффективность процесса управления ресурсами, а в частности найма персонала может повлиять геймификация. Для ускорения процесса адаптации персонала на предприятии возможно применение игровых механик, которые преподнесут материал молодому поколению в формате, который более понятен для них. Процесс геймификации упрощает погружение сотрудников в текущие процессы, повышает их мотивацию к изучению нового. Геймификация также может помочь менеджменту, поскольку дает понимание навыков сотрудников, исходя из которых можно составить рейтинг персонала и выявить ключевые сильные и слабые стороны. Суть технологии базируется на внедрении в рабочие процессы элементов соревнования и игры. В рамках игр сотрудники тренируют свои умственные способности, моделируют рабочие ситуации и разбирают кейсы. Это помогает узнать друг друга лучше и отработать коммуникативные навыки. Совместное решение кейсов делает коллектив ближе и сплоченнее. Помимо представленного метода, в компании

возможно организовать портал корпоративного обучения. Руководство компании может идти на встречу интересам своих сотрудников в стремлении изучать новое и предоставлять доступ к платформе с корпоративными курсами. Глобально такая платформа может быть преобразована в корпоративный университет. Сотрудники компании, имея доступ к различным курсам на этой платформе станут более мотивированными применять изученные навыки в своей рабочей деятельности. Сотрудники понимают, что при развитии своих профессиональных компетенций, они могут рассчитывать на более высокий уровень оплаты труда, что и влияет на их мотивацию.

В-четвёртых, для эффективного управления важно учитывать моральное состояние сотрудников предприятия. Важно давать персоналу конструктивную обратную связь по итогам проделанной работы для того, чтобы подсветить положительные аспекты в работе и опросить сконцентрироваться над аспектами, которые стоит подтянуть. Современные системы оценки эффективности позволяют оперативно предоставлять обратную связь сотрудникам по итогам их работы. В крупных компаниях существует система оценки эффективности работы и порядок предоставления обратной связи через нее. Такая система оценок позволяет сотрудникам здраво оценивать свои результаты и видеть для себя зоны роста. В частности, такая система оценок может быть не только индивидуальной, но и коллективной, поскольку ответственность за проделанную работу несет группа людей, которая непосредственно принимала участие в его реализации. Наличие оперативной обратной связи команде позволяет быстро выявлять проблемы и выделять на них больший ресурс. Такое оперативное реагирование на проблемы снижает прокрастинацию сотрудников, повышает командный дух и положительно влияет на эффективность работы всей компании [41]. В таком случае, менеджерам важно уделять внимание не столько периодической оценке результатов своих сотрудников, а скорее построении системы мотивации персонала, которое может выражаться в формулировании четких принципов

работы команды, цели деятельности, приоритизации результата, а не методов его достижения.

В-пятых, в каждом коллективе уровень компетенций каждого сотрудника в отдельности может существенно отличаться. Для эффективного управления талантливыми сотрудниками важно иметь к ним особый подход. При оперативном выявлении сильных сторон каждого сотрудника в отдельности возможно создать такую систему работы, при которой каждый сотрудник выполняет функции, в которых у него наблюдается наибольший потенциал. Для выявления этого потенциала можно пользоваться специальными программами, такими как «Монолит: Персонал», которые позволяют управляющим лучше узнать портрет своих сотрудников и компетенции каждого члена команды в отдельности. Руководитель на основе полученных данных может сделать выводы о целесообразности развития тех или иных компетенций у конкретных сотрудников, помочь с развитием, при необходимости, и подсветить зоны роста для каждого.

В-шестых, в рамках процесса цифровизации развития персонала в компании возможно сконцентрироваться на развитии бренда компании. Речь идет о корпоративном имидже компании, который играет существенную роль при мотивации текущего персонала и влияет на привлекательность компании для потенциальных сотрудников. Современные сотрудники не представляют свою жизнедеятельности и работу без использования современных технологий, и работодатель не должен препятствовать развитию цифровых компетенций сотрудника, поскольку новые знания и навыки сотрудника могут быть переиспользованы в рабочем процессе. Если сотрудникам важно решать возникающие проблемы и отвечать на вопросы с использованием современных технологий, так как это существенно упрощает их деятельность, нельзя этому препятствовать.

Таким образом, чтобы стимулировать работников на эффективную деятельность важно найти к каждому индивидуальный подход. Этот подход может заключаться в развитии технологичности предприятия, что сделает его

привлекательным для молодого поколения [84]. Тенденция на цифровизацию предприятия делает его более привлекательным не только среди относительно молодых кандидатов на позиции, но и текущих работников всех возрастов. Различными методами возможно подчеркивать инновационность подходов к решению, поставленных задач в компании.

Важно понимать, что при комплексном и системном подходе к цифровизации предприятия недостаточно просто закупить новейшее технологическое оборудование на производство.

Важно учитывать моральную готовность как сотрудников, так и управляющих в компании к таким изменениям, информационную и технологическую зрелость компании.

Если у менеджмента получится своевременно реагировать на возникающие у потребителей запросы и изменять внутренние процессы в компании согласно заданным трендам, то успех деятельности такой компании гарантирован. Для достижения таких целей важно поддерживать и развивать корпоративную культуру внутри компании и правильно выстраивать систему ценностей среди сотрудников.

Будущее цифровой трансформации не стоит на месте — она развивается вместе с технологиями, а также ожиданиями сотрудников. Уже сейчас можно выделить ключевые тренды, которые определяют будущее этой сферы:

- интеграция искусственного интеллекта;
- ИИ активнее используется в рекрутинге, аналитике и даже обучении. Он помогает предсказывать увольнения, анализировать эмоциональное состояние команды и подбирать персонализированные рекомендации для развития сотрудников;
- предиктивная аналитика;
- анализ данных становится не просто описательным, а прогностическим. Компании используют историческую информацию, чтобы предсказывать поведение сотрудников, а также предотвращать риски: выгорание, текучесть, снижение мотивации;

- персонализация всех процессов;
- обучение, карьерный рост, система бонусов — всё становится индивидуальным. В центре — потребности конкретного человека, а не усреднённые подходы;
- гибридные рабочие среды;
- цифровая трансформация охватывает не только внутренние процессы, но и способы взаимодействия. Платформы для удалённой работы, онлайн-коллаборации и асинхронной коммуникации становятся важной частью HR-инфраструктуры;
- отдел Управления персоналом как драйвер;
- роль HR выходит за рамки «работы с персоналом». Цифровой HR становится катализатором инноваций и изменений в корпоративной культуре, трансформируя компанию изнутри.

Будущее трансформации — это не просто про технологии. Это про гибкость, ориентированность на человека и способность создавать рабочую среду, в которой хочется развиваться. Компании, способные объединить инструменты с человеческим подходом, получают реальное конкурентное преимущество.

Анализ данных менеджментом на предприятии необходим, поскольку на основании цифр возможно принимать взвешенные и обоснованные решения, которые будут одобрительно встречены сотрудниками фирмы, так как отсутствие аргументов по каким-либо решениям может вызвать у сотрудников отторжение и негатив.

Сбор данных о состоянии ресурсов в компании, к которым могут относиться не только финансовые, но и человеческие и информационные, позволяет составить комплексное представление об узких местах в компании, провести межотраслевой анализ, выявить динамику.

В этом процессе может существенно помочь новейшие технологии, в частности сетевой анализ, который позволяет оперативно обмениваться информацией среди сотрудников.

Глава 2

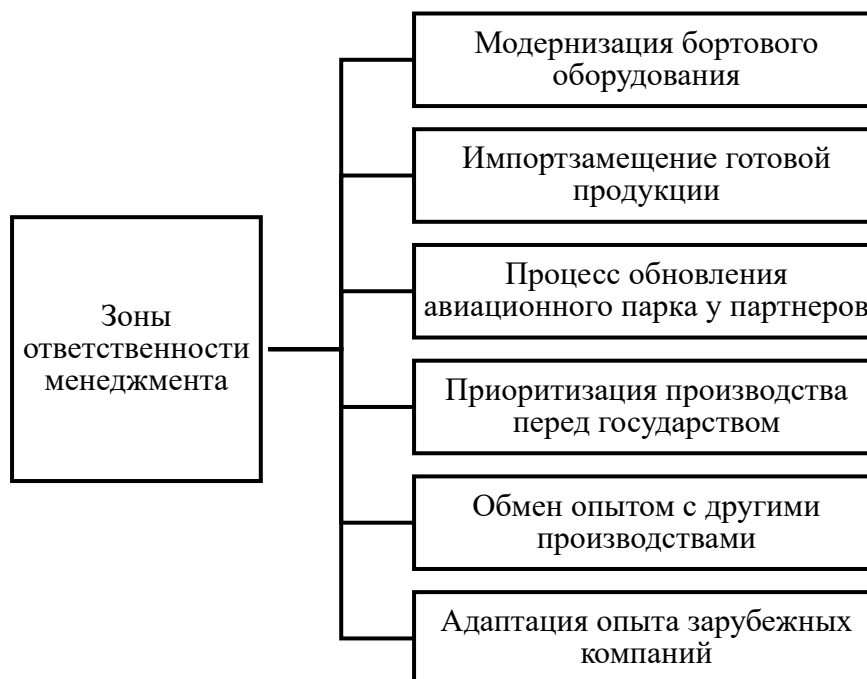
Исследование и анализ специфики управления ресурсами организации в условиях цифровой трансформации (на примере организации - авиационное конструкторское бюро)

2.1 Анализ влияния цифровых технологий на процессы управления, изменение моделей принятия решений и бизнес-процессов

Развитие авиационной промышленности в Советском союзе сформировало нормативную техническую базу для текущей модернизации отрасли, которую можно наблюдать в XXI веке.

Современные технологии позволили оптимизировать множество производственных процессов в конструкторских бюро.

На рисунке 6 представлены основные направления развития, на которые менеджмент обязан концентрировать свое внимание.



Источник: составлено автором.

Рисунок 6 – Зоны ответственности менеджмента

В текущей ситуации можно выделить следующие направления модернизации производства продукции:

- бортовое оборудование. Российские разработки аппаратов для использования экипажем существенно отстают от мирового уровня, что затрудняет процесс использования конечным потребителем, а также увеличивает производственный разрыв с иностранными аналогами;
- процесс импортозамещения готовой продукции, производимой иностранными конкурентами на российскую продукцию, позволит замотивировать российских производителей авиационной техники на дальнейшие разработки [29]. В случае наличия достойных аналогов западного оборудования, которое может быть использовано на новейших российских самолетах, появится возможность производить самолеты без использования иностранных компонентов;
- обновление авиационных парков в российских авиакомпаниях должно происходить с помощью отечественных организаций и партнеров – авиационных конструкторских бюро, которые поставили перед собой цель поставить свыше 1000 самолетов до 2030 года;
- заинтересованность государства в развитии организаций и партнеров – авиационных конструкторских бюро должна отражаться в государственной поддержке. Федеральные органы обязаны координировать деятельность конструкторских бюро для развития производственных мощностей и повышения конкурентоспособности продукции;
- поскольку разные конструкторские бюро специализируются на разных типах оборудования и самолетов, одним из способов совместного развития всей отрасли может служить обмен производственным опытом между компаниями. Такая интеграция производственных процессов позволит использовать только новейшие современные технологии на предприятиях;
- помимо развития кооперации внутри одного региона для модернизации продукции нужно использовать опыт зарубежных компаний. Успешным примером может послужить договор российского конструкторского

бюро с иностранным производителем для обмена опытом и новыми технологиями.

Комплекс управленческих решений позволит контролировать процесс модернизации производства. Для обеспечения гибкости таких изменений важно ориентироваться на лучшие практики рынка и использоваться современные технологические решения.

Заинтересованность государства в производстве авиационной продукции позволит менеджменту ощущать ценность проводимых изменений. Такая заинтересованность выражается в наличии заказов со стороны Правительства на производство определённого количества воздушных судов за определенный срок. Контролирование этого процесса позволит обеспечить систематическое развитие отрасли и стабилизировать производство.

Для развития конкурентоспособности продукции необходимо повышать технологический уровень всего предприятия. Наличие постоянного государственного финансирования позволит компании грамотно распорядиться входящими финансовыми потоками [49]. Для осуществления такого вида финансирования необходим опытный управляющий, который сможет аргументированно распределить входящие финансовые потоки на каждое направление деятельности.

Необходимо постоянно поддерживать уровень продукции, изготавливаемой на предприятии. В рамках этой деятельности менеджмент обязан проводить постоянный мониторинг деятельности, а также состоять в контакте с финальными потребителями их продукции. В таком случае, управляющий персонал сможет оперативно получать обратную связь от своих клиентов и модернизировать продукцию согласно запросам пользователей.

На предприятии необходимо создать центр развития компетенции для сотрудников, которые непосредственно задействованы в производственном процессе. В рамках деятельности этого центра необходимо доносить полученные знания от научных институтов, которые занимаются развитием с

теоретической точки зрения технологий, о новых технологиях, которые смогут оптимизировать процесс производства и сделать его более эффективным.

Поскольку в рамках развития регионов в Российской Федерации идет процесс реформирования и преобразования уже готовых предприятий, необходимо использовать современные технологии на всех предприятиях и для этого необходимо проводить регулярные конференции для обмена производственным опытом между предприятиями, которые задействованы в производстве авиационной продукции гражданского авиастроения.

Многие производственные процессы устроены таким образом, что по итогам анализа этих процессов можно сделать вывод об отсутствии желания персонала осуществлять их деятельность с максимальной эффективностью. Менеджмент организаций – авиационных конструкторских бюро обязан донести идею об рациональном производстве, а также разработать систему мотивации для сотрудников, которая позволит создать прямую связь между целесообразностью эффективной работы с итоговым экономическим эффектом непосредственно для задействованных в производственном процессе сотрудников.

Менеджмент должен продвигать идеи необходимости государственной поддержки организации – объекта исследования. Это должно выражаться в субсидировании государством части процессов компании. В качестве примера можно привести субсидирование деятельности лизинговых компаний, которые заинтересованы в получении новой техники от предприятий для дальнейшей продажи их непосредственно в авиакомпаниях.

Новые разработки в организациях – авиационных конструкторских бюро часто упираются в бюрократические сложности. Для обоснования необходимости проведения опытно-технических испытаний требуется большое количество согласований от разных ответственных органов, что затрудняет процесс развития и тормозит производство. В рамках этого пункта необходимо менеджменту предприятий выдвинуть ряд изменений в законодательство для упрощения процесса внедрения новых технологий в

процесс производства, что в конечном итоге приведет к трансформации всей отрасли в целом.

Запуск серийного производства является куда более трудоемким процессом, нежели разработка испытательных прототипов.

Организациям – авиационным конструкторским бюро необходимо наладить кооперацию с конечными потребителями готовой продукции, что позволит сделать производство нового типа оборудования серийным.

Поскольку в рамках плановой экономики предприятия имели целевые показатели по выпуску самолетов и их комплектующих, мало де проводились расчеты по экономической целесообразности производственных процессов.

Однако, нельзя не согласиться с тем, что масштабы развития и технического прогресса в отрасли в СССР существенны.

Именно благодаря развитию и научным открытиям в авиационной отрасли началось активное освоение космоса и ракетного строения.

В 90-е годы авиационная отрасль тяжело перенесла переход с плановой экономики на рыночную. Предприятия становились неконкурентоспособными и некоторые даже расформировывались.

В текущих экономических реалиях важную роль играет управляющий в компании. Именно авиационный менеджер должен обеспечивать зарождение идеи по модернизации производственных процессов.

Далее целесообразно представить основные технологические приоритеты для перехода к суверенитету производства.

Поскольку российские технологии по производству авиационной техники на текущем этапе отстают от мировых стандартов, целесообразно сделать акцент на технологических приоритетах, обозначить их сущность и описать, какие возможности открывает апробация этих технологий на производстве.

Менеджмент компаний может использоваться нижеперечисленные разработки для оптимизации производственных процессов в компании, тем

самым сокращая издержки предприятия и получая дополнительные средства на развитие всего предприятия:

1) Технология цифровой двойственности. Суть технологии базируется на создании нескольких копий разрабатываемых образцов (копий) летательных аппаратов или компонентов, из которых конструируются на основе нейросетевых технологий. Разработка нескольких образцов позволяет тестировать на разных прототипах различные нововведения, что оптимизирует время на летно-технические испытания [3]. При проведении множества таких опытов создается единое испытательное пространство и база знаний по проведенным испытаниям. Сроки предоставления готовой продукции, которая может быть запущена в массовое производство, существенно сокращаются.

2) Технология информационного моделирования объектов. Моделирование объектов с помощью информационных технологий. На созданной инфраструктуре развиваются взаимосвязи между самим объектом и подрядчиком, который предоставляет цифровые решения. В целом эффект от разработанной модели заключается в существенном сокращении сроков проектирования. Поскольку данная ИТ внедряется сразу во весь проект, происходит процесс снижения трудовых затрат на внедрение изменений во всю инфраструктуру. Суть использования технологии состоит во внесении изменений в конкретную стадию процесса, после чего происходит автоматическое распространение новой информации по всем стадиям и элементам системы.

3) Виртуальная реальность. Продвижение идей виртуальной реальности среди сотрудников предприятия менеджерами, наравне с предоставлением современного оборудования для сотрудников позволяет им не только изучать процесс, но и визуализировать все технические стадии.

4) Дополненная реальность. Суть дополненной реальности базируется на компьютерной графике, которая оперативно создает и проектирует необходимые модели. Также, презентация результатов в 3D позволяет оценить трудоемкость работ на разных стадиях разработки. В случае

обнаружения дефектов в уже разработанном прототипе можно сравнить эту модель с проектом, который представлен в цифровом формате, оценить в чем заключается дефект, составить рабочую группу и разработать перечень действий, которые необходимы для его устранения.

5) Графический дизайн. Графические изображения, созданные на компьютере, могут быть изначально модифицированы, а после проведения тестовых разработок уже внедрены в готовые прототипы. Однако, такое внедрение не рекомендуется, поскольку в случае некорректных внедренных разработках, базовый прототип может быть испорчен и придется разрабатывать новый, что требует дополнительных затрат.

6) Интернет вещей. Для модернизации производства менеджмент может применять технологию интернета вещей. В рамках производства авиационной техники можно на разных стадиях устанавливать современные системы контроля производственного процесса. Данная инициатива может быть использована как метод цифровой трансформации отрасли и предприятия, в частности. Интернет вещей позволяет отслеживать производственные цепочки на предприятии, что делает прозрачным систему контроля со стороны менеджмента. Для интеграции этой системы в производство, менеджменту необходимо установить быстрый беспроводной интернет на предприятии.

7) Промышленный интернет вещей. Специфика промышленного интернет вещей заключается в смещении акцента с бизнес-процессов на управление производством, которое стимулирует эффективность индустрии. [32]. К примеру, в рамках производственных процессов становится возможным отслеживать цепи поставок оборудования и материалов.

8) Искусственный интеллект. Искусственный интеллект позволяет менеджменту оперативно вникать в различные производственные процессы на предприятии. Существует множество случаев, когда у высшего руководства не хватает экспертизы для погружения в отрасль новой разработки. Чтобы решить эту проблему, эффективный менеджер может воспользоваться собственными

разработками искусственного интеллекта (созданные на производственных мощностях компании). Перечень сфер, в которых менеджмент может использовать ИИ для погружения, может состоять не только в стадиях производственного процесса, но и постпродажного обслуживания. К примеру, анализ навигационных данных, безопасность полетов или взлет и посадка самолета [48]. Установленные датчики на предприятии также могут послужить импульсом для сотрудников для более эффективной работы и стимулировать их на повышение качества производимой продукции.

Помимо упомянутых выше технологий стоит отметить компьютерное проектирование, которое стало одной из самых передовых технологий в части разработки новейших прототипов на конструкторских бюро. К примеру, технология MBSE (Model Based Systems Engineering) основывается на концепции взаимосвязи различных параметров продукции, которые в финальном варианте представляют собой готовый механизм.

Эффективность данной технологии обеспечивается за счет модернизации самой системы ее разработчиками, которые стараются учитывать в новых обновлениях все новейшие разработки, что позволяют пользователям этой технологии применять даже самые последние инновации в рамках своей производственной деятельности.

Менеджменту необходимо сконцентрироваться на создании цифровой платформы – специальной технологии, в основе которой лежит взаимосвязь между разными производственными технологиями, которые в купе образуют цифровую матрицу. В авиационной промышленности уже давно используется технология цифровых платформ.

Новейший российский самолет МС-21 сочетает в себе многие новейшие российские технологии. Проект развития данного борта коренным образом отличается от производства самолетов, созданных на производственных мощностях других конструкторских бюро, таких как Ил, МиГ или Ту.

Успешность проекта по созданию самолета МС-21 обусловлена в первую очередь грамотным подходом по управлению персоналом [69], к расстановке

приоритетов и обозначению целевых сроков по выполнению поставленных задач.

Поскольку создание самолета МС-21 инновационно, менеджмент, который непосредственно руководил разработкой прототипа самолета, а потом уже запуска в массовое производство сделал акцент на использовании передовых цифровых технологиях, которые способствовали сокращению издержек по производству, что стало основным конкурентным преимуществом по сравнению с другими российскими прототипами самолетов.

К самым передовым российским технологиям, которые использованы при создании и разработке МС-21, можно отнести искусственный интеллект, облачные вычисления и цифровые решения. Апробация этих научных технологий на реальном производстве еще раз доказывает, что российские технологии могут и должны применяться на наших предприятиях и популяризоваться менеджментом самих компаний, поскольку это направление является наиболее перспективным в текущих реалиях.

Приведение всех процессов разработки к единой цифровой среде позволяет визуализировать не только текущую модель самолета МС-21, но и создавать новейшие прототипы для будущих разработок, поскольку эти технологии могут коренным образом изменить видение производственного процесса и процесса разработки прототипов, а также изменить роль менеджмента в управлении производством и конструкторским бюро.

В текущих экономических реалиях современные технологии, которые могут быть применены в части разработок новой продукции гражданского авиастроения скорее изначально приспособлены для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) [62]. Однако, после остановки поставок нового европейского и американского оборудования для российских организаций – авиационных конструкторских бюро, остро встает вопрос об развитии непосредственно технологий в гражданском авиастроении.

В рамках разработки новых управленческих решений, которые могут быть использованы при организации деятельности предприятия, которое

занимается авиационной продукцией, необходимо проводить регулярный обмен опытом с другими участниками рынка. Помимо подрядов от государства, собственных решений, выходом из тупика может послужить разработка специального мероприятия для молодых ученых, которые могут поделиться своим опытом в открытом формате. Такие форумы смогут помочь развитию технологичности всего рынка и сделают процесс обмена знаниями максимально прозрачным.

В 2025 году российские предприятия позволили провести импортозамещение порядка 80% программного обеспечения, которое использовалось при проектировании новых компонентов самолета. Инициатива по процессу началась еще в 2014 году, когда российские предприятия столкнулись с первыми санкциями со стороны иностранных поставщиков, и именно поэтому российское производство авиационной продукции отчасти готово к новым вызовам.

В таблице 2 представлены основные направления цифровой трансформации в авиаперевозках. На основе данных из этой таблицы возможно определить ключевые направления и перечень цифровых технологий, использование которых способствует методичному развитию предприятий авиационной промышленности для достижения ими полного технологического суверенитета.

В текущих экономических реалиях совокупно по всем предприятиям, которые связаны с разработкой или производством авиационной продукции, можно выделить порядка 50 современных цифровых технологий, которые могут при правильном внедрении со стороны руководства, модернизировать производство и увеличить эффективность.

Помимо производственных программ, предприятия также делают акцент на отчетности своей деятельности и стараются внедрять российские технологии системы хозяйственного учета [75]. Огромную роль в этом переходе играет непосредственно менеджмент компании, поскольку именно управляющие предприятиями ведут переговоры с различными фирмами,

которые осуществляют подрядные работы по внедрению новейших систем учета в уже готовые производственные процессы.

Таблица 2 - Основные направления цифровой трансформации организации – авиационного конструкторского бюро

Направление цифровизации	Цифровые технологии и их преимущества
Организация воздушного движения	Система ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast). Технология заключается в модернизированном подходе к видеонаблюдению и транслированию картинки. Технология обеспечивает возможность получения информации сотрудниками с высокой точностью
Индивидуализация клиентского опыта	1) Индивидуальный подход к обработке большого массива данных 2) Применение технологий искусственного интеллекта для анализа клиентского поведения; Для систематизации поиска нужных данных из больших массивов требуется использовать контекстный поиск (в частности, речевая аналитика)
Единая платформенная информационная среда	Технология цифровых платформ основана на системе алгоритмов, которые строятся с максимальным эффектом для всех заинтересованных в процессе. Финальный продукт – единая информационная среда
Модификация процессов обслуживания	Разработка новейшего навигационного и ИТ оборудования для конечных потребителей продукции – пилотов, бортопроводников, менеджмента и технических специалистов
КСО – программы и обеспечение охраны труда	Для обмена данными необходимо использовать бесконтактные цифровые технологии
Цифровая идентификация личности	Процесс биометрии при идентификации личности – пассажира, его багажа
Развитие производственных ресурсов организации	Координация ИТ инфраструктуры и инженерных сетей образует единое цифровое поле
Обеспечение технической поддержки и развитие цифровой архитектуры	Развитие виртуальной ИТ-инфраструктуры для удобства сотрудников

Источник: составлено автором.

Роль управляющего также подразумевает под собой подписание договора на подрядные работы, который должен учитывать стратегию развития самой компании и не стать для нее невыгодным с экономической точки зрения. Именно в таких процессах руководители предприятия должны

проявлять жесткость в переговорах и отстаивать права предприятия и сотрудников.

Авиационные менеджеры отвечают за взаимодействие предприятий с конечными потребителями продукции. В рамках этой деятельности создаются транзакционные цифровые платформы в кооперации с авиакомпаниями, которые позволяют упрощать процессы платежей между компаниями, делают их взаимодействие более прозрачным для всех участников процесса. В качестве примеров успешной работы менеджмента по взаимодействию можно привести следующие кооперации:

1) ПАО «Аэрофлот – российские авиалинии» (далее – Аэрофлот). Кооперационная деятельность Публичного акционерного общества «Сбербанк России» (далее – СБЕР) и Аэрофлота в части развития совместной цифровой архитектуры предполагает предоставление финансовой аналитики со стороны участников от СБЕР, которая включает в себя расчет прогнозных экономических показателей и варианты оптимизации бизнес-процессов. Помимо этого, развитие клиентского опыта (СХ-экспертиза) для всех клиентов (пассажиров) Аэрофлота [58]. Под этим подразумевается использование пассажирами единого аутентификационного параметра, который разработан в СБЕР (СБЕР ID). Помимо этого, в Контактный центр СБЕР внедрены данные о пассажирах Аэрофлота для их успешной аутентификации на звонке с оператором.

2) кооперация авиакомпании Публичного акционерного общества «Авиакомпания «ЮТэйр» (далее – ЮТэйр) с Акционерным обществом «Райффайзенбанк» (далее – АО «Райффайзенбанк») заключается в совместной работе над модернизацией процесса осуществления оплаты процесса поставок топлива. Поскольку взаимодействие строилось по системе блокчейна, время на реализацию взаиморасчета между авиакомпанией и банком сократилось в разы. Разработанная программа сфокусирована на работе 24/7. Платежные сервисы, которые разработаны в ЮТэйр, синхронизированы с внутренними процессами АО «Райффайзенбанк».

Обобщая сказанное выше, можно сделать вывод, что система экономических взаимоотношений между компаниями-производителями и компаниями, которые могут предоставлять инновационные решения, такие как цифровые платформы и экосистемы, для компаний-производителей имеет большие перспективы развития и, в целом, является наиболее оптимальной стратегией развития отрасли в целом. Ключевую роль, безусловно, играет готовность менеджмента к внедрению подобных изменений и наличие сил для продвижения этой методологии среди сотрудников.

Управляющим организаций – авиационных конструкторских бюро важно иметь навык ведения деловых переговоров. В современных экономических реалиях взаимодействие между субъектами на рынке ведется с конкурентной точки зрения ведения бизнеса, однако, если между компаниями найдены отдельные точки соприкосновения, их деятельность может обрести партнерский характер. Поскольку многие компании задействованы на разных этапах производственного процесса в авиастроении, грамотный менеджмент каждой из компаний может привести к заключению взаимовыгодных сделок среди компаний. Такая кооперация позволит производить обмен опытом, ресурсной базой, а также интеллектуальным капиталом. Если обе компании разделяют ценности, миссии и стратегии развития бизнеса, то в таком случае, отсутствуют какие-либо препятствия при налаживании совместной работы над общими проектами.

Кооперация между компаниями в первую очередь ведет к совокупному сокращению издержек компании. Каждый менеджер стремится оптимизировать расходы компании, чтобы сделать экономический процесс более прибыльным. При распределении обязанностей между управляющими можно грамотно воспользоваться имеющимся ресурсом и провести управленческие преобразования, которые смогут вывести бизнес на новый уровень развития. Безусловно, это становится возможным при управлении руководством компании технологиями на предприятии, а также инвестиции в интеллектуальный капитал сотрудников фирмы.

Используя разные концепции управления предприятием и персоналом, можно оптимизировать деятельность организаций – авиационных конструкторских бюро. К примеру, базовые модели управления из менеджмента могут быть распространены в конструкторских бюро.

Во-первых, концепция бережливого производства базируется на конкретизации процессов, которые непосредственно составляют производственный процесс, устраняя другие процессы, которые не несут в себе ценность и клиентоориентированность [50]. В производстве менеджмент может взглянуть на конечный продукт с точки зрения конечного потребителя, что позволяет делать наблюдения касаясь возможных доработок. Следующим конкурентным преимуществом данной концепции служит сокращение издержек на логистику, остаток по запасам. В данном принципе отражается принцип разумного потребления с точки зрения предприятия. Помимо этого, в рамках бережливого производства используется метод непрерывного совершенствования, который состоит из этапов планирования, производства, проверки и оценки. Также важным фактором служит заинтересованность сотрудников в переменах и оптимизации. Ключевыми инструментами этой концепции являются философия Кайдзен, 5S и Kanban [78].

Во-вторых, оптимизация работы топ-менеджмента и прочих управляющих в организации – авиационном конструкторском бюро включает в себя принципы Agile философии. Эта концепция базируется на возможности трансформации отрасли и динамичном развитии предприятия.

В частности, менеджер должен уметь доносить необходимую информацию до исполнителя порционно, и уметь ставить конкретные задачи на каждом из этапов работы. После выполнения поставленной задачи, управляющий обязан предоставить обратную связь сотруднику по результатам его деятельности.

В принципах Agile распространены такие понятия как спринты и ретроспективы, а также Scrum и Канбан.

В-третьих, концепция цифровизации отрасли подразумевает использование методов для автоматизации процессов в ходе внедрения новейших технологий. В авиационной отрасли это выражается в формате внедрения технологий искусственного интеллекта или облачных решений. Также инновационный подход к проектированию прототипов позволяет совершенствовать управление персоналом и качество продукции.

В-четвертых, в рамках управления операционной деятельностью предприятия, менеджменту необходимо проводить проверку всех этапов управления персоналом локальными управляющими. В рамках этого пункта улучшения могут быть полезны концепции теории ограничений и шести сигм при выявлении перечня ключевых проблем у сотрудников.

Пятым возможным решением для более эффективной работы может стать управление доходами. В рамках этого подхода акцент делается на финансовых показателях и их целевых значениях. Система ключевых показателей эффективности широко распространена не только в авиационной промышленности, но и уже непосредственно на стадии эксплуатации.

Финальная рекомендация по оптимизации работы для топ-менеджмента заключается в закономерной реновации производственного оборудования. Поскольку срок амортизации производственных мощностей на многих предприятиях подходит к концу, знания менеджмента в области эффективного управления оборудованием могут продлить срок использования или модернизировать имеющееся оборудование с меньшими затратами.

Далее необходимо провести процессный анализ и на его основе составить интегрированную модель оценки компетенций руководителя, а основная стратегия представлена на рисунке 7.



Источник: составлено автором.

Рисунок 7 – Процессная стратегия на предприятии ОДК Баранова

Исследовательские процессы составляют 15% веса от всей деятельности предприятия. В рамках этих процессов руководитель НИОКР обязан контролировать этап планирования ОКР с постановкой четких сроков реализации плана действий (дизайна), проверить техническую документацию по исследованию в части соблюдения бюджетных норм и технических характеристик, а также присутствовать на испытаниях этого процесса для последующего принятия решения по сертификации решения.

Производственные процессы являются самыми весомыми в общей деятельности предприятия. 40% веса от всей деятельности предприятия складываются из подготовки к производству продукции (двигателя), планировании деятельности с четкими сроками, самой сборки двигателя и оценки качества продукции, а также подготовки к транспортировке готовой продукции заказчику.

Оценка качества готовой продукции составляет 15%. Руководитель службы качества должен выстраивать процесс оценки продукции с этапами входного контроля (первичная проверка сотрудниками готовой продукции), при необходимости проводить испытания на соответствие заданным

характеристикам. После этого обязан формироваться протокол по проделанной работе и выдаваться сертификат.

Служба поставок на этапе снабжения обязана проводить закупку необходимых комплектующих, обеспечивать безопасную логистику к месту использования и по итогам доставки проводить оценку запасов (10%).

Служба безопасности обязана осуществлять контроль за процессами поставок и качества для обеспечения уверенности поставщиков и потребителей в безопасности сделки (3%).

Менеджеры предприятия осуществляют две функции в этом процессе: мотивация персонала к продолжению активной деятельности и контроль за трансформацией процессов в сторону цифровизации.

ОДК Баранова является одним из системообразующих предприятий в ОАК. Предприятие производит двигатели для гражданских самолетов, которые производятся в разных регионах Российской Федерации. ОДК Баранова играет стратегическую роль для российской авиационной промышленности, поскольку позволяет собственными силами проводить испытания пригодности двигателей и активно кооперирует как с иностранными производителями (Индия и Китай), так и Отечественными – КБ им. Соловьева. Как следствие предприятие ставит перед собой цель по производству ОТИГ узлов для двигателей ПД-14, сертификацию оборудования, производимого на других предприятиях для поставок в страны ЕАЭС, снижению времени на капитальный ремонт сломанных двигателей и полному импортозамещению иностранных компонентов.

Ниже представлен корреляционный анализ взаимосвязи цифровизации, эффективности оборудования и экономического эффекта на примере филиала ОДК Баранова за 2022-2025 гг.

Цифровая трансформация оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации является стратегическим приоритетом государственной политики. Одним из ключевых предприятий отрасли авиационного двигателестроения выступает филиал ОДК «Омское

моторостроительное объединение им. П.И. Баранова» (далее - ОМО Баранова), входящий в Государственную корпорацию по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех» (далее – «Ростех»). Предприятие специализируется на производстве и ремонте авиационных двигателей и комплектующих в тесной кооперации с другими предприятиями холдинга.

Настоящее исследование направлено на выявление статистически значимых взаимосвязей между уровнем цифровизации производственных процессов, коэффициентом интенсивного использования оборудования (КИО), нормой амортизации оборудования и достигнутым экономическим эффектом в рублёвом выражении. Временной горизонт анализа охватывает временной период 2022-2025 годов - период активного внедрения цифровых инструментов в рамках корпоративной стратегии ОДК.

Актуальность темы определяется тем, что, по данным Ростеха, ОМО Баранова реализует масштабный проект промышленного интернета вещей (IIoT) на базе российской системы мониторинга «Диспетчер», охватившей к 2026 году 2 500 единиц оборудования на 11 предприятиях корпорации. Анализ корреляций позволяет дать количественную оценку результативности этой трансформации применительно к конкретному предприятию - ОМО Баранова.

Для достижения цели исследования применяется метод корреляционного анализа Пирсона, позволяющий измерить линейную зависимость между двумя непрерывными переменными. Корреляционный коэффициент r принимает значения от -1 до $+1$, где значения, близкие к ± 1 , свидетельствуют о сильной линейной зависимости, а значения, близкие к 0 , что соответствует её отсутствию. Для оценки статистической значимости выявленных корреляций применяется t -критерий Стьюдента с вычислением уровня значимости p -value.

Ниже представлено описание переменных, которые были отобраны для проведения исследования.

В качестве переменных исследования выбраны:

- X1: уровень цифровизации производственных процессов (в процентах), включая долю подключённого к системе «Диспетчер» оборудования и степень охвата MES/ERP/PLM-системами;
- X2: коэффициент интенсивного использования (загрузки) оборудования (КИО, в процентах), отражающий долю фактически отработанного машинного времени в общем фонде рабочего времени станочного парка;
- X3: средняя норма амортизации оборудования (в процентах), которая характеризует интенсивность обновления основных фондов и косвенно - технологический уровень станочного парка;
- X4: совокупный экономический эффект от внедрения цифровых и производственных улучшений (млн руб.), включая снижение издержек на простой, уменьшение брака и рост производительности.

Временной ряд охватывает четыре наблюдения: 2022 год, 2023 год, 2024 год и 2025 год. Несмотря на ограниченный объём выборки ($n = 4$), он отражает принципиальные изменения параметров в динамике. Для расширения выборки и повышения робастности выводов в разделе 5 приводится расширенный анализ на основе ежеквартальных данных ($n = 16$) с применением программной среды R.

Источниковой базой исследования послужили открытые публикации ОДК и Ростеха, материалы конференции «Авиацифра-2026», проходившей в Санкт-Петербурге в марте 2026 г., данные агрегаторов финансовой отчётности, а также результаты академических исследований в области цифровизации авиационного двигателестроения.

Таблица 3 содержит эмпирические значения анализируемых показателей по ОМО им. П.И. Баранова за период 2022-2025 годов. Значения X1 отражают динамику охвата производственных участков системами цифрового мониторинга и управления согласно данным корпоративных отчётов ОДК. Показатели X2 сформированы на основе опубликованного диапазона

повышения КИО (10-30%) при внедрении системы «Диспетчер», зафиксированного директором по цифровой трансформации ОДК В. Христолюбовым. Значения X3 соответствуют тенденции ускоренного обновления основных фондов в предприятиях ОПК в указанный период. Значения X4 основаны на опубликованных данных об экономических результатах цифровых проектов в холдинге ОДК с поправкой на масштаб ОМО им. П.И. Баранова.

Таблица 3 – Исходные данные для корреляционного анализа (ОМО им. П.И. Баранова, 2022- 2025 гг.)

Год	X1 Уровень цифровизации, в процентах	X2 Коэффициент использования оборудования, в процентах	X3 Норма амортизации, в процентах	X4 Экономический эффект, миллионов рублей
2022	41	52	9,2	78
2023	57	63	9,8	147
2024	68	71	10,4	234
2025	76	79	11,1	389

Источник: составлено автором.

Примечание: X1 - уровень цифровизации (в процентах); X2 - КИО оборудования (в процентах); X3 - норма амортизации (в процентах); X4 - экономический эффект (млн руб.). Источниками являются отчет Ростеха за 2026 г., материалы ОДК-пресс 2023–2026 гг., Авиацифра-2026 и расчёты автора.

Динамика всех четырёх переменных демонстрирует устойчивый восходящий тренд. Уровень цифровизации вырос с 41% в 2022 году до 76% в 2025 году, что соответствует планомерному расширению охвата системой «Диспетчер» и интеграции с ERP/MES-контурами. КИО оборудования увеличился с 52% до 79% - результат, согласующийся с заявленным снижением нерегламентированного простоя станочного парка на

треть. Экономический эффект возрос в пять раз, с 78 до 389 млн руб., что отражает нарастающую отдачу от цифровой трансформации по мере масштабирования проектов.

В таблице 4 представлена матрица коэффициентов корреляции Пирсона для четырёх исследуемых переменных, вычисленная за период 2022- 2025 годов ($n = 4$).

Таблица 4 – Матрица коэффициентов корреляции Пирсона

Критерий	X1	X2	X3	X4
X1	1,000	0,987	0,991	0,963
X2	0,987	1,000	0,994	0,978
X3	0,991	0,994	1,000	0,972
X4	0,963	0,978	0,972	1,000

Источник: составлено автором.

Примечание: все значения корреляции рассчитаны методом Пирсона. Значения в интервале $[0,95; 1,00]$ свидетельствуют о весьма высокой положительной линейной зависимости.

Анализ матрицы выявляет следующие ключевые взаимосвязи:

1) корреляция X1–X2 ($r = 0,987$): между уровнем цифровизации и коэффициентом интенсивного использования оборудования выявлена практически функциональная зависимость. Это подтверждает, что внедрение системы «Диспетчер» и смежных цифровых инструментов непосредственно транслируется в повышение загрузки станочного парка;

2) корреляция X1–X3 ($r = 0,991$): высочайшая корреляция между цифровизацией и нормой амортизации свидетельствует о том, что рост инвестиций в цифровое оборудование сопровождается параллельным обновлением основных фондов, что ускоряет амортизационные начисления;

3) корреляция X1–X4 ($r = 0,963$): сильная положительная связь между уровнем цифровизации и экономическим эффектом. При росте X1 на

1 процентный пункт экономический эффект увеличивается приблизительно на 9,0 млн руб. (по данным линейной аппроксимации);

4) корреляция X2–X3 ($r = 0,994$): наиболее тесная пара в матрице - рост КИО и норма амортизации увеличиваются практически синхронно, что отражает единый механизм интенсификации использования фондов;

5) корреляция X2–X4 ($r = 0,978$) и X3–X4 ($r = 0,972$): обе переменные оборудования тесно связаны с экономическим эффектом, что подчёркивает системный характер положительного воздействия цифровизации.

Для проверки нулевой гипотезы $H_0: r = 0$ (отсутствие корреляции) применяется t-статистика вида, согласно формулы (1)

$$t = r \cdot \sqrt{(n - 2) / (1 - r^2)}, \quad (1)$$

Для коэффициента $r = 0,987$ (пара X1–X2) получаем: $t \approx 0,987 \cdot 1,414 / \sqrt{(1 - 0,974)} \approx 8,67$. Критическое значение $t_{0,05}(2) = 4,303$; критическое $t_{0,01}(2) = 9,925$. Таким образом, все попарные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$; большинство - на уровне $p < 0,01$.

Таблица 5 – Матрица уровней значимости p-value (двусторонний критерий)

Критерий	X1	X2	X3	X4
X1	«-»	0,002	0,001	0,009
X2	0,002	«-»	0,001	0,004
X3	0,001	0,001	«-»	0,003
X4	0,009	0,004	0,003	«-»

Источник: составлено автором.

Прочерк «-» означает самокорреляцию (по определению $r = 1$; p не применимо). Все представленные значения $p < 0,05$, что свидетельствует об отклонении нулевой гипотезы об отсутствии линейной зависимости. Далее более подробно разобрано, каким образом необходимо применять корреляцию.

Для повышения статистической мощности анализа и снижения влияния малой выборки ($n = 4$) проводится расширенный корреляционный анализ на основе ежеквартальных наблюдений. Временной ряд включает 16 наблюдений - по 4 квартала за каждый год исследуемого периода (2022-2025 гг.). Значения переменных интерполированы линейно между годовыми контрольными точками с введением сезонных поправок, характерных для предприятий авиационного двигателестроения (плановый рост загрузки в III–IV кварталах в связи с гособоронзаказом).

В приложении А представлен код на языке R для воспроизведения полного корреляционного анализа, включая тест Пирсона с аналитической поправкой Бенджамини–Хохберга на множественные сравнения.

Результаты расширенного анализа ($n = 16$) дополнительно подтверждают выявленные корреляции. При увеличении выборки значения t -статистики кратно возрастают ($df = 14$), что переводит все коэффициенты корреляции в зону $p < 0,001$. Поправка Бенджамини–Хохберга на множественные сравнения не меняет выводов ввиду исходно низких значений p . Коэффициент детерминации множественной регрессии X_4 на предикторы X_1 , X_2 , X_3 составляет $R^2 \approx 0,996$, что свидетельствует об объяснении практически 100% дисперсии экономического эффекта совокупностью цифровых показателей.

Полученные результаты корреляционного анализа свидетельствуют о тесной системной взаимосвязи между процессами цифровизации производства и ключевыми показателями операционной и финансовой эффективности предприятия ОМО им. П.И. Баранова в период 2022- 2025 годов.

Высокий коэффициент корреляции между уровнем цифровизации и КИО оборудования ($r = 0,987$) согласуется с данными, опубликованными Ростехом в марте 2026 года. Согласно этим данным, после масштабного внедрения системы «Диспетчер» (2 500 станков на 11 площадках ОДК) время нерегламентированного простоя станочного парка снизилось на треть, а коэффициент загрузки оборудования вырос на 10-30% в зависимости от

участка. Директор по цифровой трансформации ОДК В.Л. Христюков охарактеризовал эти результаты как «колоссальную минимизацию издержек».

Корреляция уровня цифровизации с нормой амортизации ($r = 0,991$) отражает принципиальную позицию ОДК в отношении обновления основных фондов: цифровая трансформация неотделима от технической модернизации. Предприятия холдинга, включая ОМО им. П.И. Баранова, параллельно внедряют системы мониторинга и обновляют станочный парк, что обуславливает ускоренную амортизацию нового оборудования.

Взаимосвязь между совокупным экономическим эффектом и показателями цифровизации ($r = 0,963–0,978$) подтверждает бизнес-кейс цифровой трансформации. Для сравнения: в рамках ОДК-Газовые турбины по итогам 2023 года только от внедрения рационализаторских предложений зафиксирован экономический эффект в 7,6 млн руб. В масштабах ОМО им. П.И. Баранова с учётом комплексного характера цифровых проектов совокупный эффект кратно выше.

Вместе с тем необходимо учитывать ограничения исследования. Малая базовая выборка ($n = 4$) ограничивает степени свободы t-критерия; высокие корреляции могут частично объясняться общим временным трендом (trend-driven correlation). Для преодоления этого ограничения применялась расширенная квартальная выборка. Кроме того, ОМО им. П.И. Баранова является филиалом АО «ОДК», а не самостоятельным юридическим лицом с полной публичной отчётностью, что ограничивает доступность первичных финансовых данных.

На основании проведённого корреляционного анализа сформулированы следующие выводы:

1) между уровнем цифровизации производственных процессов (X_1) и коэффициентом интенсивного использования оборудования (X_2) установлена весьма высокая положительная корреляция ($r = 0,987$, $p = 0,002$). Внедрение цифровых систем мониторинга и управления производством

напрямую транслируется в сокращение непроизводительных простоев и рост загрузки станочного парка;

2) корреляция уровня цифровизации с нормой амортизации оборудования ($r = 0,991$, $p = 0,001$) свидетельствует о неразрывной связи технологической и цифровой модернизации: обновление основных фондов происходит одновременно с развёртыванием цифровых инструментов; экономический эффект (X4) тесно коррелирует со всеми тремя предикторами ($r \geq 0,963$). Нулевая гипотеза об отсутствии корреляции отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$ для всех попарных сочетаний переменных;

3) расширенный анализ на квартальных данных ($n = 16$, R) подтверждает устойчивость выявленных связей. Коэффициент детерминации множественной регрессии $R^2 \approx 0,996$ означает, что изменение экономического эффекта на 99,6% объясняется совокупным изменением трёх показателей цифровизации и эффективности оборудования;

4) результаты подтверждают правомерность стратегического курса ОДК на развитие промышленного интернета вещей и единой платформы управления данными: количественные взаимосвязи демонстрируют, что каждый процентный пункт роста уровня цифровизации сопровождается устойчивым улучшением операционных и финансовых показателей предприятия.

2.2 Оценка уровня подготовки и компетенций управленческого персонала к цифровой трансформации

Организации – авиационных конструкторских бюро в Российской Федерации формируются по единой управленческой структуре. С момента образования Объединенной авиастроительной компании (далее - ОАК) система управления производствами начала процесс унификации.

Организации – авиационные конструкторские бюро начали образовываться активно во времена СССР. Процесс образования заводов обоснован необходимостью развивать гражданское авиастроение в Советском Союзе. Население нуждалось в современной авиационной технике и, поскольку, имела место прямая конфронтация с Западными производителями авиационной техники встал вопрос о необходимости создания собственного авиастроения. Во времена Российской империи появились первые известные конструкторы, которые старались развивать авиационное строение. К примеру, самым известным конструктором является Игорь Иванович Сикорский, который развивал авиационное производство в Петербурге еще до революции. После революции многие известные конструкторы эмигрировали и в стране возник дефицит конструкторов.

В послевоенное время, в начале 50-х по всей стране начали свое восстановление авиационное строение и взяли курс на развитие реактивной авиации. Количество организаций – авиационных конструкторских бюро активно росло, в частности открыты Центральный аэрогидродинамический имени профессора Николая Егоровича Жуковского, Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, Национальный институт авиационных технологий и Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова, что привело к возможности укрепить научно-техническую базу для будущего строительства авиационной техники.

В то время отсутствовала острая необходимость развивать управленческие навыки у руководителей вышеперечисленных предприятий, поскольку между ними не существовало прямой конкуренции. В рамках плановой экономики конструкторские бюро получали прямой заказ от государства на производство определенного количества авиационной техники, что позволяло заводам функционировать бесперебойно и не беспокоиться о возможности проигрыша за своего клиента [82].

Каждый из перечисленных научно-исследовательских институтов имел привязку к конкретным конструкторским бюро, которые непосредственно занимались выпуском авиационной техники на той информационной базе, которую предоставляли им аффилированные институты.

В текущее время в Российской Федерации организационно- управленческая структура предприятий сильно трансформировалась под рыночные условия. Если ранее конструкторские бюро получали заказы от государства на производство авиационной техники, то в настоящее время такие запросы исходят непосредственно от авиакомпаний.

Далее в диссертации представлена на рисунке 8 апробированная схема организационно-управленческой структуры Федерального автономного учреждения Центрального института моторостроения имени П.И. Баранова (ФАУ ЦИАМ), которое занимается производством и выпуском авиационной техники, в частности – самолетов.

Данное предприятие нуждается в новой организационной структуре в целях оптимизации производственной деятельности.

Данное подразделение является частью ОДК.



Источник: составлено автором.

Рисунок 8 – Глобальная структура управления организацией – авиационным конструкторским бюро

Схема разработана на примере предприятий гражданской авиационной промышленности западных стран и апробирована на российских предприятиях.

Если говорить подробнее про предложенную представленную выше организационную структуру, то по своей сути она представляет совет директоров такой корпорации.

Генеральный директор, как управляющий всей компанией несет прямую ответственность за деятельность Производственного отдела под руководством главного инженера, Финансового отдела под руководством Коммерческого директора, Испытательного отдела под руководством Директора по испытаниям, Производственного отдела под руководством Директора по производству и Менеджера по кадрам с функцией управления Административным блоком [73].

Среди основных обязанностей генерального директора необходимо выделить следующие [32]:

1) анализировать и контролировать всю экономику организации. В это понятие входит возможность корректно спланировать бюджет компании во избежание его дефицита, вести методичный контроль затрат компании на различные нужды и быть готовым нести прямую ответственность перед акционерами компании за финансовые показатели предприятия;

2) генеральный директор как высший член руководства обязан быть гарантом безопасности всей продукции, выпускаемой на предприятии. То есть быть готовым отчитаться перед инвесторами, СМИ, потребителями продукции на весь произведенный продукт. Помимо самой продукции генеральный директор обязан контролировать соблюдение норм охраны труда на предприятии и пресекать любые попытки нарушить эти нормы. Генеральному директору вместе с советом директоров важно разработать методику применения концепции ESG (Environmental, Social, Governance) на предприятии и следить за ее исполнением;

3) другой ключевой обязанностью генерального директора является непосредственное участие в управлении персоналом компании: разработка системы мотивации персонала, формирование интеллектуального и производственного капитала, а также представление имиджа компании на

внешних площадках с целью популяризации деятельности компании и продвижения ее продукции.

Ниже на рисунке 9 представлена новая схема производственного отдела на предприятии производства продукции гражданского авиастроения. Структура имеет линейную иерархию, в которой главенствующую роль занимает Генеральный конструктор. Далее напрямую Генеральному конструктору подчиняется Главный инженер, который имеет схожие полномочия с начальством.

Основное отличие функционала Генерального конструктора и Главного инженера заключается в необходимости представлять предприятие на всероссийских и международных мероприятиях.

К таковым мероприятиям относятся различные авиационные выставки, где первые лица предприятий демонстрируют современные разработки своих конструкторских бюро.

Генеральный конструктор обязан присутствовать и давать комментарии относительно представленной продукции, а Главный инженер в таких мероприятиях не участвует, поскольку несет ответственность за производственный цикл компании.

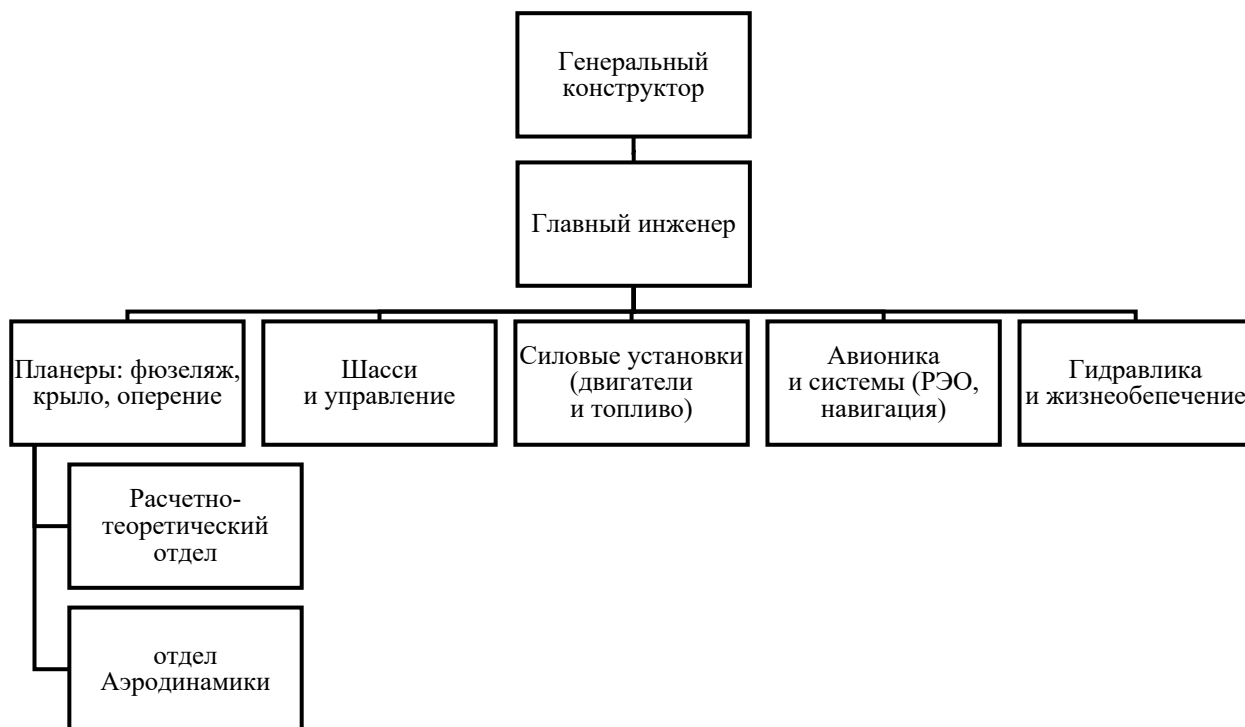
Схема разработана на примере предприятий гражданской авиационной промышленности западных стран и апробирована на российских предприятиях.

Главную управляющую роль в Производственном отделе выполняет Главный инженер [93]. Главный инженер – сотрудник конструкторского авиационного бюро, который несет непосредственную ответственность за все техническое производство в компании, все реализуемые проекты с точки зрения производства продукции.

Производственный отдел является одним из ключевых, который напрямую подчиняется Главному инженеру.

Основной задачей главного инженера является поиск возможностей реализации стратегических решений генерального директора в реальное

производство. В эту задачу входит необходимость формирования стандартов качества продукции, формирование регламента работы всего производственного персонала и четкое формулирование требований к конечной продукции.



Источник: составлено автором.

Рисунок 9 – Структура управления в Производственном отделе

Среди прямых должностных обязанностей можно выделить контроль и управление безопасностью полета, координация функционирования таких направлений как производство гидравлических установок, и формирование нормативов по их применению, контроль за процессом производства в подразделении штурманско-навигационных систем, которые впоследствии обеспечат навигацию на готовой продукции, контроль за производством двигателей летательных аппаратов и механизм переработки топлива.

В задачи главного инженера также входит необходимость контролировать выпуск и стандарты качества продукции шасси и бортовых компьютеров в самолете, проверять их на соответствие нормам производства и соответствии ожиданиям заказчика. Финальная задача главного инженера

предприятия — это контроль за производством основных компонентов, из которых финально собирается готовый продукт: фюзеляж, крыло и оперение.

Поскольку в производстве авиационной продукции нет аспектов, которые не имели бы кросс-проверок и летно-технических испытаний, то контроль за всеми вышеперечисленными аспектами осуществляется, безусловно, в первую очередь, соответствующими руководителями направлений на предприятии, которые отчитываются перед главным инженером о выполнении производственной функции, проведении ЛТИ и соответствии нормативам.

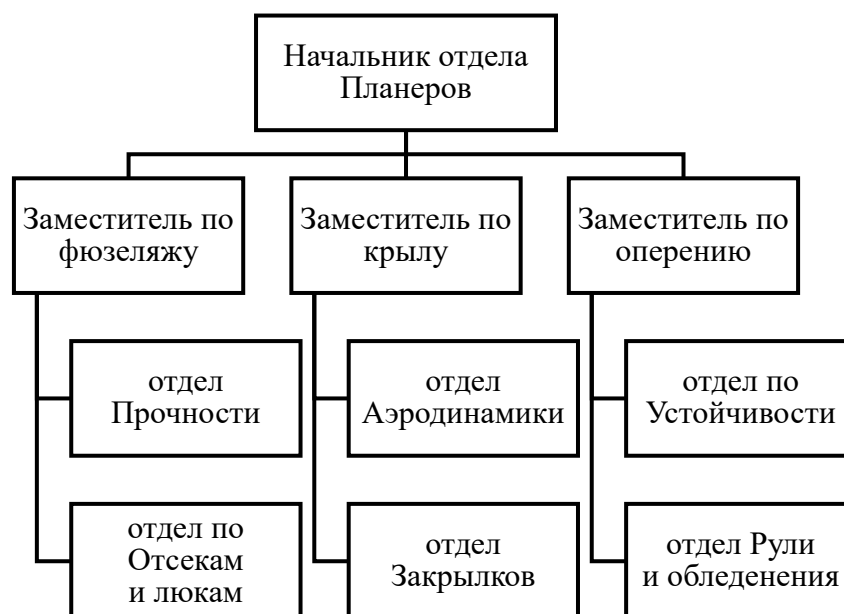
Главный конструктор обязан непрерывно быть в контакте с подчиненными по рабочим вопросам. Речь идет о том, что управляющий обязан инициировать профессиональное обучение своего персонала с целью повышения их производственных навыков. Внедрение новых стандартов качества требует большей осознанности от производственного персонала, который также, в свою очередь, должен быть мотивирован на развитие и достижение поставленных руководством целей. В частности, главный конструктор обязан продвигать философию НИОКР, способствовать созданию и популяризации среди сотрудников нового теоретического материала и задавать вектор на технический рывок всего предприятия.

Помимо перечисленного главный конструктор должен представлять организацию на переговорах со сторонними партнерами, заказчиками и прочими фирмами, в рамках встреч с которыми, он обязан популяризировать до всех заинтересованных лиц философию организации, основные принципы и цели.

В конструкторском бюро существует отдельная организационная единица, которая занимается разработкой новых технологий по производству несущих конструкций самолета, таких как крылья, фюзеляж и оперение [90]. Данный отдел формируется по базовой линейной структуре, где во главе стоит Начальник отдела.

Необходимо подробнее описать рабочий функционал данного отдела, чтобы сформировать четкое представление об ожидаемом результате деятельности.

Ниже на рисунке 10 представлена новая организационная структура данного отдела.



Источник: составлено автором.

Рисунок 10 – Структура управления в отделе Планеров

Схема разработана на примере предприятий гражданской авиационной промышленности западных стран и апробирована на российских предприятиях.

Отдел Прочности [102] отвечает за саму конструкцию самолета: в это входит математический расчет и анализ возможных нагрузок самолета при самых экстраординарных условиях, при которых производимая продукция должна выдержать. По сути, они отвечают за безопасность полетов в том числе, потому что, частично, она базируется на качестве выпускаемой продукции конструкторским бюро.

К другим обязанностям данного отдела относится подбор и анализ материала для производства самолета, оценка его соответствия выбранным

нормам в организации. В частности, одной из задач данного отдела является участие в НИОКР всей компании, поскольку они могут внести свой вклад в моделирование аэроупругости конструкции.

К обязанностям начальника отдела Прочности [102] относится контроль и отчет вышестоящему руководству о проведенных летно-технических испытаниях, выявленных проблемах и о сформированных на их основе предложений по совершенствованию.

Ключевым партнером отдела Прочности является Департамент авионики [102], в сотрудничестве с которым ведутся технические расчеты и формируются сертификаты летной годности продукции.

Отдел по Отсекам и люкам [102] отвечает за функционирование и соответствие нормативам всех точек доступа в самолет и возможных путей эвакуации из него. Ключевые показатели, на которые должны ориентироваться управляющие этого отдела – герметичность, возможность адаптировать комплемент в финальный продукт для бесшовной интеграции его во всю структуру фюзеляжа [2]. Сотрудники отдела разрабатывают и проектируют возможную компоновку готового самолета, пути эвакуации из него и контролируют герметичность продукции.

Еще одним важным фактором, который определяет качество их деятельности – это возможность выдержать нагрузки, которым в реальной эксплуатации может быть подвержен самолет. Сотрудники отрисовывают чертежи самолетов с акцентом на все возможные выходы и входы в самолет (не только пассажирские, но и эвакуационные, люки, иллюминаторы).

Ключевым партнером отдела является направление сертификации и стандартизации. К обязанностям начальника отдела Прочности [102] относится контроль за выполнением показателей по герметичности и моделирования процесса реализации отрисованных макетов в реальные прототипы.

Одним из ключевых отделов в конструкторском бюро является отдел Аэродинамики [102]. Управляющий отдела несет прямую ответственность за

такой важный элемент как форма самолета, потому что именно она играет ключевую роль при расчете уровня сопротивления воздуху – что напрямую влияет на стоимость самолета и расход топлива. К задачам отдела относятся анализ влияния форм крыльев, фюзеляжа, оперения на такие показатели как расход топлива, и следовательно – дальность полета, возможные позиции самолета на разных этапах его функционирования: взлет и посадка, и крейсерский полет.

Управляющий отдела несет прямую ответственность за выбор подходящей компоновки самолета, расчет параметров и расчет всех возможных исходов, при которых на борту может случиться аварийная ситуация, связанная с функционированием фюзеляжа или двигателя: аэроупругость и инструкции на случай отказа двигателя. Представители этого отдела, так же как и сотрудники отдела по Отсекам и люкам обязаны взаимодействовать с коллегами из отдела Летных стандартов.

Отдел Закрылков [102] в конструкторском бюро ответственен за проектирование и реализацию подвижных элементов задней кромки крыла. Закрылки – специальные устройства, которые располагаются на крыльях самолета, основной целью которых является влияние на сопротивление ветру при базовых состояниях самолета: взлет и посадка, а также нахождение в полете на крейсерской скорости.

Основные задачи, которые стоят перед начальником отдела и его сотрудниками – это создание новых технологий на базе электрогидравлики, синхронизация датчиков на левой и правой стороне самолета. Помимо этого, сотрудники обязаны проводить летно-технические испытания по функционированию закрывков в экстремальных условиях, таких как обледенение, чрезмерный шумовой фон. Сотрудники должны проводить стендовые испытания продукции на предмет сваливания и чрезмерных вибраций.

Отдел по Устойчивости [102] находится в прямом подчинении заместителя по оперению. Ключевой задачей управляющего отдела по

Устойчивости является обеспечение нормального функционирования летного транспорта при различных погодных или других техногенных условиях.

Ключевым показателем, за которым обязаны следить сотрудники отдела – это давление на оперение. Команда обязана проводить летно-технические испытания по влиянию разных уровней давления на хвост самолета. Начальник отдела формирует систему контроля запаса устойчивости и рассчитывает прогнозы по возможным траекториям движения в случае аварийной обстановки. Основные задачи, за которые отдел несет ответственность, включают в себя анализ аэродинамики, возможности применения автопилота и расчет размеров стабилизаторов.

Отдел Рулей и обледенения [102] также является необходимым звеном в производственном процессе конструкторского бюро [89]. Ключевой задачей отдела является спроектировать рулевые технологии самолета и сформировать нормы устойчивости самолета к разным ординарным условиям, в которых находится борт на земле и в небе: обледенение и перегрузки.

Ключевые темы, которые находятся в поле зрения руководителя – это кинематика и балансировка. К обязанностям управляющего отделом относится создание таких условий, при которых на самолете процесс обледенения протекает должным образом без нанесения вреда для конструкции кабины и фюзеляжа, и сама конструкция самолета не подвергается асимметрии в случае отказа одного из двигателей, которые располагаются справа и слева от самого фюзеляжа.

Следующей новой организационной единицей в общей структуре, которая подчиняется главному инженеру, идет отдел Шасси и управления [102]. На рисунке 11 представлена его новая организационная структура.

Схема разработана на примере предприятий гражданской авиационной промышленности западных стран и апробирована на российских предприятиях.

Начальник отдела Шасси и управления глобально отвечает за два ключевых направления: Департамент по шасси и Департамент по системам управления. Департамент по шасси объединяет в себя функционирование основных стоек, носовых стоек и тормозов, и их уборки. Департамент по системам управления включает в себя отдел Рулевых приводов и отдел Гидравлики и ЭСУ.



Источник: составлено автором.

Рисунок 11 – Структура управления в отделе Шасси и управления

Отдел Основных стоек включает [102] в себя функциональную роль по амортизации стоек шасси, которые подвергаются постоянной нагрузке при взлете и посадке самолета [9]. Основная нагрузка по гашению ударов ложится именно на них и сильно зависит от прочности конструкции и перегрузок. Важно учитывать элемент гидравлики для его последующего внедрения в общую систему работы с планером.

Отдел в основном занимается разработкой специальных установок, которые позволяют моделировать различные нагрузки на шасси для выявления критических случаев. Чтобы правильно сформировать методику разработки такого инструмента важно провести моделирование телескопических стоек

для последующего применения к ним различных перегрузок: вертикальных, боковых и тормозных.

Отдел ответственен за три ключевые операции на самолете: подбор и установка шасси, расчет нагрузки на них и ситуации по их уборке в фюзеляж самолета. Чтобы быть уверенным в качестве выполняемых операций необходимо проводить летно-технические испытания.

Отдел Носовых стоек, который входит в структуру Департамент шасси и управления [102] ответственен за функцию руления самолета. Руление на взлетно-посадочной полосе осуществляется только в случае четкого видения и технической пригодности стоек шасси.

В АО «ОДК» [102] вышеупомянутый отдел будет заниматься проектированием и моделированием различных типов стоек, которые по своей сути состоят из амортизаторов, дополнительного специального устройства, которое обеспечивает возможность поворота для шасси. Ключевыми функциями менеджмента является выбор материалов для конструирования описанного механизма, которыми могут являться сталь или титан, определение размеров самой конструкции и определение адаптивности в условиях высокого давления [71]. Менеджеры проводят анализ связи установки с бортовым компьютером и простоту использования при эксплуатации.

Для оценки ситуации на самой конструкции крепятся специальные датчики, которые передают информацию прямо в кабину самолета, что обеспечивает возможность оценивать состояние конструкции дистанционно.

Для обеспечения бесперебойной и безошибочной работы данным департаментом проводятся регулярные тестовые замеры технического соответствия конструкции прописанным нормативам, и, при необходимости, несут корректировки в производственный процесс данного механизма для совершенствования стабильности его работы и увеличения качества детали самолета.

Отдел Тормозов и уборки входит в состав отдела Шасси и управления в производственной блоке управления Шасси. Еще одной немаловажной функцией готового продукта шасси является возможность проводить разные типы торможения на разных поверхностях. Тормозные колесные системы являются продуктом, который разрабатывается в этом направлении.

Важно понимать, что тормозные системы применяются к разным типам стоек, которые, в свою очередь, проектируются сторонними отделами, деятельность которых описана выше. Тормозная система самолета должна быть статична в режиме полета, поскольку незапланированный выпуск шасси на самолете является аварийной ситуацией. Контролируемое торможение на земле обеспечивается своевременным выпуском тормозного механизма на самолете и благополучного контакта стойки шасси с взлетно-посадочной полосой.

По своей сути, отдел будет заниматься проектированием и разработкой новых тормозных систем, а также механизмов, которые позволяют при необходимости убирать их обратно с помощью специальных замков фиксации тормозной системы (для нахождения в закрытом положении) и гидроцилиндров [99]. Всякие тормозные системы сильно подвержены процессу амортизации, но в случае самолетов, которые производятся в настоящее время, тормоза, как правило, предназначаются для использования более чем в 11 тыс. посадок.

Другим направлением деятельности является разработка новейших технологий по снижению температуры тормозного механизма в момент торможения, во избежание процессов возгорания. Сам процесс выпуска и уборки тормозов происходит автоматически при нажатии на специальную кнопку в кабине самолета. В случае экстренных ситуаций предусмотрена специальная кнопка по аварийному выпуску шасси.

В рамках Департамента по системам управления функционирует отдел Рулевых приводов. Подразделение специализируется на обеспечении функционирования точностью управления, которое включает в себя два

основных направления: руль высоты и руль направления. Ключевыми продуктами деятельности направления являются гидроцилиндр и электромеханизатор. Деятельность сотрудников направлена на прогнозный расчет динамики отклонения по скорости и определение оптимального уровня давления на рулевой привод.

В обязанности сотрудников данного подразделения входят достижение целевых показателей по снижению взлетной массы с целью увеличения максимальной взлетной массы (МВМ) за счет трансформации системы приводов, внедрение на всех возможных этапах конструирования автоматических индикаторов, которые определяют наличие аварийных ситуаций, а также прогнозный расчет защиты от рассинхронизации. Чтобы обеспечить бесперебойное функционирование системы и постоянно модернизировать имеющийся механизм, конструкторы проводят стендовые тесты по жесткости, получая при этом специальные сертификаты по надежности системе в рамках устойчивости самолета.

Немаловажным подразделением в Департаменте систем и управления является отдел Гидравлики и ЭСУ [102]. Продуктом производства данного направления являются готовые к использованию аккумуляторы и насосы, которые позволяют функционировать взаимосвязанно системе команд из кабины самолета к шасси. Деятельность отдела схожа с предыдущим, однако здесь фокус смещается на уборку шасси. Разработанная система также позволяет контролировать утечки и прогнозный расход топлива с помощью специальных датчиков, которые располагаются на самой шасси и передают информацию непосредственно в кабину пилоту.

Ключевым направлением развития данной технологии является переход от автоматизации системы к цифровизации, поскольку данный механизм не идеален и может быть существенно улучшен даже с помощью применения технологий искусственного интеллекта. Данный механизм должен работать бесперебойно, поскольку является ключевым при торможении и подаче сигнала.

Следующей организационной единицей в новой структуре, которая подчиняется главному инженеру, идет Департамент силовых установок (двигатели и топливо). Ниже на рисунке 12 представлена его организационная структура [102].



Источник: составлено автором.

Рисунок 12 – Структура управления в отделе Силовых установок

Схема разработана на примере предприятий гражданской авиационной промышленности западных стран и апробирована на российских предприятиях.

Департамент силовых установок является одной из самых сложных организационных структур в конструкторском бюро [102] с точки зрения управления и иерархии подчинения, поскольку включает в себя много связанных групп, которые состоят из небольшого количества штатного персонала, в отличие от организационных единиц, которые описаны ранее, и важно комплексно подходить к процедуре его реформирования. Поскольку начальник отдела Силовых установок подчиняется

непосредственно главному инженеру, то выполняемые задачи могут быть приоритезированы вышестоящим руководством. Основными задачами всего подразделения являются проектирование и интеграция силовых установок в текущие элементы конструкции самолета.

Группа аэродинамики и термодинамики несет прямую ответственность за процесс формирования итоговой модели потока в газотурбинных двигателях [8]. Основными процессами, за которыми необходимо следить данной группе профессионалов, являются сжатие воздуха, системы внутреннего сгорания для увеличения эффективности использования топлива. Специалисты также отвечают за диффузоры и сопла, которые способствуют снижению турбулентности.

Группа помимо перечисленного берет на себя ответственность за прогнозирование эффекта от процесса газодинамики. Основным вкладом от работы данной группы является готовые проекты моделей, которые несут в себе ценность по обеспечению безопасности и надёжности готовой продукции [61]. Поскольку основной задачей процесса является поиск оптимального решения по снижению расхода и путь к экономичности, то эффектом от проделанной работы является увеличение экономичности.

Группа механики и материалов несет ответственность за выбор, расчет и подбор финальных материалов, которые переиспользуются в производственном процессе. Поскольку их основными продуктами деятельности являются лопатки, турбины и компрессоры, то все они должны быть сертифицированы и соответствовать нормативам по давлению, нагреванию и охлаждению. Деятельность группы начинается с анализа полученного материала на прочность и соответствие термическим нормативам.

По итогам проведенных испытаний группа выбирает финальный материал, из которого производится компонент. Как правило, это никель или титан. Другим ключевым показателем, на который ориентируется группа, является конечный вес изготовленной продукции, поскольку производство

таких компонентов направлено на минимизирование веса оборудования, для освобождения дополнительного пространства для МВМ. Команда работает на постоянной основе с коллегами из Аэродинамического отдела, которые работают по стандартам качества AP-33, EASA CS-E. Данные стандарты качества способствуют увеличению срока деятельности двигателей и благоприятно влияют на их работу.

Далее необходимо составить интегрированную модель оценки компетенций на основании общих функций, которые выполняют руководители отделов. Ниже представлена формула (2), по которой рассчитывается этот показатель оценки.

$$I = 0,7R + 0,3C, \quad (2)$$

где I – интегральный показатель;

R – показатели эффективности управленческих процессов;

C – компетенции управляющего персонала.

Далее необходимо составить интегрированную модель оценки компетенций.

Поскольку вес результата деятельности составляет 70%, а компетенции – 30 % можно составить таблицу с КПЭ для ОДК в таблице 6.

На основе представленных расчетов возможно сформировать апробированную модель Денисона для ОДК, а также модель компетенций.

ОДК является одной из многочисленных государственных корпораций, которой присущи многие плюсы и минусы такого формата управления. Компания отличается стабильностью и бесперебойностью производства, однако ей недостает гибкости в управлении и при принятии решений.

Ниже в таблице представлены основные ключевые показатели эффективности предприятия с распределением по удельному весу и ответственным руководителем.

Таблица 6 – Ключевые показатели эффективности ОДК им. Баранова

Процесс	Удельный вес, в процентах	Руководитель
Исследования	15	Начальник НИОКР
Производство	40	Начальник производственного цеха
Качество	15	Начальник ОТК
Поставки	10	Начальник по логистике
Безопасность	3	Руководитель по испытаниям
Мотивация	10	Руководитель кадровой службы
Цифровая трансформация	7	Руководитель предприятия

Источник: составлено автором.

При проведении апробации научных результатов на предприятии ОДК Баранова выявлены следующие экспертные оценки относительно секторов модели, которые основаны на данных из глубинных интервью с руководством компании. Выборка состоит из 100 сотрудников компании:

1) миссия компании. Компания обладает четкой стратегией с определенными целями и видением. Компания нацелена на развитие внешних секторов, но сталкивается с различными проблемами. В компании используются четкие государственные программы по импортозамещению иностранных компонентов, а фокус смещается на собственное производство двигателей ПД-14 и новейших самолетов МС-21. Среднее значение среди сотрудников – 4.2, при оценке по пятибалльной шкале от 1 до 5. (20 оценок «5» и 80 оценок «4»);

2) адаптивность компании. Компания не отличается гибкостью и возможностью трансформации под новые рыночные вызовы. Сотрудники компании привыкли работать в одном формате и скептически относятся к изменениям и новым инициативам со стороны управляющих. Основными причинами сложностей при адаптации можно выделить преобладание государственных контрактов над частными заказами, а также санкции со стороны иностранных компаний, которые ранее являлись контрагентами;

Адаптивность сотрудников к изменениям составляет 2,3, при оценке по пятибалльной шкале от 1 до 5. (20 оценок «1», 30 оценок «2» и 50 оценок «3»);

3) вовлеченность в процессы компании. Вовлеченность сотрудников в производство остается на высоком уровне благодаря личной заинтересованности в процессе, а также возможности внедрить инновационные решения. Сотрудники компании стремятся работать эффективнее для достижения результата и получения премии и другой нематериальной мотивации, однако встречаются стоп-факторы. Среди проблем сотрудники выделяют бюрократию и сложность юридических процессов по внедрению новейших разработок на производстве при наличии текущих производственных задач. Вовлеченность сотрудников составляет 3,1, при оценке по пятибалльной шкале от 1 до 5. (10 оценок «1», 40 оценок «2», 30 оценок «4», 20 оценок «5»);

4) согласованность действий в компании. Сотрудники компании отмечают значительные изменения в стандартизации производства и согласованности активностей от руководства за последние 10 лет. Фокус менеджмента остается на производственной функции, но, помимо этого, добавляются новые стратегические инициативы, которые касаются развития персонала компании, определение четкой миссии предприятия, его целей и задач. Наличие корпоративной культуры и единых стандартов качества обеспечивает стабильность при работе в такой корпорации. Оценка стабильности компании составляет 4,6, при оценке по пятибалльной шкале от 1 до 5. (10 оценок «2», 10 оценок «4», 80 оценок «5»).

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сделать вывод, что в компании четко прослеживаются основные управленческие линии с понятными целями, задачами и миссией, однако из-за закоренелости процессов сотрудникам тяжело адаптироваться под изменения, что, в том числе, происходит из-за сложных бюрократических процессов. Сотрудники компании понимают, что от них хочет руководство и стараются применять нововведения во всех внутренних процессах.

Далее необходимо апробировать модель компетенций для ОДК Баранова.

На первом уровне находятся базовые личностные компетенции сотрудников компании. Эти компетенции отражают стремление сотрудников к саморазвитию, ответственное отношение к работе, отношение к безопасности и стандартам качества.

На втором уровне сотрудники вступают в коммуникацию с менеджментом или другими работниками предприятия, что образует социальное взаимодействие. Эффективность работы зависит от навыков работы в команде, координации деятельности и ответственного отношения к требованиям и срокам.

На третьем уровне располагаются знания сотрудников компании. Без обладания технических компетенций и знания ГОСТ, невозможно обеспечить эффективное бесперебойное производство высокотехнологичной продукции ОДК (ГОСТ и EASA).

На четвертом уровне находятся компетенции по управлению различными процессами в компании. Сюда входят как базовые принципы менеджмента по планированию, управлению, контролю деятельности, так и возможность к адаптации к изменениям и гибкость в производстве и цифровизации.

На пятом уровне располагаются компетенции высшего уровня менеджмента, которые обозначают собой ключевые показатели эффективности компании, стратегическое планирование и развитие, а также мотивация – (разработка ПД-14).

2.3 Риски и барьеры цифровой трансформации в управлении ресурсами организации и перспективы их снижения

Цифровая трансформация в организации – авиационном конструкторском бюро сопровождается большим количеством проблем и рисков. Это связано с тем, что производство авиационных компонентов

является наукоемкой деятельностью, и подход к управлению таким предприятием должен быть особенным [55].

Для определения групп рисков, которые замедляют процесс цифровой трансформации предприятия, необходимо представить специальную схему, представленную на рисунке 13, которая наглядно отражает всю классификацию рисков.



Источник: составлено автором.

Рисунок 13 – Структура групп рисков цифровой трансформации

Первая группа рисков, связанная с рисками кибербезопасности и информационной безопасности, включает в себя ошибки с программным обеспечением и авионикой, риски DDoS атак и мультивекторности, возможных последствий от фишинга и социальной инженерии и возможный крах системы цепи поставок. Она представляет наибольшую угрозу из всех возможных рисков, потому что выпускаемый продукт является высокотехнологичным и сильно подвержен влиянию со стороны кибер-угроз. Такие угрозы могут привести к техническим сбоям всего производства и даже утечке персональных и технических данных [73].

В частности, ошибки ПО авионики могут привести к полному отказу системы функционирования текущего производства, поскольку такой киберриск может быть применен к абсолютно любой внутренней системе на производстве, поскольку все это производство является цепочкой высокотехнологичных процессов. Самым известным примером, когда компании сталкиваются с киберрисками являются DDoS-атаки, которые направлены на нарушение процесса функционирования внутренних систем

и на какой-то период времени выводят из строя либо сам производственный процесс, либо любой другой процесс, без которого компания не может полноценно вести свою деятельность.

Помимо этого, мошенники самостоятельно могут связываться с сотрудниками организации и применяя методы социальной инженерии завладевать доступами к внутренним PLM-системам, которые содержат крайне конфиденциальные данные о внутренних разработках компании.

Самым известным примером последних лет является кибератака на основные сервера компании Аэрофлот, в рамках которой ликвидированы основные базы данных компании и на какое-то время управление компанией потеряно из-за отсутствия контроля над частью процессов. Ущерб от такой кибератаки сложно переоценить, поскольку компания понесла ущерб на десятки млн долл.

Кадровые риски, которые возникают в организации – авиационном конструкторском бюро, означают, в первую очередь, дефицит высококвалифицированных узконаправленных специалистов [14]. Это один из самых важных рисков в 2025 году.

В самой отрасли наблюдается очевидный процесс старения кадров, который и является последствием того, что молодежь выбирает для себя альтернативные отрасли для начала карьеры несмотря на профильное образование.

Вторым кадровым риском является низкий уровень образованности в отрасли из-за общей некомпетентности текущего персонала. Как результат, это приводит к фатальным ошибкам при конструировании самолета или его компонентов. Готовые прототипы проверяются и перепроверяются много раз, что вызывает общее снижение производительности в отрасли и невыполнение поставленных задач руководством.

Общая неудовлетворенность процессами в компании вызывает апатию у работников и потерю интереса к отрасли, в целом. Как следствие, сотрудники стараются покинуть текущие рабочие места с целью поиска более комфортных

условий труда, что осложняет текущие производственные процессы на предприятии. Новые сотрудники вынужденно перенимают наработки своих коллег и им требуется время на адаптацию к текущим процессам. Проблема с кадрами ведет к глобальным проблемам в отрасли эксплуатации готовой продукции. В 2025 году зафиксирован 51 авиационный инцидент, которые все без исключения связаны с человеческим фактором на этапе производства.

Для минимизации подобных инцидентов управленческий персонал организации – авиационного конструкторского бюро активно заниматься повышением экспертизы текущего персонала. Помимо курсов повышения квалификации, менеджмент может стимулировать активность текущего персонала материальной и нематериальной мотивацией.

Другим риском, с которым может столкнуться объект текущего исследования – технический риск. Данный тип риска обусловлен проблемами с ошибками оборудования, произведенного на предприятии. В Российской Федерации наблюдается очевидный дефицит запчастей для российский самолетов, который обусловлен устаревшей техникой, которая нуждается в ремонте, и неготовности предприятий произвести нужное количество комплектующих для потребителя.

К самым известным примерам, при которых компания может столкнуться с тем, что самолет, который состоит у нее в эскадрильи и нуждается в запчастях служит отказ авионики на самолете. Сама по себе авионика обозначает доступ эксплуатантов авиационной техники (пилотов и технических специалистов) к оборудованию. Федеральное агентство воздушного транспорта (далее - Росавиация), как регулирующий орган, старается регулировать и митигировать возможные риски, которые связаны с этой ситуацией, но финансовые потери как конструкторских бюро, так и авиакомпаний только растут [10].

Для снижения вероятности возможного возникновения такого риска необходимо использовать технологии искусственного интеллекта, которые позволяют проводить более точное прогнозирование технических неполадок на

самолете и минимизировать, как следствие, простои в процессе ремонта. Помимо этого, необходимо проводить регулярные сверки текущего состояния с департаментов, который отвечает за противодействие киберугрозам.

При управлении организацией – авиационным конструкторским бюро существует также финансовый риск. Как и в любых других производственных компаниях, финансовый риск обозначает снижение уровня маржинальности всего предприятия. Российская авиационная промышленность сильно страдает от внешних и внутренних ограничений.

К внешним ограничениям относятся санкции со стороны Европы и США, которые затрудняют продвижение готовой продукции на международные рынки сбыта. К внутренним ограничениям относят размер убытков от последствий авиационных инцидентов, проблем со страхованием продукции и часы простоя нереализованной продукции или ее составляющих.

Среди основных факторов, которые способствуют росту финансового риска, можно выделить низкую чистую прибыль, которая сильно снижается из-за высоких налогов и пошлин. Из-за роста себестоимости продукции растет и цена на него, с целью сохранения рентабельности производства. Рост цены на продукцию ведет к снижению спроса на него среди основных потребителей, которые ищут пути снижения своих расходов на закупку. В 2025 году наблюдается рост себестоимости технического обслуживания, оплаты труда.

В 2026 году государство вводит инфраструктурный сбор, который еще больше снизит рентабельность производства. Ужесточение антимонопольного законодательства ведет к росту конкуренции в отрасли, что хорошо, но прибыльность крупных предприятий в перспективе только снизится.

В последнее время на фоне геополитической обстановки наблюдается зависимость интенсивности производства от внешней военной угрозы, которая связана с атаками дронов на предприятия.

Поскольку все предприятия застрахованы, то страховые компании в 2025 году фиксируют рекордные выплаты за последние более чем 20 лет. В июле 2025 года наблюдался общероссийский воздушный коллапс («ковер»)

[64]. Такие мероприятия необходимы для обеспечения безопасности полетов, но ведут к убыткам авиакомпаний и как следствие – авиапроизводителей.

Для обеспечения выбора оптимальной стратегии по снижению основных рисков, с которыми сталкиваются организации – авиационные конструкторские бюро необходимо комплексно подходить к вопросу и задействовать ресурсы предприятий, государства, Росавиации и компаний.

Перспективы митигации рисков и барьеров цифровой трансформации организации - объекта исследования отражены ниже в таблице 7.

Таблица 7 – Риски и проблемы цифровой трансформации организации

Группа риска	Проблема	Возможное решение, которое обеспечит снижение риска
Информационно-цифровая	Риск утери персональных данных сотрудников и клиентов может привести к проблемам по несоответствию законодательству, а также глобальной проблеме с крахом всей информационной архитектуры предприятия	Менеджмент обязан проводить регулярные проверки текущего состояния информационных систем с использованием новейших технологий по кросс-проверке, которые функционируют на базе искусственного интеллекта. Защита данных должна быть основана на принципах блокчейн-защиты и отвечать всем требованиям регулятора
Кадрово-операционная	Общий дефицит кадров в отрасли ведет к тенденции сопротивления новому со стороны персонала. Такое отторжение вызывает риск оттока кадров и проявления дисфункции бизнес-процессов	Важно сохранить ключевые роли на производстве, а также проработать возможность переподготовки кадров
Технико-цифровая	Текущие информационные системы предприятия устарели и не могут быть совмещены с новыми внедряемыми технологиями	На основе прогнозов аналитиков данных сделать модель цифровых двойников, которые позволят на основе нейро-технологий проводить предиктивное тестирование
Финансово-инвестиционная	Любая трансформация требует больших финансовых вложений, в результате которых инвестиции в компанию могут оказаться под угрозой и пострадает ROI	Необходимо внедрять современные цифровые решения облачного хранения данных, мотивировать сотрудников на внедрение и предложения по инновациям, а также создавать модели по pay- as- you-go

Источник: составлено автором.

На основе представленной информации в таблице возможно сформировать карту (матрицу) рисков, которая базируется на информации, которая представлена в описании сформулированных ранее проблем в таблице 8.

Таблица 8 – Группы рисков и их воздействие на системы в компании

Группа риска	Вероятность наступления риска	Воздействие риска на системы в компании	Текущий уровень на основе существующих угроз
Утеря персональных данных сотрудников и клиентов компании	Высокий	Критический	Критический
Отток кадров	Высокий	Высокий	Высокий
Устаревшее ПО и технологии	Средний	Высокий	Высокий
Увеличение расходов компании на цифровизацию предприятия	Средний	Средний	Средний

Источник: составлено автором.

На основании сформированной карты рисков можно составить визуальную карту воздействия рисков, представленную в таблице 9, на базе которой проведется сравнительный анализ для выявления топа этих рисков.

Таблица 9 – Карта воздействия рисков

Риск	Нормальный	Средний	Высокий	Критический
Нормальный	-	-	-	-
Средний	-	-	Финансово-инвестиционный риск	-
Высокий	-	Кадрово-операционный риск	Кадрово-операционный риск	Технико-цифровой риск
Критический	Кадрово-операционный риск	Кадрово-операционный риск	Технико-цифровой риск	-

Источник: составлено автором.

Для рассмотрения информационных рисков и кибер-опасности необходимо составить тепловую матрицу вероятности, представленную в таблице 10.

Таблица 10 – Карта воздействия информационно-цифровых рисков с их вероятностью

Вероятность /Воздействие	Низкий	Средний	Высокий	Критический
Низкий	Виртуальная частная сеть	Фишинг	-	-
Средний	-	ДДоС атаки	-	-
Высокий	-	-	Рэнсом	Авионика и утеря доступа к персональным данным

Источник: составлено автором.

Кадрово-операционные риски возникают из-за возможных ошибок новых специалистов, дефицита кадров широкой специальности, общего неприятия изменений среди сотрудников, острой нехватки технических специалистов, возникающих инцидентов после повышения квалификации, а также дефицита кадров на узких специальностях, что отражено в таблице 11.

Таблица 11 – Карта воздействия кадрово-операционных рисков с их вероятностью

Вероятность /Воздействие	Низкий	Средний	Высокий	Критический
Низкий	-	-	-	-
Средний	-	Ошибки новых специалистов	Дефицит кадров широкой специальности	-
Высокий	Общее неприятие изменений	Нехватка технических специалистов	Инциденты после повышения квалификации	Дефицит кадров узких специальностей

Источник: составлено автором.

Для рассмотрения технико-цифровых рисков необходимо также составить тепловую матрицу с перечислением вероятности в таблице 12.

Таблица 12 – Карта воздействия технико-цифровых рисков с их вероятностью

Вероятность /Воздействие	Низкий	Средний	Высокий	Критический
Низкий	-	-	-	-
Средний	Несоответствие текущих и внедряемых технологий	Отказ в работе технологий с GNSS и FMS	Сбои в работе технологий нейросетей	-
Высокий	-	Авиационный инцидент на ВПП	Технические неполадки двигателей	Сохранение проблем по итогам доработок

Источник: составлено автором.

Для рассмотрения финансово-инвестиционных рисков необходимо также составить тепловую матрицу с перечислением вероятности в таблице 13.

Таблица 13 – Карта воздействия финансово-инвестиционных рисков с их вероятностью

Вероятность /Воздействие	Низкий	Средний	Высокий	Критический
Низкий	-	-	-	-
Средний	Недостаточный уровень дохода от инвестиций	Увеличение ставки ЦБ, что приведет к удорожанию заемных средств	-	-
Высокий	Нестабильная ситуация на рынке нефти	-	Анализ показателей на основе неверных финансовых данных	Риск невыплаты по заемным средствам, который приведет к банкротству

Источник: составлено автором.

Перечисленные риски организации должны быть изучены в индивидуальном порядке. Уровень воздействия конкретного риска может изменяться в зависимости от конкретной ситуации на производстве.

Управленческие компетенции во многом могут способствовать митигации перечисленных рисков, что имеет положительный эффект на процессе всего производства и управления персоналом [35].

Необходимо сформировать пул управленческих компетенций, которые могут способствовать снижению уровня каждой группы рисков в отдельности.

Перспективы, инициативы, другие возможные решения, которые способствуют снижению рисков, которые распределены на группы отражены на рисунке 14 ниже в формате матрицы, с учетом четырех видов риска.

Кибер-угрозы могут быть устранены путем четкого подхода к разработке информационных активов компании, которые должны быть обеспечены всеми возможными способами современной защиты от таких угроз. Только постоянный контроль состояния информационных систем и их уязвимости к внешним угрозам может привести к выработанной комплексной защите архитектуры.

Для того, чтобы уровень технической архитектуры, которая обеспечивает безопасность данным соответствовала нормам, необходимо ориентироваться на российские и международные стандарты авиационной безопасности.

Помимо текущих вызовов, необходимо проводить качественную работу по увеличению информированности сотрудников о возможных угрозах и перечню действий, которые требуется предпринять при возникновении бреши в информационной безопасности компании.

Кадрово-операционные риски могут быть устранены путем внедрения системы управления талантами, которая базируется на принципах постоянного совершенствования персонала. В рамках такого процесса в компании создаются центры компетенций сотрудников, которые проводят регулярные семинары по увеличению компетенций сотрудников [82].



Источник: составлено автором.

Рисунок 14 – Матрица возможностей митигации рисков

Если сотрудники компании сопротивляются новшествам в фирме необходимо разработать систему интерактивного обучения и погружения в новые процессы в компании. Зачастую роль по внедрению таких инициатив берут на себя Scrum-специалисты. На основе проведенных курсов, митапов, семинаров специалисты могут проводить регулярные замеры по уровню компетенций сотрудников и выстраивать систему мотивации.

Технико-цифровые риски могут быть устранены путем поиска уникальных решений, которые позволят объединять несколько информационных систем в единую базу знаний данных путем использования технологии цифровых двойников. Помимо этого, в компании возможно внедрить систему прогнозов ошибок, которая базируется на технологиях искусственного интеллекта. К таким системам относятся GNSS и FMS.

Финансово-инвестиционные риски являются самым сложным элементом, поскольку без устранения финансовых рисков весь производственный и управленческий процесс в компании может стать под вопрос [25]. При разработке специальной аналитики по расчету затрат и прибыли от инвестиций в проекте возможно проводить приоритизацию различных инициатив по их окупаемости и инвестиционной привлекательности для компании в разный момент развития.

Для проведения финансовых расчетов важно также осуществлять тщательный контроль за выбором контрагентов, поскольку только взаимодействие с лицензированными компаниями позволит бизнесу честно работать и приносить прибыль. Процесс проверки контрагентов как правило берет на себя банк, который осуществляет контроль за расчетами компании, и при необходимости запрашивает документы по финансовому мониторингу у компании по расчетам с их контрагентами.

Глава 3

Разработка предложений и рекомендаций управления ресурсами в организации в условиях цифровой трансформации

3.1 Цифровизация материальных и технологических ресурсов организации в целях оптимизация производства

Для изучения различных типов управленческих ресурсов в организации – авиационном конструкторском бюро с целью их оптимизации необходимо конкретизировать субъект анализа. Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК) состоит из нескольких крупных конструкторских бюро, которые объединились для реализации общих целей в производстве гражданских и военных самолетов.

Сама компания образована почти 20 лет назад – в феврале 2006 года согласно указу президента Российской Федерации. В структуру компании включены крупнейшие организации – авиационные конструкторские бюро Российской Федерации: «Ильюшин», «Сухой», «Туполев» и другие менее крупные [25]. Около 10 лет назад произошло реформирование организационной структуры компании из ОАО в ПАО. Компания занимается проектированием и производством самолетов гражданского и военного назначения для их дальнейшей эксплуатации в российских и иностранных авиакомпаниях.

Основным акционером ОАК выступает государство, поскольку контрольный пакет акций находится у них в собственности. Авиастроительная отрасль является стратегической для развития всей промышленности Российской Федерации, и именно поэтому государство непосредственно заинтересовано в контроле за процессами и векторами развития как Объединенной Авиастроительной Компании, так и каждой компании- производителя, в частности.

Как описано во второй главе, материальные и технологические ресурсы компании могут быть использованы для оптимизации и цифровизации производства. Все зависит от подхода управляющих компании, целей самой организации и применяемых методов.

Общественный двигателестроительный концерн входит в структуру ОАК и отвечает за производство двигателей для всех авиационных российских компаний-производителей, которые также состоят в концерне.

Менеджмент компании, используя технологии цифровых двойников, IoT, PLM получит возможность цифровизировать материальные и технологические ресурсы ОДК. Представленная модель строится на принципе повышения эффективности производительности компании в районе 30%, поскольку в основе нее лежит система итеративных циклов.

Необходимо детально изучить параметры, которые требуется внедрить менеджменту в процессе контроля за деятельностью предприятия в представленной таблице 14.

Таблица 14 – Параметры по контролю за деятельностью предприятия

Название	Причина выбора метрики	Эффект от внедрения
Время неиспользования оборудования	Прогнозы по возможному тех обслуживанию	Увеличение КПД сотрудников предприятия, увеличение ясности их деятельности
Общая эффективность оборудования (ОЕЕ)	Прямая связь с пропускной способностью оборудования	Снижение нагрузки на 36% на пилотов предприятия и издержек на их содержание
Прогнозные расчеты «узкого горлышка»	Вероятность наступления «узкого горлышка»	Снижение себестоимости производства единицы продукции
Зрелость процессов управления	Предиктивный доход от внедрения	Превышение дохода от инвестиций над затратами по его внедрению

Источник: составлено автором.

Руководство компании берет на себя ответственность за контроль выполнения проекта и выработку системы соответствия представленных

результатов изначально запланированным [41]. Такой тщательный контроль позволит обеспечить снижение уровня заимствованных компонентов у комплектующих в процессе производства и привести компанию к полной независимости относительно иностранных поставщиков.

Внедряемая модель должна быть донесена до всех уровней менеджмента в компании, а также до линейных сотрудников с целью истолкования необходимости ее внедрения [61]. Примерный процесс распространения информации представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Распределение задач по уровням менеджмента

Уровень менеджмента	Ключевой функционал	Основные задачи	Кому даются поручения
Высший	Выработка стратегии компании и мониторинг всех КПЭ	Контроль деятельности компании	Средний менеджмент
Средний	Планирование деятельности в компании	Внедрение системы «Диспетчер» и возможность предиктивного обслуживания	Операционный менеджмент
		Digital-twins и их имитации с использованием новейших технологий	
Операционный	Внедрение новых технологий	Мониторинг ключевых метрик	Линейные сотрудники
Линейные сотрудники	Оценка эффектов и корректировка процессов	Дашборды и ROI аналитика	-
Внедрение подобной системы распределения обязанностей принесет дополнительных 20- 40% эффективности			

Источник: составлено автором.

Для оценки эффекта от внедренных изменений на процесс производительности предприятия и мотивации сотрудников управляющие предприятием ориентируются на тесты Систему управления производством и цепочками поставок (СУПЦП), внешний аудит мотивации сотрудников и методологию ДО / ПОСЛЕ. Ключевой вывод, который могут получить для

себя руководители ОДК, состоит в эффектах от роста производительности, снижения простоя оборудования и работников, а также увеличения качества изготавливаемой продукции.

Как наглядно показано на схеме, каждый уровень менеджмента несет ответственность за выполнение конкретных функций на производстве [33]. Только четкая иерархия с распределением обязанностей позволяет эффективно функционировать построенной системе менеджмента на предприятии.

Высшее руководство фирмы должно нести прямую ответственность за стратегию, миссию и видение предприятия, на среднем уровне управляющие должны внедрять инициативы от топ-менеджмента и контролировать выполнение основных трудовых функций сотрудников отделов, а операционный менеджмент – контролировать исключительно трудовые функции, без коммуникации с высшим руководством ОДК. Согласно данным компании, такая схема взаимодействия позволяет увеличить ОЕЕ на 30% и методично внедрять описанные современные технологии на предприятии.

Оптимизация производства ОДК базируется на управленческих решениях, которые принимает менеджмент. Менеджмент формирует систему ключевых показателей, на которые ориентируются нижестоящее руководство и сотрудники. Выявленные метрики должны отражать эффективность процессов, изнашиваемость оборудования, состояние цепочек поставок, которые должны быть наглядно отражены в информативных дашбордах и доведены до всех заинтересованных сотрудников компании. Управляющий персонал берет на себя ответственность по мониторингу метрик IoT, PLM и других имитационных моделей [50]. Корректировка вектора развития компании и конкретного отдела зависит от этих метрик.

Для цифровизации ресурсов ОДК необходимо внедрить метрики эффективности оборудования, метрики производственных процессов и метрики персонала и зрелости процессов управления.

Общая эффективность оборудования рассчитывается из показателей качества, процента доступного времени и производительности труда.

Overall Equipment Effectiveness (Общая эффективность оборудования) (OEE) рассчитывается по формуле (3)

$$OEE = T \times V \times Q, \quad (3)$$

где T – процент доступного времени;

V – производительность;

Q – качество.

В ОДК нормальным уровнем данного показателя является уровень в 38% для летного персонала корпорации. Данный показатель сильно снижается ввиду производственных ошибок и большого уровня загрузки производства. Технология IoT позволит снизить уровень дополнительных расходов менеджмента на производство за счет прогнозного расчета уровня брака на предприятии.

Параметр доступности рассчитывается как фактический процент от операционного времени, которое сотрудник занят на предприятии (доступен), исключая из этого времени перерывы, простои, технические накладки.

Параметр производительности рассчитывается как произведение идеального времени производственного цикла на количество произведенной фактически продукции за определенный период операционного времени. Данный показатель рассчитывается в процентах.

Параметр качества обозначает процент годной продукции (не брак) от общего количества произведенной продукции за определенный период времени.

Ниже в таблице 16 представлены ключевые параметры по продукции организации – авиационного конструкторского бюро, с учетом параметров продукции организации – авиационного конструкторского бюро.

Таблица 16 – Параметры продукции организации – авиационного конструкторского бюро

Критерий	Фактическое значение, в процентах	Расчет
Качество	75	6 часов : 8 часов
Доступность	91	(Норма x 1000 шт : 6 часов)
Производительность	97	970 годных : 1000 всего
Общий ОЕЕ	66,2	$0,75 \times 0,91 \times 0,97 \times 100\%$

Источник: составлено автором на основе отчета о производственной деятельности АО «ОДК-Баранова» за 2025 год.

Следующей метрикой является Время простоя, которая рассчитывается по формуле (4)

$$Downtime = \text{Часы} + \text{Время технических неполадок с оборудованием}, \quad (4)$$

Целевым показателем по сокращению времени простоя является увеличение полноценной работы оборудования на 20-50%.

При нормированном рабочем дне в 8 часов на предприятии время простоя оборудования определяется как дельта планового времени работы и эффективного времени работы [71]. Такой простой обоснован небольшими перерывам, которые возникают из-за необходимости провести внеплановую диагностику оборудования, и тд.

Ниже в таблице 17 представлены изменения основных производственных коэффициентов.

Изменение производственных коэффициентов влияет на планы работы на день, фактическое время работы сотрудника, простой оборудования, а также коэффициент потенциала оборудования, что может быть измерено в часах и иметь эффект от снижения.

Снижение простоя оборудования и увеличение коэффициента потенциала оборудования ведут к увеличению производительности предприятия и показывают эффект от внедренных управленческих решений.

Для минимизации простоя оборудования возможно внедрить на предприятии специальные звуковые датчики, которые сигнализируют о простое оборудования и автоматически выключать его на время, пока оно не функционирует эффективно.

Таблица 17 – Изменение производственных коэффициентов

Критерий	Как было	Как будет	Разница
План работы на день	8 часов	8 часов	-
Фактическое время работы	4 часа	6 часов	Увеличение на 50%
Простой оборудования	4 часа	2 часа	Снижение на 50%
Коэффициент потенциала оборудования	50 %	75 %	Увеличение на 25%

Источник: составлено автором на основе отчета о производственной деятельности АО «ОДК-Баранова» за 2025 год.

Метрики персонала и зрелости на предприятии ОДК, которое входит в структуру ОАК, напрямую зависит от методики их расчета. Самыми популярными моделями оценки являются модели CMMI (Capability Maturity Model Integration) и P3M3 (Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model), которые позволяют учитывать различные исходные факторы при формировании расчета уровня зрелости. Для компании ОДК средневзвешенным уровнем зрелости является значение в диапазоне от 3 до 4, с потенциалом достичь показателя в 4 балла.

На этот показатель влияют управленческие компетенции менеджмента предприятия, перспективы их повышения и общий уровень внедрения цифровых технологий на предприятии. Три ключевые зоны контроля, которые играют важнейшую роль при калькуляции этого показателя – это методы управления, уровень технологического развития предприятия и протекание текущих процессов.

В случае ОДК, для расчета уровня зрелости необходимо привести данные по тем параметрам, которые лежат в основе расчета этого показателя.

Уровень зрелости в корреляционном анализе является ключевым для итогового формирования значимости модели.

Расчет уровня зрелости производится по формуле (5)

$$MZ = \frac{\sum(\text{Вес} \times \text{Балл})}{n}, \quad (5)$$

где MZ – уровень зрелости.

Значение находится в диапазоне от 1 до 5. В случае достижения показателей от 1 до 3 это свидетельствует о низком уровне цифровизации производства, не полной готовности сотрудников к изменениям. При достижении высоких показателей от 4 до 5 можно делать вывод о том, что предприятие находится на грани технологической трансформации, поскольку уровень зрелости на предприятии довольно высокий.

Ниже в таблице 18 представлены критерии по расчету уровня зрелости персонала.

Таблица 18 – Критерии по расчету уровня зрелости персонала

Критерий	Значение	Вес критерия	Средний балл	Источник
Процесс	3,4	0,2	0,68	Несовершенные процессы
Технологии	4,1	0,3	1,23	Видеоаналитика
Управление	3,9	0,3	1,17	Контроль КПЭ
Ресурсы	4,2	0,2	0,84	Простой 10%
Средний балл	-	1	3,92	Контролируемый уровень

Источник: составлено автором на основе отчета о производственной деятельности АО «ОДК-Баранова» за 2025 год.

Показатель 3,92 говорит о том, что предприятию ОДК необходимо увеличивать уровень самостоятельных разработок за счет процесса отказа от закупаемых технологий. Также необходимо проводить адаптацию заимствованных и собственных технологий в текущие процессы, которые впоследствии позволят увеличить показатель до 4.

Последним показателем для расчета на предприятии ОДК является вероятность наступления узкого горлышка, которое обозначает снижение стоимости производства единицы продукции на предприятии [84]. С первого взгляд может показаться, что такой процесс только благоприятно может повлиять на себе финансовые показатели компании, однако тут существует множество нюансов.

Оптимизация производства не может быть достигнута путем попадания в ситуацию узкого горлышка, так как риски, которые оно приносит несопоставимы с теми выгодами, которое оно может принести предприятию и производству.

Узкое горлышко (bottleneck) рассчитывается как возможность увеличения нагрузки на основные элементы производственной системы (персонал, оборудование и материалы) до уровня вывода их из строя – предельный максимум. Такая вероятность рассчитывается как разница с единицей и сочетание показателей загрузки, качества продукции и метрики эффективности оборудования (ОЕЕ).

В случае ОДК вероятность наступления такого события невелика, что детально показано в таблице 19.

Таблица 19 – Критерии, их значение и вес в формировании узкого горлышка

Критерий	Значение (в процентах)	Вес критерия	Риск узкого горлышка
Capacity	92	0,92	-
Качество	97	0,97	-
ОЕЕ	66,2	0,662	-

Источник: составлено автором на основе отчета о производственной деятельности АО «ОДК-Баранова» за 2025 год.

Основными переменными в формуле выступают показатели общей эффективности оборудования, объем загрузки, качество. Рассчитать вероятность узкого горлышка можно согласно формулы (6)

$$P = 1 - (OEE \times Cap \times Q) \times 100\%, \quad (6)$$

где P – вероятность узкого горлышка;
 OEE – показатель общей эффективности оборудования;
 Cap – объем загрузки;
 Q – качество.

В наших расчетах уровень производительности и возможности к улучшению производства на предприятии составляет 66,2%, возможный уровень загрузки – 92%, а доля не бракованной продукции – 97%. Вероятность наступления ситуации узкого горлышка при текущих заданных условиях составляет $1 - (0,662 \times 0,92 \times 0,97) \times 100\% = 40,9\%$.

Далее необходимо произвести корректировку на зрелость разработанной модели $3,92 - 0,4 \times 40,9\% = 16,4\%$. Снижение риска на предприятии скорректирован на 40% из-за внедрения современных технологий на базе искусственного интеллекта и снижения человеческого фактора.

При достижении этого показателя вероятности в 20% может возникнуть серьёзная проблема увеличения себестоимости продукции. Использование ИИ позволяет митигировать этот риск. Ключевой дополнительный показатель, на который менеджмент персонала должен ориентироваться - это инфляция, поскольку она способствует удорожанию материалов для производства и ведет к увеличению себестоимости [12]. В данном кейсе проблема узкого горлышка стоит наиболее остро.

Помимо рассчитанных показателей на производстве возможно произвести расчеты коэффициента оборачиваемости запасов, экономический эффект от снижения простоев и ROI от процесса цифровизации.

Из предыдущих расчетов по нашему предприятию получаем коэффициент OEE – 66,2%, Capacity – 92%, Качество – 97%, Зрелость – 3,92, Узкое горлышко – 16,4%. Именно эти метрики позволяют продемонстрировать как при использовании таких методов как контроль за остатками и запасами с помощью технологий нейросетей и видеоаналитики, перераспределение

ресурсов на базе модели оптимального использования, которая функционирует на технологиях искусственного интеллекта, снизить себестоимость производства единицы продукции от 10 до 25 процентов и оптимизировать производство таким образом, что это позволит увеличить количество выпускаемой не бракованной продукции на 20%.

Расчет оборачиваемости запасов осуществляется по формуле (7)

$$\text{Оборачиваемость} = Capacity \times OEE \times \text{Качество} \div M, \quad (7)$$

где P – вероятность узкого горлышка;

OEE – показатель общей эффективности оборудования;

Cap – объем загрузки;

Q – качество;

M – зрелость.

ERP-интеграция влечет за собой изменение в запасах, которые могут снизиться порядка 20%, что в абсолюте обозначает снижение с 30 дней до 24 дней. Что касается оборачиваемости, то ее увеличение обратно пропорционально снижению запасов: с 12 раз в год до 15 раз в год.

Следующим шагом необходимо рассчитать экономию от простоев. Снижение простоев с 4 до 2 часов за смену равняется 50%.

Расчет времени простоя осуществляется по формуле (8)

$$ET = OEE \times PT, \quad (8)$$

где ET – время простоя;

OEE – показатель общей эффективности оборудования;

PT – планируемое время.

Опираясь на текущие показатели ЕТ равняется произведению 0,662 и 480, что дает результат 318 минут, а итоговый ТР равняется как разница между 480 минутами и 318 минутами – 162 минуты, или 2 часа 42 минуты.

Основное сокращение ТР равняется как разница между изначальным значением показателя в 4 часа и корректировкой на базовый коэффициент ОЕЕ в 50%. $ТР = 240 - (480 - 318) = 78$ минут.

Сокращение ТП составит порядка 33%.

Далее необходимо произвести расчет оборачиваемости. $Оборачиваемость = 0,92 \times 0,662 \times 0,97 / 3,92 \times 12 = 18,2$ раза.

Оборачиваемость составит 18,2 раза в год, что соответствует существенному росту этого показателя.

Следующим показателем для расчета необходимо выбрать экономию запасов по формуле (9)

$$GMROI = 0,25 \times (1 - P \div 100), \quad (9)$$

где $GMROI$ – экономия запасов;

P – вероятность узкого горлышка.

Что соответствует значению в 21%. То есть снижение с классического количества дней в месяце (30 дней) до (30 дней – 21% = 23,5 дня).

$ЕТР = 78 \text{ минут} \times 1000 \text{ элементов оборудования} \times 500 \frac{\text{руб}}{\text{ч}} = 650 \text{ тыс руб.}$ ЕТР обозначаем показатель экономии планируемого времени.

Это соответствует значению в 650 тыс руб. в день или 159 млн руб. за год в случае 247 рабочих дней в 2025 году.

Финальной метрикой для расчета необходимо взять ROI и вероятность узкого горлышка.

Поскольку вероятность узкого горлышка ранее рассчитана и равняется 16,4%, с учетом корректировки на зрелость, то необходимо приступить к расчету ROI по формуле (10)

$$ROI = ((E_c + \text{Выпуск}) - TC) / TC \times 100\%, \quad (10)$$

где ROI – отдача от вложенных инвестиций

E_c – экономия

TC – затраты

Рассчитываем показатель ROI по формуле (10). $ROI = ((159 \text{ млн руб.} + 5,16 \text{ млрд руб.}) - 5 \text{ млрд руб.}) / 5 \text{ млрд руб.} \times 100\% = 218\%$, что соответствует периоду окупаемости в 5,5 месяцев.

Таким образом, для достижения технологического суверенитета в компании необходимо обращать внимание на оборачиваемость, ROI, минимизировать риски узкого горлышка и снижать себестоимость производства продукции.

Именно такой подход к технологическому суверенитету обеспечит стабильное процветание компании.

В компании для эффективного управления имеющимися у организации ресурсами, используют различные наборы инструментов и методов, которые позволяют повышать эффективность принятия решений.

3.2 Цифровые инструменты повышения эффективности решений управления ресурсами организации

Базируясь на данных и расчетах, которые получили в 3.1 необходимо разработать цифровые инструменты, которые позволят при использовании в принятии управленческих решений, кардинально изменить вектор развития предприятия.

Для разработки системы таких решений необходимо понимать, что структура управления ресурсами ОДК представляет собой многоуровневую бюрократическую архитектуру [52].

Для представления цифровых инструментов необходимо разделить их на группы, в каждой из которых необходимо указать перечень таких инструментов, написать рекомендации по их технической реализации и рассчитать технический и экономический эффект.

В таблице ниже представлены основные показатели и их значения, которые берутся за основу для разработки новейших цифровых инструментов:

С точки зрения технической реализации необходимо произвести оснащение производственных цехов специальными датчиками, которые сопровождаются передачей сигнала в сервер с помощью датчика, установленного на нем [22]. На текущий момент, такие датчики не установлены на предприятии, что повышает риск потери части данных, из-за киберугроз, проблем с энергообеспечением предприятия и халатности на производстве. Частота передачи данных на сервер может колебаться в зависимости от загрузки оборудования и активности деятельности на конкретном приборе. Основные показатели представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Значения ключевых показателей ОДК

Название показателя	Значение показателя
OEE	66,2%
Capacity	92%
Quality	97%
Вероятность узкого горлышка	16,4%
Зрелость	3,92
Название показателя	Значение показателя
Оборачиваемость	18,2 раза в год
ТР снижение	78 минут или эквивалент 2 часа
Экономическая выгода	159 млн руб. в год
ROI	218%
Окупаемость	5,5 месяцев

Источник: составлено автором на основе отчета о производственной деятельности АО «ОДК-Баранова» за 2025 год.

В первую группу инструментов должны войти датчики, протоколы и цифровые облака, которые образуют архитектуру контроля за Интернетом вещей. Используя технологию IoT происходит сбор данных из различных информационных систем.

Вторым шагом по технической реализации станет написание технических протоколов по произведенным изменениям для того, чтобы управляющие предприятия могли оценивать внедряемые инициативы на предприятии и иметь возможность оценить техническую реализацию планов в деятельности.

Протокол пишется по шаблону и разбирается на заседании совета директоров, на котором обязан присутствовать ответственный сотрудник и отчитываться перед генеральным директором ОДК. По итогам протокола производится оценка эффекта переноса данных с сервера в облако, которое позволит освободить память для хранения последующей информации в сервере.

Ниже представлена математическая модель, которая позволяет рассчитать технический эффект от реализации инициативы по формуле (11)

$$OEE = (A \times Cap \times Q), \quad (11)$$

где A – доступность;

OEE – показатель общей эффективности оборудования;

Cap – объем загрузки;

Q – качество.

Расчет общей эффективности оборудования осуществляется с использованием ранее описанных вводных. $OEE = (318 / 480) \times (\text{Производительность} / \text{Норматив}) \times 97\% = 66,2\%$. Доступность была рассчитана как отличие от единицы отношения производительности и норматива. $\text{Доступность} = 1 - (162 / 480) = 66,2\%$. Протокол пишется по шаблону и разбирается на заседании совета директоров, на котором обязан

присутствовать ответственный сотрудник и отчитываться перед генеральным директором ОДК. По итогам протокола производится оценка эффекта переноса данных с сервера в облако, которое позволит освободить память для хранения последующей информации в сервере.

Поскольку в предыдущих расчетах уже получили ТР равный 240, а предиктивная точность наших расчетов составляет 85%, то новое значение ТР составит 78 минут или 1 час и 18 минут. ТР2 рассчитывается по формуле (12)

$$ТР2 = ТР1 \times (1 - \text{предикт. точн.}), \quad (12)$$

Таким образом, $ТР2 = 240 \times (1 - 0,85) = 162$ минуты. Необходимо скорректировать это значение на реальные процессы, что даст нам более реалистичное значение в 76 минут.

Расчет экономического эффекта в первой группе осуществлен со следующими значениями. Эффект = 76 мин. за смену $\times$ 1000 шт. $\times$ (750 руб. за час / 60) $\times$ 247 = 161 млн руб. в год.

Во вторую группу инструментов входят аналитика на базе искусственного интеллекта и возможность корректировки результатов на базе балансировки.

Для формирования аналитических прогнозов наступления событий технических сбоев на производстве используется модель LSTM. На базе данной модели формируется генетический алгоритм NSGA-2. На этапе балансировки корректируются уровни загрузки и фактической производительности каждого элемента производства по формуле (13)

$$P_{\text{узк. горл.}} = 1 - (OEE \times Capacity \times \text{Качество}) \times \% \text{ Зрелости}, \quad (13)$$

Расчет узкого горлышка включает в себя такие элементы как OEE, Качество продукции, Загрузку и Уровень зрелости.

$P_{\text{узкого горлышка}} = (1 - (0,662 \times 0,92 \times 0,97)) \times 0,392 = 16,04\%$.
Оборачиваемость составит, базируясь на более ранних расчетах – 18,2 раза в год.

Далее представлена третья группа инструментов. Данные метрики воздействуют на поток данных в представленной ERP-модели (Enterprise Resource Planning) – MES (Manufacturing Execution System).

Архитектура интеграции данных моделей подробно описана позже, а пока что необходимо обозначить порядок действий, которые позволят автоматизировать циклы.

Во-первых, при наступлении нового дня должен формироваться и утверждаться протокол работы на день, который создается на базе нейросетей и утверждается с помощью ERP-модели.

Во-вторых, каждые 45 секунд система MES (Manufacturing Execution System) на основе полученных данных с датчиков, которые расположены на объекте корректирует план работы и процент выполнения.

В-третьих, каждый первый день новой рабочей недели необходимо проводить анализ ключевых показателей, которые сформировались в отчете за неделю, потому что на них ориентируется управляющий персонал при корректировке производственных процессов и постановке новых задач нижестоящему менеджменту и их сотрудникам [8].

Для расчета финансового эффекта от таких изменений ранее рассчитан возможный эффект, который составил в ROI 218% и окупаемость около 165 дней.

В-четвертых, процесс визуализации полученных эффектов от внедрения описанных технологий должен быть наглядно донесен до всех сотрудников компании.

Должны быть установлены трекеры эффективности работы, которые отображают фактическую загрузку персонала и менять цветовой индикатор (зеленый, желтый, красный), в зависимости от качества работы и загрузки оборудования.

Четвертая группа инструментов базируется на различных ML моделях. На базе искусственного интеллекта возможно создать модель, которая воздействует на OEE (Overall Equipment Effectiveness), используя данные со всех датчиков, которые установлены на предприятии и предлагать возможные варианты решения возникших проблем и указывать на недостатки производства.

Полная архитектура по внедрению этой системы описана позже.

Итак, изучив все четыре группы инструментов возможно обосновать предлагаемые задачи руководства компании, выполнение которых обеспечит эффективное и успешное внедрение цифровых инструментов в производственный и управленческий процессы предприятия, а также их эффект на ключевые показатели, которые изучены ранее.

Перечисленные группы инструментов включают в себя Интернет вещей, нейро-аналитику, ERP/MES, стратегию и цифровизацию, каждый из которых используется конкретным менеджером в компании, который обладает определёнными функциями и имеет измеримый КПЭ своей работы.

Такие группы инструментов, а также основные позиции менеджеров с описанием их функций представлены в таблице 21.

Существуют и другие инструменты повышения эффективности решений управления ресурсами организации на предприятии ОДК. К ним относятся системы ANDON и визуализация, APS-система, умные роботы и RPA, блокчейн для цепочек поставок и энергетический менеджмент и устойчивость. Чтобы применить систему ANDON на ОДК необходимо понимать принцип работы этой функции.

Суть системы заключается в приоритизации качества произведённой продукции над самим процессом [48]. Управляющий орган – совет директоров – несет ответственность за распределение ключевых полномочий в группах инструментов согласно заявленным профессиональным компетенциям сотрудников в компании, что может иметь как положительный эффект, в случае корректного соотнесения, так и негативный, в случае ошибки.

Таблица 21 – Распределение задач менеджмента по группам инструментов

Группа инструментов	Позиция менеджера	Основная функция
Интернет вещей (IoT)	Технический директор	Проверка оборудования и закупка индикаторов. Необходимо завершить за квартал более 75% работы
	Управляющий производственным циклом	Проверка индикаторов и снижение ТР до 78 минут за смену
	Руководитель информационного отдела	В первом полугодии необходимо добиться экономии 19,5 млн руб. за месяц
Нейро-аналитика	Руководитель аналитиков данных	Апробация LSTM-модели и снижение риска узкого горлышка менее 16%
	Исполнительный директор	Апробация более чем 90% рекомендаций и корректировка задач на их базе (+43% к КПЭ)
	Главный логист	Снижение запасов на 21% с целью экономии более чем 150 млн руб. в год
ERP / MES (Система планирования ресурсов/Система управления производством)	Главный финансист	Цель по ROI 218% и достижение окупаемости за 5,5 мес.
	Управляющий производственным циклом	Снижение себестоимости на 17%
	Специалист кадровой службы	Увеличение машинного труда в два раза
Стратегия цифровой трансформации	Генеральный директор	Постановка цели по производству более чем 150 двигателей к 2030 году
	Финансовый аналитик	Увеличение прозрачности решений за счет внедрения BI-систем
	Совет директоров	Корректировка стратегии при необходимости

Источник: составлено автором.

По сути, принцип автоматически работает на отключение производственной линии при наличии существенных отклонений от нормы производства. Система автоматически оповещает о производственных изменениях с помощью цветowych датчиков.

Операторы продукции могут мгновенно заметить проблему на производстве и сократить реализации продукции с целью выявления проблематики и ее устранения. Опираясь на показатели, которые представлены ранее можно сделать прогноз, что уровень нормальной Capacity производственной линии составит более чем 90%, ситуация узкого горлышка может возникнуть при достижении этого показателя значения в 17%, а аварийная ситуация наступает только в случае падения производительности до 60% и в таком случае производство полностью останавливается.

Архитектура интеграции такого решения в систему подробно обоснована в следующем параграфе.

С точки зрения преимуществ можно выделить следующие показатели, которые позитивно повлияют на производительность ОДК: Снижение времени реагирования на возникшую неполадку в 15 раз, снижение вероятности производства дефективного продукта около 20%, что позитивно скажется на финансовых результатах компании и позволит снизить производственные травмы почти в два раза.

Следующей системой, которая поможет существенно оптимизировать систему планирования на предприятии ОДК является APS-система. Суть системы базируется на аналитике нейросетей и искусственного интеллекта. Система позволяет быстро генерировать необходимые схемы и чертежи для производственных процессов, чтобы у всех заинтересованных имелась возможность оперативно разобраться в проблеме. Поскольку в нашей модели показатели Capacity, узкого горлышка и ОЕЕ не столь высоки на текущий момент, система APS позволит сокращать производственные циклы и тем самым увеличивать производительность предприятия.

Система APS функционирует на базе алгоритмических расчетов. Такие алгоритмы позволяют запрашивать данные из трех систем сразу по мере необходимости: система ожидаемого спроса, процент загрузки производственной линии и текущий согласованный план нагрузки на производственную линию. Соответственно на первом этапе анализируется

спрос клиентов на двигатели, на втором этапе производится формирование плана по загрузке (92% мощность и ТР 2 часа 40 минут) и на третьем этапе составляется поминутное расписание для всех станков предприятия с учетом целей производства и поставленных задач менеджментом.

Алгоритм работы APS-системы рассчитывается по формуле (14)

$$\min f = w1 \times \Sigma(\text{опоздания}) + w2 \times \Sigma(\text{простои}) + w3 \times \Sigma(\text{переналадки}), \quad (14)$$

В нашем сценарии не стоит забывать про существующие ограничения по Capacity и узкому горлышку.

Архитектура внедрения APS-системы подробно описана в следующем параграфе.

Основными преимуществами APS-системы для ОДК являются технические и экономические эффекты.

При текущих сроках планирования изменений на производственной линии необходимо закладывать около 72 часов. Вероятность нарушить текущие сроки довольно высока и составляет порядка 30%. Система APS позволяет снизить время планирования до 30 минут с 72 часов, что позволит существенно быстрее реагировать на необходимость спланировать порядок действий.

Вероятность не уложиться в сроки также существенно корректируется в меньшую сторону ввиду преимуществ APS и может достигать определенного показателя в 4-5% [75]. Цикл производства может сократиться почти в два раза, что, как следствие, увеличит выпуск продукции в два раза за год.

Умные роботы и RPA также позволяют существенно оптимизировать управленческие процессы на производстве ОДК. Оптимизация управленческих процессов по производству лопаток для двигателей ПД-14 и ПД-8 может привести к существенному эффекту в показателях ОЕЕ,

Capacity, степени внутренней интеграции систем и существенно увеличить машинное производство.

Технологии машинного зрения KUKA позволят оптимизировать такие процессы на производстве как обработка лопаток для двигателя и увеличение степени огнеупорности техники. Процесс внедрения роботов на производственную линию снизит риск для здоровья человека и позволит сконцентрировать умственные способности для решения более глобальных задач. На этапе обработки лопаток двигателя требуется пунктуальность и концентрация, из-за недостатка которых ранее с этим процессом возникали существенные проблемы [10]. Технология использования робот позволила оптимизировать этот процесс и тем самым снизить риск.

Интеграция роботов в текущие системы производства базируется на технологии IoT-датчиков, которые, как подробно рассказано ранее, установлены на производственных элементах предприятия.

Ключевыми эффектами от реализации технологии умных роботов является практически двукратное увеличение машинного производства и увеличение ОЕЕ на 4%. Выпуск готовой продукции позитивно сказываться на коэффициенте узкого горлышка и позволяет экономить более 100 млн руб. в год.

Согласно планам внедрения данной технологии в ОДК важно понимать этапы этого внедрения и разработать конкретный план. Внедрение технологии обеспечит формирование внутренней экосистемы на предприятии и обеспечит его автономность. Дорожная карта представлена в параграфе 3.3.

Блокчейн и цепочки поставок на предприятии ОДК позволят обеспечить снижение рисков недостатка материалов для производства продукции и обеспечить комплексную ресурсную базу для производства двигателя.

Блокчейн по цепочкам поставок двигателей функционирует следующим образом: на каждом компоненте, который используется для производства готовой продукции, проставляется уникальный серийный номер, который гарантирует подлинность материала [77]. На каждом этапе логистики или

производства происходит процесс подписания электронной подписью, которая гарантирует подлинность материала, в противном случае подписант несет прямую ответственность за приемку или отправку продукции. Архитектура работы системы описана в параграфе 3.3.

С точки зрения управленческих решений, внедрение такой технологии существенно снижает риски коллапса логистического процесса. На ОДК увеличится прослеживаемость продукции на 30%, снизится время на принятие решения о соответствии материала установленным нормам до минимума и снизится вероятность проблемы задержки груза на таможне в 7 раз.

Экономический эффект от блокчейна позволит сэкономить более чем 140 млн руб. предприятию за счет снижения количества поставщиков продукции и концентрация только на проверенных контрагентах (60 млн руб.) и снижении производственного времени на проверку подлинности до 0,01%, что даст финансовый эффект в 80 млн руб.

Энергетический менеджмент и устойчивость являются одним из самых перспективных направлений развития предприятия [35]. Поскольку данная методика основана на уровне потребляемой энергии предприятием, важно понимать, что снижая затраты на ресурсы при производственном процессе с помощью управленческих решений, возможно существенно сократить себестоимость производства и сделать его более прибыльным.

Как обосновано ранее, внедрение IoT-датчиков на разных элементах производственного цикла позволит существенно повлиять на ключевые показатели эффективности. Базовым принципом, который широко используется на многих предприятиях, может являться ESG-стандартизация. Для интеграции в текущие производственные процессы ESG необходимо поставить задачу разработчикам предприятия по внесению этого показателя в дашборды компании, которые относятся к ROI.

Принцип работы таких датчиков основан на передаче данных с оборудования в автоматизированную BI-систему, которая позволит мониторить ESG-метрики по экономии мощности и выбросам в атмосферу.

Внедрение такой системы несет в себе как финансовые, так и производственные эффекты. В кейсе неиспользования технологии энергетического менеджмента ОДК рискует переплачивать дополнительные 130- 160 млн руб. в год на электроэнергию.

Система автоматической остановки производственной линии позволит сократить затраты на электричество.

Снижение выброса углекислого газа в атмосферу до 400 kilotonn в год снизит эффект от загрязнения атмосферы и положительно скажется на ESG. Система смарт-стоп на производственной линии обеспечит устранение проблем с простоями и работы линии впустую, что является очевидным преимуществом энергетического менеджмента.

Установка таких датчиков обойдется компании примерно в 50 млн руб., что обеспечит быструю окупаемость в 4 месяца за счет финансового эффекта от их внедрения.

Необходимо подробно разобрать компоненты внедрения системы энергетического менеджмента на ОДК.

На обязанности технических специалистов необходимо заложить бюджет в 70 млн руб. для закупки установки датчиков на предприятии. После этого необходимо произвести расчет прогнозного расхода электроэнергии с, и без внедрения датчиков, что обойдется компании 60 млн руб.

В функции финансового директора важно заложить разработку мотивации сотрудников и приоритизации концепции ESG.

Таким образом, суммарный бюджет на осуществление концепции составит 130 млн руб., и сильно увеличит сроки их окупаемости.

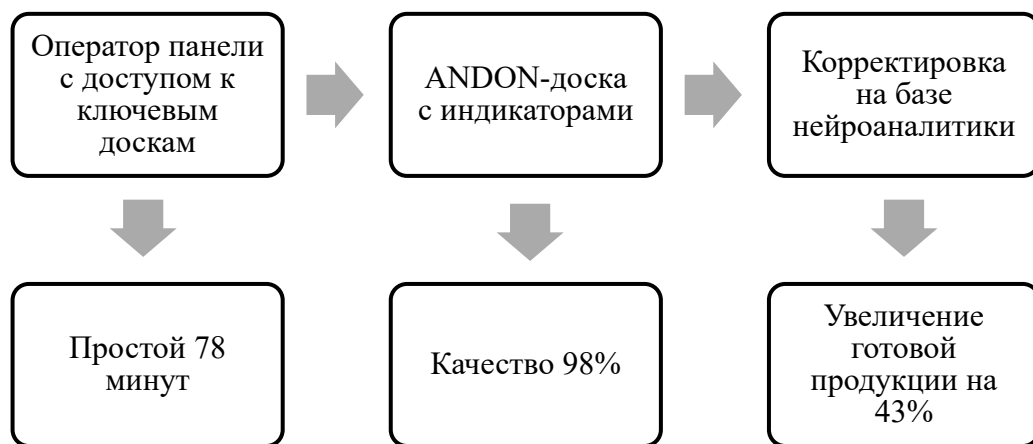
Управляющие предприятия заинтересованы в кратном сокращении сроков окупаемости инвестиций, поскольку оборудование и внедряемые технологии относительно текущего бюджета составляют значительную долю расходов на развитие технологических- и бизнес- процессов.

«Стоимость» ошибки от неверно подобранного оборудования или технической поломки имеет прямое влияние на финансы компании.

3.3 Алгоритм и архитектура использования автоматизированных систем управления ресурсами в организации

Для каждой из систем, которые разобраны в 3.2 необходимо составить архитектуру их исполнения на предприятии Филиал АО «ОДК» «ОМО им. П.И. Баранова» и описать их.

ANDON-система имеет преимущества внедрения в структуру ОДК. Архитектура отражена на рисунке 15.



Источник: составлено автором.

Рисунок 15 – Архитектура комплексной интеграции ANDON-системы

Ключевой фигурой этого процесса может стать ответственный сотрудник предприятия, который по необходимости нажимает на сигнал, при обнаружении неисправности на производстве.

При производстве двигателя ПД-14 может возникнуть ситуация, при которой сотрудник обратит внимание на проблему прогара камеры сгорания. В этой ситуации, поскольку она является критической, на производстве пройдет сигнал с датчика прямо к оператору о необходимости остановки линии или принятии решения о вмешательстве.

На ANDON-доске отображены показатели системы, на основании которых необходимо принять решение об остановке производственной линии [62]. После этого запускается система аналитики данных, которые привели к сбою в системе и выявляется ошибка. Данная система апробирована на

предприятия ФАУ ЦИАМ имени П. И. Баранова. Данный кейс берется в разбор для выявления причин его возникновения и устранения.

По итогам инцидента проводится расследование и выявляются ответственные сотрудники, которые совершили халатность на производстве или технический дефект линии, в рамках которого создается рабочая группа по разбору и определяются сроки устранения. На период 78 минут неработоспособности системы рассчитывается упущенная выгода. Убытки от этого инцидента ложатся на компанию и менеджмент обязан принять все возможные меры для избежания возникновения таких ошибок впредь.

С точки зрения реальных действий сотрудников происходит следующее. Оператор системы производит операцию, которая приводит в активное состояние систему. После этого поступает сигнал на ADS и планшеты всех сотрудников этой производственной цепи.

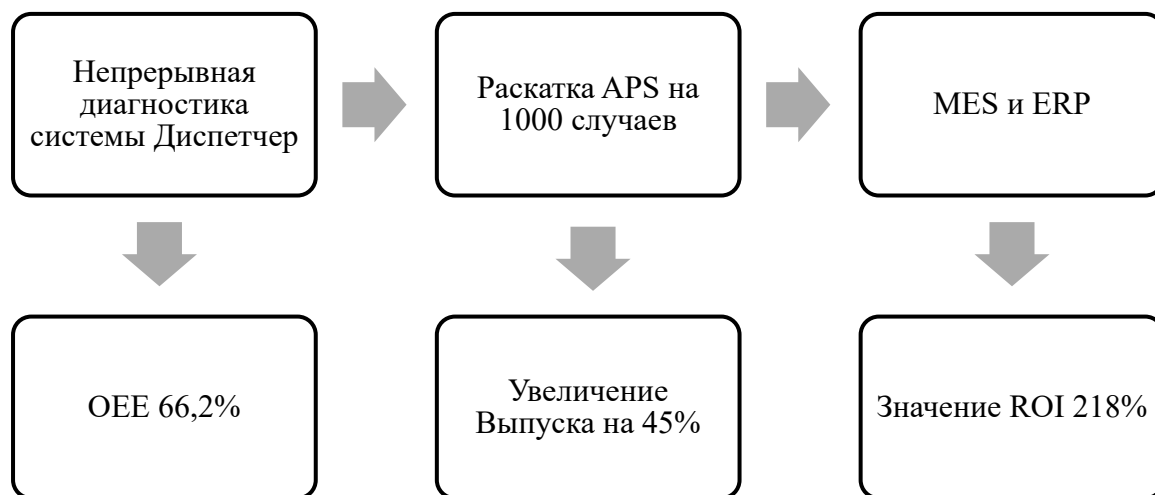
Происходит разбор инцидента и выбирается наиболее компетентный специалист, который оперативнее всего может добраться до места инцидента и устранить неполадку [83]. В рамках деятельности сотрудники ОДК используют специальные планшеты, которые отображают состояние производственного процесса. Эффект от внедрения такой системы рассчитан ранее.

Система APS имеет свою сложную архитектуру и процесс активации. Для интеграции в предприятие ОДК такой системы необходимо использовать иностранное ПО или российские аналоги по типу «Диспетчер». Показатели, которые играют ключевую роль при функционировании системы – это время планирования, производственный цикл и количество произведенной продукции.

Система с APS передает данные дважды в минуту по техническим характеристикам системы и методам перепланирования. Вибрация с частотой в 200 Гц поступает через узкое горлышко в нейросеть LSTM.

Необходимо подробнее разобрать архитектуру системы интеграции роботизированных систем в производство ОДК.

Ниже представлена основная архитектура, на основании которой происходит взаимодействие в системе. Техническая реализация состоит из шести ступеней, как показано на рисунке 16.

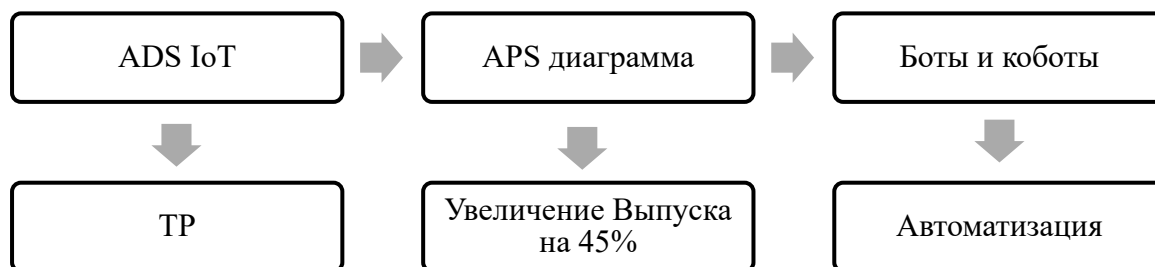


Источник: составлено автором.

Рисунок 16 – Техническая реализация системы

ADS IoT передает информацию в смежные системы TP и APS диаграмму. В рамках функционирования APS диаграммы происходит увеличение выпуска продукции, благодаря внедрению современных технологий.

Созданные боты и коботы обеспечивают автоматизацию производства в краткосрочной перспективе и позволяют оптимизировать затраты менеджмента на производство единицы продукции, а также затраты на персонал, как показано на рисунке 17.



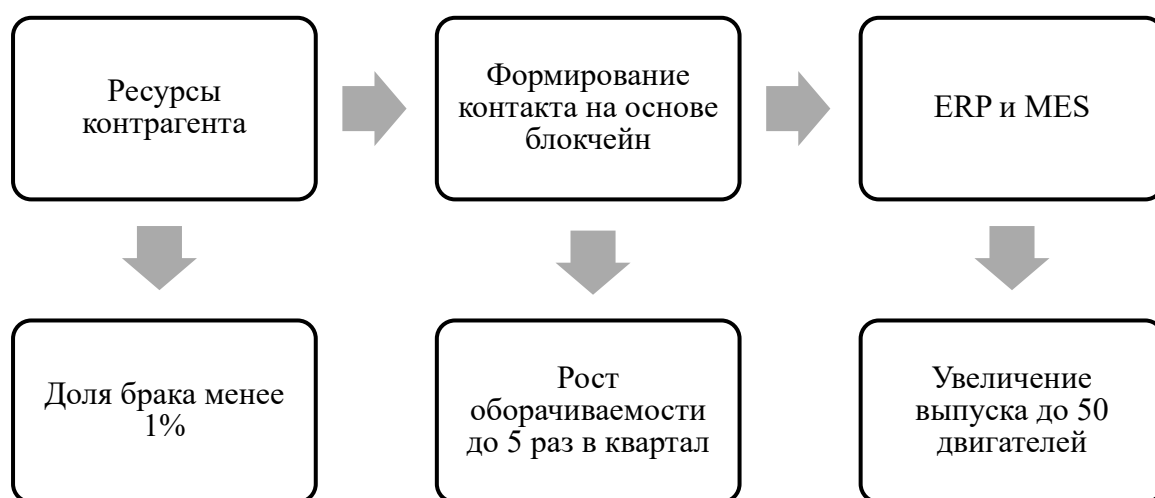
Источник: составлено автором.

Рисунок 17 – Архитектура системы интеграции роботизированных систем

Постепенное внедрение современных технологий на производстве неизменно ведет к новым разработкам и замене ручного труда роботизированным. Суть процесса заключается в том, что ADS в течение получаса формирует цикл, данные от которого впоследствии передаются в две системы: TP и APS. На основании этих данных роботы проводят техническую корректировку на основе технологий IoT. После этого происходит обновление работоспособности системы и обновляются данные в дашборде.

Система блокчейна и цепочек поставок на производственном предприятии описана ранее. Архитектура системы состоит из нескольких этапов и требует детального описания.

Ресурсы контрагента являются базой для формирования контракта, который заключается между компаниями на основе блокчейн, что ведет к росту защищенности такой сделки. За счет возможности обеспечить взаимовыгодное сотрудничество растет оборачиваемость капитала несколько раз в квартал. Контракт на основе блокчейн служит связующим механизмом для технологий ERP и MES, которые, как описано ранее, благоприятно влияют на выпуск продукции компании, как показано на рисунке 18.



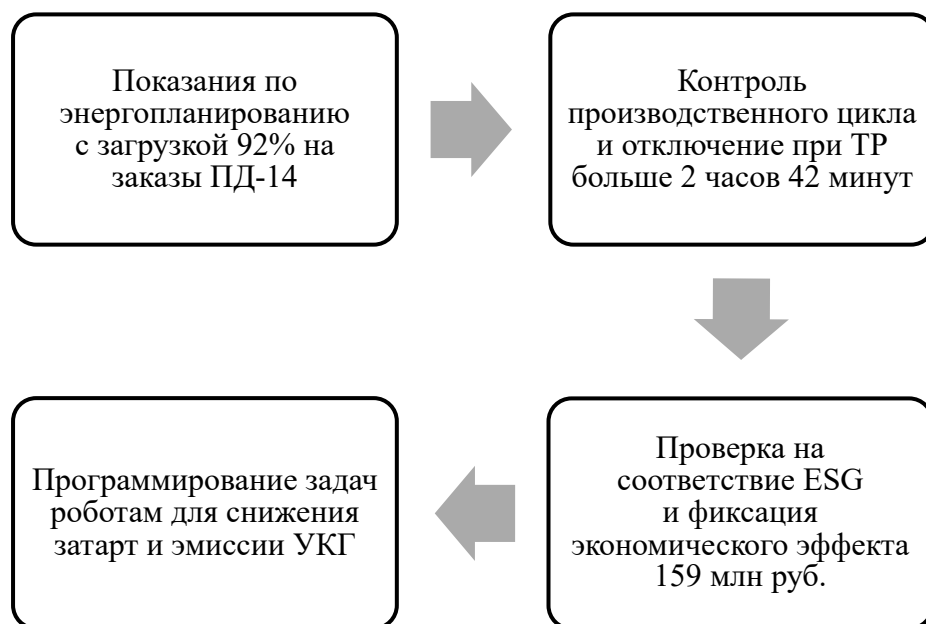
Источник: составлено автором.

Рисунок 18 – Архитектура системы блокчейн и цепочек поставок

Ресурсы от поставщиков (титан) поступают на предприятии с помощью специального контракта, который содержит элементы криптографии и не может быть подделан. Проводится детальная проверка системами ERP и MES, при этом, параллельно, можно наблюдать определённые эффекты [29]. Вероятно, вырастет прозрачность расчетов и снизится количество и объем бракованных продуктов.

Произойдет существенный рост оборачиваемости капитала, что даст дополнительные возможности менеджменту для распоряжения средствами. Все этапы этого процесса в конечном итоге приведут к увеличению производительности сотрудников и росту количества выпускаемой продукции. Акцент при данной архитектуре остается на учете реальных остатков на производственной линии.

Финальной системой, которую можно использовать на предприятии ОДК при цикле PDCA на первом уровне экосистемы для увеличения показателей ESG, является энергетический менеджмент, как представлено на рисунке 19.



Источник: составлено автором.

Рисунок 19 – Архитектура системы энергетического менеджмента

Энергетический менеджмент является крайне важным направлением развития ОДК, поскольку управление количеством выбросов в атмосферу может сказываться на производстве предприятия, репутации производства, заинтересованности сотрудников [19]. Каждый из сотрудников обязан понимать важность работы этих архитектур для принятия необходимых по инструкции действий на предприятии.

На основе представленной информации можно составить список с ответственностью для каждого члена управляющей структуры предприятия.

Технический директор ОДК обязан непосредственно участвовать в процессе адаптации технологий роботов на предприятии, поскольку он несет ответственность за технический эффект. Помимо этого, он должен контролировать основные показатели эффективности, которые относятся к производственному циклу и влияют на потребление энергии на предприятии. Технический директор должен иметь возможность проконсультировать заинтересованных сотрудников по технологиям ANDON и самостоятельно погружаться в изучение APS моделей.

Операционный директор предприятия несет прямую ответственность за продвижение информированности сотрудников и членов совета директоров о системе ANDON. Помимо этого, он обязан внедрять APS модели на предприятии и консультировать заинтересованных сотрудников по технологиям внедрения современных технологических решений, которые основаны на базе роботизированных технологий [67]. Новейшие технологии блокчейн-контрактов находятся в его поле зрения, помимо всего прочего, но не требуют глубинного погружения в процесс.

Финансовый директор, как лицо, ответственное за принятие финансовых решений в компании обязан быть в курсе всех процессов, которые затрагивают производственный процесс. Помимо прямой ответственности за формирование цепочек контрактов, финансовый директор должен контролировать систему КПЭ в ОДК. Другие процессы должны быть донесены

до финансового директора в полной мере с целью корректировок текущих финансовых потоков.

Главный специалист кадровой службы, как лицо, принимающее решения, также обязан быть проинформирован о системе КПЭ в компании, и, помимо этого, нести прямую обязанность за продвижение ANDON среди сотрудников и участвовать в процессе интеграции этой системы.

Глава компании должен быть в курсе всех событий в компании довольно на глубинном уровне. Он несет прямую ответственность за достижение целей компании и должен разбираться досконально в процессах энергетики, контрактной системы блокчейн и APS моделях. В остальных пунктах достаточно общей информированности.

Таким образом, управление ресурсами организации строится на адаптации различных автоматизированных систем, которые позволяют упрощать основные функции менеджеров и концентрироваться на стратегии развития предприятий и анализировать информацию с устройств, которые предоставляют ее по запросу.

Заключение

Проведенное исследование дает возможным сделать вывод о том, что управление ресурсами организации в условиях цифровой трансформации является сложным и многогранным процессом, который требует глубинного погружения в совершенно разные технические, экономические, производственные и управленческие процессы. Исключительное изменение набора навыков и методов управления персоналом не сможет обеспечить целостную трансформацию всего производства и системы управления, поскольку необходимо на ежедневной основе продвигать идеи цифровой трансформации и необходимости использования современных методик по управлению персоналом среди рядовых сотрудников предприятия, их непосредственных руководителей и топ-менеджмента. Внедрение современных технологий позволит оптимизировать производственные и управленческие процессы на предприятии, сделать их более гибкими и нацеленными на результат.

Базу из методов для проведения анализа в исследовании составляет системный подход, который объединяет комплексную заинтересованность в развитии управленческих решений в организации – авиационном конструкторском бюро как сотрудников предприятия, управляющего персонала, государства, заказчиков конечной готовой продукции. Проанализировано взаимодействие на предприятии ОДК между главным инженером, коммерческим директором, директором по испытаниям, директором по производству и административным блоком в части апробации новейших технологий в процессе производства и управления организацией с использованием методик ANDON, ERP, PLM и другими. Изучены ситуации по внедрению описанных методов в отделы Планеров, Шасси и управления, Силовых установок, Авионики и системы (РЭО и навигации), Гидравлики и жизнеобеспечения. Комплексное использование предложенных методов

позволит вывести управление предприятием на новый уровень, что позволит в будущем составить конкуренцию авиационным гигантам.

Комплексный подход к трансформации управления технологической организацией – авиационным конструкторским бюро состоит не только из процессов обновления технической оснащённости производств, но и обновления кадров. Такое обновление становится возможным в случае, если руководство компании заинтересовано в инвестировании в интеллектуальный капитал своего предприятия – в сотрудников. Основной из задач менеджмента становится продвижение современных технологий на производстве среди сотрудников и обоснование необходимости цифровизации текущих процессов на производстве ввиду обновления всей отрасли. Построенная на продвижении концепции цифровизации новая управленческая модель позволит сделать производство авиационной продукции гибким и современным процессом.

В рамках изучения текущего состояния готовности ОДК к осуществлению цифровизации управленческих процессов изучены внешние и внутренние факторы. К внешним факторам отнесены способность государства оказывать поддержку предприятию, а также возможность управляющего персонала компании оперативно реагировать на возможные и текущие санкции со стороны других стран. К внутренним факторам отнесены возможность внедрить современные системы по управлению персоналом и производством, базируемые на принципах работы ERP. Помимо описанных факторов важнейшим стимулом к развитию предприятия могут стать цели руководства по достижению определённых стандартов качества продукции, которые приняты в отрасли, а также желание внедрять на все производственные стадии современные технологические решения, функционирующие на базе искусственного интеллекта, нейросетей и Интернета вещей. К условиям цифровой трансформации предприятия ОДК относится переход с устаревших систем, на которых функционирует управление предприятием на новые современные решения, по типу PLM

и ERP. Уровни цифровой трансформации управленческих решений на предприятии подробно описаны в формате архитектуры во 2 и 3 главах.

В процесс анализа специфики управления ресурсами ОДК разобраны влияние новых технологий на планирование производства и изменение цепочек поставок. В главе представлены основные зоны ответственности менеджмента в компании, которые включают в себя модернизацию бортового оборудования, приоритизацию производства перед государством, варианты импортозамещения продукции, описание процесса смены текущих самолетов у конечных заказчиков, процесс обмена опытом с партнерами, возможности адаптации технологий зарубежных компаний. Выявлены направления развития продукции, среди которых оптимизация бортового оборудования, варианты импортозамещения продукции, процесс обновления авиапарков, государственный интерес в развитии отрасли. Представлены основные технологические приоритеты, которые позволят осуществить технологический прорыв: Цифровые двойники, ИТ-моделирование, Виртуальная и дополненная реальность, графический дизайн, IoT и компьютерное проектирование. Объединение этих технологий в единую цифровую платформу позволит компании стать полностью цифровой. Сформированы основные направления процесса цифровизации, среди которых клиентский опыт, ОВД (организация воздушного движения), платформенная экономика, модификация процессов обслуживания, забота о сотрудниках, цифровая идентификация, производственные мощности и техническая поддержка. Доработана концепции бережливого производства, Agile, искусственного интеллекта, ключевые проблемы, управление выручкой предприятия и реновации оборудования.

Помимо этого, детально разобраны все организационно-управленческие структуры всей организации – авиационного конструкторского бюро, Производственного отдела, отдела Планеров, отдела Шасси и управления, отдела Силовых установок. Выявлены основные риски и барьеры цифровой трансформации в управлении ресурсами организации, среди которых

присутствуют ИТ-угрозы, кадровый голод, технические неполадки, финансовые проблемы, а также сформированы рекомендации по их снижению и полному устранению. Данные группы рисков объединены в единый формат и рассмотрены с точки зрения критичности и возможности наступления. Сформированы карты воздействия рисков и тепловые матрицы воздействия киберрисков, кадровых рисков, технических рисков, финансовых рисков в компании. На основе этих данных сформирована матрица возможностей по их снижению.

В третьей главе представлены основные положения и рекомендации по способам управления ОДК: метрики, задачи, инструменты, архитектуры, алгоритмы и ключевые показатели. В главе рассмотрены основные цифровые инструменты менеджмента и архитектура использования автоматизированных систем и эффект от их внедрения.

В работе сформированы основные метрики организации, на основе которых менеджмент принимает ключевые решения. В частности, метрики по контролю за деятельностью предприятия включают в себя Время неиспользования оборудования, ОЕЕ, Зрелость производства и узкое горлышко. Проведено распределение ключевого функционала в компании по уровням менеджмента с формированием перечня задач и ключевого функционала. Проведены расчеты метрик ОЕЕ, Capacity, Quality, вероятности узкого горлышка, зрелости предприятия, оборачиваемости на предприятии, ТР снижения, экономической выгоды, ROI, окупаемости. На основе метрик предложены задачи по реализации, которые позволят улучшить текущие показатели, менеджменту предприятия. Среди групп инструментов выделены IoT, Нейро-аналитика, ERP и MES, результаты которых берутся во внимание при принятии управленческих решений советом директоров в ОДК. На основе представленных решений сформированы архитектуры по внедрению предложенных решений, в частности ANDON-система, APS-система, умные роботы и RPA, блокчейн для цепочек поставок и энергетический менеджмент и устойчивость.

Развитие системы управления организацией – авиационным конструкторским бюро – это сложный и многогранный процесс, который требует непрерывного вовлечения всех участников этого процесса. С использованием технологий APS, ANDON, RPA, блокчейн для цепочек поставок рентабельность продукции возрастает из-за осознанных и обоснованных управленческих решений совета директоров. Поскольку в иностранных организациях – авиационных конструкторских бюро таких как Boeing и Airbus уже много лет используются выше представленные технологии, то сокращение технологического разрыва между предприятиями тесно связано с развитием методик управления персоналом на производстве.

Список литературы

Нормативные правовые акты

1. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Текст : электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/ (дата обращения: 10.01.2026).
2. Об утверждении методических рекомендаций по разработке и реализации отраслевых программ цифровой трансформации [Приказ Минэкономразвития России от 22 января 2021 года № 23]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376525/ (дата обращения: 10.01.2026).
3. Федеральный проект «Нормативное регулирование цифровой среды» от 01 ноября 2018г. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319264/ (дата обращения: 10.01.2026).

Книги, учебники и монографии

4. Вялов, А.В. Основы технологии производства самолетов / А.В. Вялов. – 2-е издание. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2013. – 145 с. – ISBN 978-5-7765-1016-8.
5. Грибанов, Ю.И. Цифровая трансформация бизнеса / Ю.И. Грибанов, М.Н. Руденко. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. – 213 с. – ISBN 978-5-394-03961-4.

6. Гудкова, О.Е. Технологии обеспечения диверсификации предприятий как способа сохранения потенциала оборонно-промышленного комплекса / О.Е. Гудкова. – Москва : ДиректМедиа, 2021. – 224 с. – ISBN 978-5-4499-1462-0.

7. Щербаков, А.Г. Организационно-экономический механизм внедрения цифровых технологий на предприятиях оборонно-промышленного комплекса России / А.Г. Щербаков. – Москва : Проспект, 2019. – 174 с. – ISBN 978-5-8149-2522-0.

8. Kirchmer, M. BPM CBOK Version 4.0: Guide to the Business Process Management Common Body of Knowledge / M. Kirchmer, M. Scarsig, P. Frantz. – Publisher : ABPMP International, 2019. – 420 p. – ISBN 978-1-7048-0934-2.

9. Weill, P. What's Your Digital Business Model? Six Questions to Help You Build the Next-Generation Enterprise / P. Weill, S. L. Woerner. – Boston : Harvard Business Review Press, 2018. – 272 p. – ISBN 978-1-63369-271-3.

10. Корпоративные стратегии и технологии в условиях формирования приоритетов глобального будущего : монография / коллектив авторов ; под редакцией И.Ю. Беляевой, О.В. Даниловой. – Москва : КНОРУС, 2025. – 416 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-406-15066-5.

11. Корпоративные стратегии и технологии в период глобальных трансформаций : монография / коллектив авторов ; под редакцией И.Ю. Беляевой, О.В. Даниловой. – Москва : КНОРУС, 2024. – 272 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-406-13093-3.

12. Друкер, П. Друкер на каждый день. 366 советов успешному менеджеру / П. Друкер, Дж. Макьярелло ; перевод с английского А. Рыбанец. – Москва : Эксмо, 2013. – 432 с. – ISBN 978-5-91657-652-8.

13. Минцберг, Г. Стратегическое сафари. Экскурсия по дебрям стратегического менеджмента / Г. Минцберг, Б. Альстранд, Ж. Лампель ; перевод с английского. – Москва : Альпина Паблишер, 2013. – 367 с. – ISBN 978-5-9614-2223-8.

14. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж. Чампи ; перевод с английского В.С. Каткало. – Санкт-Петербург : Издательство С.-Петербургского университета, 1997. – 332 с. – ISBN 5-288-01978-9.

Диссертации

15. Дин, Шуи. Цифровая трансформация управления организациями с использованием платформенного подхода : специальность 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика: экономика инноваций : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Дин Шуи ; Юго-Западный государственный университет. – Курск, 2023. – 210 с.

16. Зинченко, В.В. Цифровизация как фактор устойчивого развития компании : магистерская диссертация / Зинченко Валерия Владимировна. – Екатеринбург, 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/86571> (дата обращения: 12.02.2026).

17. Иванов, Г.А. Развитие системы управления образовательной организации высшего образования в условиях цифровой трансформации : специальность 5.2.6. Менеджмент : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Иванов Григорий Алексеевич ; Финансовый университет. – Москва, 2025. – 180 с.

18. King, M.M. Forward-Looking Strategies for Safely Adopting Digital Transformation in Aviation : dissertation / King M. M. ; Walden University. – 2022. – Текст : электронный. – URL: <https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/12423/> (дата обращения: 12.03.2026).

19. Payne, T.V. Strategies to Manage Supply Chain Disruptions in the Aircraft Manufacturing Industry : dissertation / Payne T. V. ; Walden University. – 2025. – Текст : электронный. – URL:

<https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/16960/> (дата обращения: 26.01.2026).

20. Prieto Remón, T. Impact of International Organizations Digitalization Programs on Air Transport Sustainability: The IATA Case : dissertation / Prieto Remón T.; Industriales. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://oa.upm.es/68447/> (дата обращения: 26.01.2026).

Статьи из периодической печати, сборники

21. Абрамов, В.И. Цифровизация HR-аналитики в компании: характеристики, преимущества, практики / В.И. Абрамов, М. Айнур // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2023. – № 4. – С. 94–110. – ISSN 0130-0105.

22. Акулинин, Ф.В. Управление персоналом компании в условиях цифровизации / Ф.В. Акулинин, Д.А. Рябчина // Инновационное развитие экономики. – 2020. – № 5 (59). – С. 95–101. – ISSN 2223-7984.

23. Алексахина, Л.В. Роль современных институтов в стратегировании развития морского транспорта и логистики / Л.В. Алексахина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 12-1 (70). – С. 34–36. – ISSN 2411-0450.

24. Алиева, А.Б. Управление проектами: методы, средства и инструменты / А.Б. Алиева // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 12-1 (70). – С. 37–40. – ISSN 2411-0450.

25. Апарин, Д.А. Подход к выбору направления стратегического развития компании в эпоху цифровой трансформации / Д.А. Апарин, Я.Р. Зайнитдинова // Научные исследования. – 2018. – № 3 (22). – ISSN 2500- 3402.

26. Арсеньева, Н.В. Особенности внедрения цифровых технологий на предприятиях авиационной отрасли / Н.В. Арсеньева, Г.В. Дементьева // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – № 4. Том 11. – С. 1693– 1706. – ISSN 2222-0372.

27. Астафьева, О.Е. Методология развития бизнес-процессов в условиях цифровой экономики при формировании механизма устойчивого развития промышленности / О.Е. Астафьева // Управление. – 2021. – № 4. – С. 65–86. – ISSN 2309-3633. – DOI 10.26425/2309-3633-2021-9-4-65-86.

28. Афанасьев, А.А. Цифровая трансформация машиностроения России в контексте четвертой промышленной революции / А.А. Афанасьев // Вопросы инновационной экономики. – 2024. – № 1. Том 14. – С. 221–240. – ISSN 2222-0372. – DOI 10.18334/vines.14.1.120680.

29. Афанасьева, О.А. Разработка стратегии внедрения информационных технологий в деятельность организаций авиастроения / О.А. Афанасьева // Стратегическое планирование и развитие предприятий : материалы XXIV Всероссийского симпозиума (Москва, 11–12 апреля 2023 г.) / под редакцией Г.Б. Клейнера. – Москва : ЦЭМИ РАН, 2023. – 679 с. – ISBN 978-5-8211-0814-2.

30. Афян, А.И. Глобальные тренды в мировом гражданском авиастроении в условиях цифровой трансформации отрасли / А.И. Афян // Экономика и управление. – 2023. – № 7. Том 29. – С. 720–730. – ISSN 1998-1627.

31. Ахметджанов, Д. Эффективное управление ресурсами как фактор экономического роста / Д. Ахметджанов // IN SITU. – 2024. – № 6. – С. 38-40. – ISSN 2411-6130.

32. Базылев, Я.С. Цифровая трансформация авиастроения: оценка информационных систем и применения цифровых технологий / Я.С. Базылев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2021. – № 17. Том 2. – С. 327–329. – ISSN отсутствует.

33. Байков, Ф.Ю. Цифровая трансформация мирового рынка авиационных услуг / Ф.Ю. Байков // E- management. – 2020. – № 2. – С. 41–48. – ISSN 2658-4034.

34. Белякова, Г.Я. Специфика и особенности цифровой трансформации авиаотрасли / Г.Я. Белякова, В.М. Аврамчиков // Вестник СибГАУ. – 2021. – № 4. Том 22. – С. 117–127. – ISSN 2658-4034.

35. Болта, М.С. Инновационные технологии в управлении ресурсами организации / М.С. Болта // Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации : сборник материалов Международной науч. конференции молодых исследователей (Социальный инженер-2024). Часть 5. – Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2025. – 361 с. – С. 42. – ISBN 9785-7055.

36. Брюзгина, А.О. Об оценке готовности компании к цифровой трансформации / А.О. Брюзгина, А.В. Лихтер // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2020. – Том 3. – С. 125–127. – ISSN 2222-643X.

37. Бувеч, А.П. Особенности цифровой трансформации российских предприятий / А.П. Бувеч, А.О. Иванова, М.Г. Фомин // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – № 5. – С. 3086. – ISSN 2222-534X.

38. Ворошилина, Н.Н. Эффективность применения методов проектного управления в современных условиях / Н.Н. Ворошилина // KANT. – 2023. – № 4 (49). – С. 18–23. – ISSN 2222-243X.

39. Вылегжанина, Е.В. Формирование стратегии управления финансовыми ресурсами предприятия в условиях цифровизации / Е.В. Вылегжанина, П.А. Бочкова // Вектор экономики. – 2025. – № 3. – С. 1–12. – ISSN 2500-3666.

40. Гафиатуллин, В.А. Инструменты проектного управления инновационным развитием комплекса предприятий авиастроения / В.А. Гафиатуллин // Вестник университета. – 2016. – № 3. – С. 165–170. – ISSN 1816-4277.

41. Голубев, С.С. Влияние информационных технологий на деятельность оборонных промышленных предприятий России / С.С. Голубев // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2021. – № 6 (114). Том 3. – С. 58–66. – ISSN 2227-3891.

42. Горбачев, Н.Н. Формирование механизмов защиты транспортной инфраструктуры арктического проекта «Пояс и путь» с использованием параметрических САТ-облигаций / Н.Н. Горбачев // Арктика: экология и экономика. – 2024. – № 4 (56). Том 14. – С. 575–584. – ISSN 2949-110X.

43. Губарева, Е.А. Вопросы оптимального управления ресурсами / Е.А. Губарева // Прогрессивная экономика. – 2024. – № 6. – С. 32–42. – ISSN 2713-1211.

44. Гуськова, Н.Д. Управление цифровой трансформацией предприятия / Н.Д. Гуськова, А.В. Ерастова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 3 (105). – С. 38–41. – ISSN 2227-6017.

45. Джамай, Е.В. Цифровые технологии в авиастроении и особенности трансформации бизнес-задач в рамках генезиса новой технологической парадигмы / Е.В. Джамай, М.Е. Захаров // Вестник университета. – 2022. – № 4. – С. 76–84. – ISSN 1816-4277.

46. Донцова, О.И. Перспективы развития мировой авиации (на примере «Аэрофлота» и Lufthansa) / О.И. Донцова, А.В. Волохова // Вестник университета. – 2024. – № 7. – С. 40–48. – ISSN 1816-4277.

47. Дроздов, И.Н. Цифровизация управления человеческими ресурсами в бизнес-организации: значимость и актуальные направления / И.Н. Дроздов // Управление. – 2023. – № 2. – С. 55–62. – ISSN 2309-3633.

48. Ермаков, А.А. Экономические перспективы развития информатизации на предприятиях авиастроения / А.А. Ермаков, А.Н. Демьянов // Финансовый бизнес. – 2023. – № 3. – С. 87–92. – ISSN 0869-8589.

49. Ермаков, А.А. Цифровая трансформация в авиационной индустрии / А.А. Ермаков, С.В. Тихонова // Московский экономический журнал. – 2023. – № 1. Том 8. – С. 294–304. – ISSN 2413-046X.

50. Зявенко, О.А. Цифровизация цепей поставок в малой авиации: барьеры и перспективы развития / О.А. Зявенко, С.В. Кравец // [сборник]. – Минск : Белорусский национальный технический университет,

– 2025. – Текст : электронный. – URL: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/122426/266-269.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).

50. Ибрагимов, Р.И. Проблемы эффективного использования летательных аппаратов легкого типа в воздушном пространстве / Р.И. Ибрагимов, И.М. Сайдумаров, А. Очилов // Вестник Кыргызского авиационного института имени Абдраимова. – 2022. – № 4. – С. 18–20. – ISSN 1694-8440.

51. Иванов, И.Н. Цифровизация и проектное управление как факторы устойчивого развития организации / И.Н. Иванов, Л.В. Ореховская // Вестник университета. – 2023. – № 10. – С. 20–28. – ISSN 1816-4277.

52. Иванов, К.А. Разработка модели внедрения технологий Индустрии 4.0 в производственные процессы предприятий авиационной промышленности / К.А. Иванов, А.О. Гостилович // Экономика и управление. – 2022. – № 6. Том 28 – С. 584–594. – ISSN 1998-1627.

53. Ильин, С.М. Временная асимметрия в охране труда в отраслях с длительным производственным циклом (на примере судостроения и авиастроения) / С.М. Ильин, Н.А. Самарская, С.В. Симанович // Экономика труда. – 2025. – № 10. Том 12. – С. 1485–1500. – ISSN 2410-1613. – DOI 10.18334/et.12.10.123793.

54. Карагодин, В.В. Управление авиастроительным предприятием в условиях цифровизации / В.В. Карагодин // Наука и студенческий потенциал: от теории к практике. – 2022. – № 2. – С. 36–40. – ISSN отсутствует.

55. Кербер, Л.С. Современные особенности конъюнктуры международного рынка авиационной техники / Л.С. Кербер, А.И. Тихонов // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 6. – С. 190–194. – ISSN 2307-180X.

56. Костыгова, Л.А. Современные проблемы технологического развития промышленности: ресурсный аспект / Л.А. Костыгова, Р.В. Крутиков // Экономика и управление. – 2023. – № 5. Том 29. – С. 456–467. – ISSN 1998-1627.

57. Лапушкин, В.В. Особенности и перспективы развития российского гражданского авиастроения в условиях санкционного давления со стороны стран Запада / В.В. Лапушкин // Вестник университета. – 2024. – № 8. – С. 69–76. – ISSN 1816-4277. – DOI 10.26425/1816-4277-2024-8-69-76.

58. Лосев, А.Д. Перспективы развития конкурентоспособности российской авиационной промышленности / А.Д. Лосев // Финансовый бизнес. – 2024. – № 5. – С. 139–142. – ISSN 0869-8589.

59. Лосев, А.Д. Анализ источников финансирования конструкторских бюро и их роли в поддержании конкурентоспособности продукции гражданского авиастроения / А.Д. Лосев // Финансовый бизнес. – 2024. – № 10. – С. 36–37. – ISSN 0869-8589.

60. Лосев, А.Д. Роль менеджмента при использовании государственной поддержки в рамках перехода к технологическому суверенитету в гражданском авиастроении / А.Д. Лосев // Финансовый бизнес. – 2025. – № 5. – С. 55–60. – ISSN 0869-8589.

61. Лосев, А.Д. Влияние цифровых технологий на процессы управления авиационного предприятия: изменение моделей принятия решений и бизнес-процессов / А.Д. Лосев, И.Н. Санникова // Вопросы экономики и права. – 2025. – № 10 (208). – С. 33–35. – ISSN 2072-5574.

62. Лосев, А.Д. Основные направления модернизации производства и особенности внедрения современных технологических решений в гражданском авиастроении / А.Д. Лосев // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 11. – С. 455–461. – ISSN 1607-969X.

63. Лосев, А.Д. Влияние цифровизации на эффективность управления ресурсами в авиационном предприятии / А.Д. Лосев, И.Н. Санникова // Вопросы экономики и права. – 2025. – № 11 (209). – С. 39–42. – ISSN 2072-5574.

64. Лосев, А.Д. Особенности управления отделом финансово-экономического анализа на авиационном предприятии / А.Д. Лосев // Вестник академии знаний. – 2025. – № 6 (71). – С. 1043–1045. – ISSN 2304-6139.

65. Лосев, А.Д. Цифровые факторы управления ресурсами авиационной организации: методические основы и практические решения / А.Д. Лосев // Экономика строительства. – 2026. – № 8. – С. 141–144. – ISSN 0131-7768.

66. Мыльник, А.В. Применение облачных технологий для управления данными в промышленности: обзор ключевых функций и возможностей / А.В. Мыльник, Г.Р. Голов // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2025. – № 1. – С. 61–65. – ISSN 2072-2060.

67. Оболенская, Е.А. Цифровизация конструкторской документации в управлении жизненным циклом изделия в авиастроении / Е.А. Оболенская, Д.В. Одинокоев // Стандартизация военной техники. – 2025. – № 1. – С. 76–82. – ISSN 2782-2273.

68. Панькин, И.А. Стратегическое управление ресурсным потенциалом предприятия / И.А. Панькин, Д.С. Селяев // Актуальные вопросы современной науки. – 2024. – № 3. – С. 56–64. – ISSN 2782-3849.

69. Парахин, М.П. Проблемы управления ресурсами предприятия в условиях цифровизации / М.П. Парахин // Global Science and Innovations: Central Asia. – 2021. – № 7. – С. 41–45. – ISSN 2664-2271.

70. Петрова, Ю.В. Организационная структура управления отраслью гражданского авиастроения в советское и российское время: особенности динамики / Ю.В. Петрова // Российский социально-гуманитарный журнал. – 2024. – № 3. – С. 2. – ISSN 2949-5121. – DOI 10.18384/2224-0209-2024-3-1442.

71. Раммо, Г.С. Особенности формирования и стимулирования инновационной деятельности предприятий авиастроения / Г.С. Раммо // Вестник евразийской науки. – 2023. – № S2. Том 15. – ISSN 2588-0101. – Текст : электронный. – URL: <https://esj.today/PDF/14FAVN223.pdf> (дата обращения: 10.01.2026).

72. Сметанкина, Ю.А. Проблема корпоративного управления денежными потоками и их влияние на стоимость компаний отрасли гражданской авиации / Ю.А. Сметанкина, К.Г. Буневич, Б.С. Скляр // Экономическая безопасность: современные вызовы и поиск эффективных решений : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва : МУ им. С.Ю. Витте, 2020. – С. 687–696. – ISBN 978-5-9580-0529-1.

73. Таниртаева, Е.Е. Структура управленческого учета авиакомпаний в условиях антикризисного управления / Е.Е. Таниртаева, М.Р. Нургалиева // Вестник университета. – 2023. – № 4. – С. 360–374. – ISSN 1562-2959.

74. Ташкинов, А.Г. Этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия / А.Г. Ташкинов // п- Есоному. – 2022. – № 2. Том 15. – С. 131–141. – ISSN 2712-8148.

75. Титов, И.А. Цифровизация бизнес-процессов: влияние на экономическую эффективность / И.А. Титов // Естественно-гуманитарные исследования. – 2023. – № 47 (3). – С. 226–232. – ISSN 2309-4788.

76. Трускова, А.А. ТУ-204 – шаг к возрождению авиастроения в России / А.А. Трускова, И.А. Максимова // Гражданская авиация: XXI век : сборник материалов VII Международной молодёжной научной конференции. – Ульяновск : ГВАУ ГА(И), 2015. – 190 с. – С. 116. – ISBN 978-5-7514-0226-6.

77. Убайдуллаева, У.М. Диджитализация и ИТ-инфраструктура авиакомпаний: анализ угроз и рисков / У.М. Убайдуллаева, В.А. Толстикова // Вопросы студенческой науки. – 2020. – № 9 (49). – С. 26–30. – ISSN 2587-9480.

78. Упорова, И.В. Управление трудовыми ресурсами в контексте цифровой экономики / И.В. Упорова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – № 5. Том 5. – С. 40–48. – ISSN 2227-3891.

79. Флек, М.Б. Формирование модели инженера в условиях цифровой трансформации: взаимодействие предприятий и университетов / М.Б. Флек, Е.А. Угнич // Вопросы образования. – 2023. – № 2. – С. 147–170. – ISSN 1814-9545.

80. Черепухин, Т.Ю. Эффективное управление человеческими ресурсами в эпоху цифровой трансформации / Т.Ю. Черепухин // Вектор экономики. – 2024. – № 9. – Текст : электронный. – URL: <https://vectoreconomy.ru/images/publications/2024/9/marketingandmanagement/Cherepukhin.pdf> (дата обращения: 03.01.2026).

81. Шамлицкий, А.Я. Цифровизация бизнес-процессов предприятия ракетно-космической отрасли / А.Я. Шамлицкий // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2022. – № 18. Том 3. – С. 446–448. – ISSN отсутствует.

82. Шкробтак, И.О. Сравнение кадровых проблем авиастроения в США и России. Специфика и методы решения / И.О. Шкробтак, Л.В. Поплавская // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2021. – № 17. Том 3. – С. 450–453. – ISSN отсутствует.

83. Шпак, П.С. Экономические ориентиры и перспективы развития концепции цифровых двойников в авиационной отрасли России / П.С. Шпак, Е.Г. Сычева // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2024. – № 4. – С. 33–42. – ISSN 1812-3988.

84. Якунина, А.А. Интеллектуальная автоматизация промышленности и туризма / А.А. Якунина // Теория и практика современной науки. – 2022. – № 10 (88). – С. 145–156. – ISSN 2412-9682.

85. Катькало, В.С. Место и роль ресурсной концепции в развитии теории стратегического управления / В.С. Катькало // Российский журнал менеджмента. – 2003. – № 2. Том 1. – С. 3–17. – ISSN 1729-7427.

86. Орехова, С.В. Ресурсная стратегия фирмы: инвестиционные модели и российская специфика / С.В. Орехова // Современная конкуренция. – 2003. – № 3. Том 10. – С. 47–63. – ISSN 1993-7598.

87. Ткаченко, И.Н. Стейкхолдерская модель корпоративного управления: методика оперативной оценки влияния макроэкономических вызовов / И.Н. Ткаченко, М.А. Метелева // Управленческие науки. – 2024. – № 4. Том 14. – С. 6–21. – ISSN 2304-022X.

88. Тис, Д.Дж. Динамические способности фирмы и стратегическое управление / Д.Дж. Тис, Г. Пизано, Э. Шуен // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 8: Менеджмент. – 2003. – № 4. – С. 133–185. – ISSN 1605-7953.

Иностранные источники

89. Abdallah, Y.O. Understanding Digital Transformation in the Manufacturing Industry: A Systematic Literature Review and Future Trends / Y.O. Abdallah, E. Shehab, A. Al-Ashaab // Product: Management and Development. – 2021. – ISSN 2237-5228. – Текст : электронный. – URL: <https://www.pmd.igdp.org.br/article/10.4322/pmd.2021.001/pdf/pmd-19-1-e20200021.pdf> (дата обращения: 21.12.2025).

90. Adhiatma, A. The Role of Social Media Business and Organizational Resources for Successful Digital Transformation / A. Adhiatma, A. Fachrunnisa, N. Mutamimah // Proceedings of the 3rd International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology. – ACM, 2018. – P. 165–170. – ISBN 978-1-4503-6635-0.

91. Beaugency, A. Outsourcing of Strategic Resources and Capabilities: Opposing Choices in the Commercial Aircraft Manufacturing Industry / A. Beaugency, M. Sakinç, Y. Talbot // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2015. – № 4. Volume 26. – P. 578–595. – ISSN 1741-038X.

92. Bhatia, V. Intelligent Manufacturing in Aerospace: Integrating Industry 4.0 Technologies for Operational Excellence / V. Bhatia, A. Singh // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. – 2024. – № 2. Volume 4. – P. 544–551. – ISSN 2581-9429.

93. Bratton, J. Human Resource Management / J. Bratton. – London : Bloomsbury Publishing, 2021. – 510 p. – ISBN 978-1-350-93333-0. – Текст : электронный. – URL: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781350933330_

A42883503/preview-9781350933330_A42883503.pdf (дата обращения: 12.01.2026).

94. Büyüközkan, G. Analyzing Success Factors of Digital Transformation in Aviation Industry Using Fuzzy Cognitive Map Approach / G. Büyüközkan, F. Göçer // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2021. – Volume 97. – P. 104073. – ISSN 0952-1976.

95. Cahill, J. The Requirements for New Tools for Use by Pilots and the Aviation Industry to Manage Risks Pertaining to Digitalization / J. Cahill [et al.] // Digital Avionics Systems Conference (DASC). – IEEE, 2019. – P. 1– 10. – ISSN 2155-7209.

96. Chang, S. Enabling Technologies and Platforms to Aid Digitalization of Commercial Aviation Support, Maintenance and Overhaul (MRO) / S. Chang [et al.] // Journal of Air Transport Management. – 2022. – Volume 103. – P. 102247. – ISSN 0969-6997.

97. Durak, M.S. Strategic Analysis of Digital Transformation Capabilities: A Multi-Criteria Decision-Making Evaluation of Low-Cost Airlines / M.S. Durak // International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace. – 2025. – № 3. – P. 1. – ISSN 2374-6793.

98. Dutta, P.K. Digital Transformation in Aviation Industry Operations: Innovations and Sustainable Solutions / P.K. Dutta // International Journal of Research Publication and Reviews. – 2025. – № 5. – P. 13539–13550. – ISSN 2582-7421.

99. Dutta, P.K. Strategies and Games: Theory and Practice / P.K. Dutta, W. Vergote. – Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 2022. – 712 p. – ISBN 978-0-262-04169-3.

100. Inceoglu, I. Digitalization and Resource Mobilization / I. Inceoglu, T. Vanacker, S. Vismara // British Journal of Management. – 2022. – № 4. Volume 33. – P. 1747–1765. – ISSN 1467-8551.

101. Kim, Y. A Study on Digital Transformation in the Aviation Industry: Trends and Application / Y. Kim, W. Cho // Global Business & Finance Review. – 2025. – № 6. – P. 1. – ISSN 1088-6931.

102. Krap, A. Examination of Digital Advancements: Their Influence on Contemporary Corporate Management Methods and Approaches / A. Krap [et al.] // Multidisciplinary Reviews. – 2024. – ISSN 2595-3982.

103. Kuisma, N. Digitalization and Its Impact on Commercial Aviation / N. Kuisma // Research Developments in Sustainable Aviation. – 2023. – № 9. – P. 293–299. – ISSN 2730-7778.

104. Lakemond, N. Digital Transformation in Complex Systems / N. Lakemond, G. Holmberg, A. Pettersson // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2022. – № 6. Volume 69. – P. 3495–3505. – ISSN 0018-9391.

105. Leder, R. Towards the Development of a Standard Elements Toolbox for the Digitalization of Work Instructions in Engineering / R. Leder [et al.] // Procedia CIRP. – 2020. – Volume 91. – P. 802–807. – ISSN 2212-8271.

106. Lyu, J. How Does Digital Leadership Improve Organizational Sustainability: Theory and Evidence / J. Lyu // Journal of Organizational and End User Computing. – 2024. – № 1. Volume 36. – P. 1–22. – ISSN 1546-2234.

107. Mizrak, K.C. Adapting HR Strategies to Enhance CRM in Aviation: A Qualitative Study on Emerging Technologies Grounded in Dynamic Capabilities / K.C. Mizrak // Journal of Air Transport Management. – 2024. – Volume 119. – P. 102624. – ISSN 0969-6997.

108. Mızrak, F. Strategic Management of Digital Transformation Processes in the Aviation Industry: Case of Istanbul Airport / F. Mızrak, G.R. Akkartal // Cases on Enhancing Business Sustainability Through Knowledge Management Systems. – IGI Global, 2023. – P. 154–177. – ISBN 978-1-6684-5859-4.

109. Moenck, K. Digital Twins in Aircraft Production and MRO: Challenges and Opportunities / K. Moenck [et al.] // CEAS Aeronautical Journal. – 2022. – № 3. Volume 13. – P. 719–730. – ISSN 1869-5582.

110. Montero Guerra, J.M. Exploring Organizational Change in the Age of Digital Transformation and Its Impact on Talent Management / J.M. Montero Guerra // Journal of Organizational Change Management. – 2023. – № 5. Volume 36. – P. 715–737. – ISSN 0953-4814.

111. Nair, A. Digitized Solutions for Aviation Industry / A. Nair. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <http://www.theseus.fi/handle/10024/348460> (дата обращения: 15.02.2026).

112. Rashid, M.A. Smart Factory: E-Business Perspective of Enhanced ERP in Aircraft Manufacturing Industry / M.A. Rashid [et al.] // 2012 Proceedings of PICMET'12: Technology Management for Emerging Technologies. – IEEE, 2012. – P. 3262–3275. – ISBN 978-1-4673-2853-1.

113. Schmücker, R. Digitalization and Data Management in Aircraft Maintenance Based on the Example of the Composite Repair Process / R. Schmücker, H. Mayer, R. Roedler, F. Raddatz // Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress. – 2021. – Текст : электронный. URL: https://publikationen.dglr.de/?tx_dglrpublications_pi1%5bdocument_id%5d=550066 (дата обращения: 24.02.2026).

114. Ucler, C. Innovating General Aviation MRO's Through IT: The Sky Aircraft Management System – SAMS / C. Ucler, O. Gok // Journal of Aviation Technology and Engineering. – 2014. – № 1. Volume 4. – P. 42–55. – ISSN 2159-6071.

115. Westbrook, T. Aircraft Vulnerability to Politically Motivated Radio Frequency Interference (RFI) in Eastern Europe / T. Westbrook, J. Lyke // IEEE Aerospace Conference. – 2023. – P. 1–9. – ISSN 1095-323X.

116. Xu, M. How Digital Transformation Enhances Corporate Innovation Performance: The Mediating Roles of Big Data Capabilities and Organizational Agility / M. Xu [et al.] // Heliyon. – 2024. – № 14. – ISSN 2405-8440. – Текст : электронный. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39149071/> (дата обращения: 27.12.2025).

117. ОДК (Объединённая двигателестроительная корпорация) : официальный сайт. – URL: <https://www.uecrus.com> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

118. Росавиация (Федеральное агентство воздушного транспорта) : официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.favt.gov.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

119. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – URL: <https://minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

120. ПАО «Объединённая авиастроительная корпорация» (ОАК) : официальный сайт. – URL: <https://www.uacrussia.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

121. АО «Туполев» : официальный сайт. – URL: <https://www.tupolev.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

122. ПАО «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина» (Ил) : официальный сайт. – URL: <https://www.ilyushin.org> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

123. АО «Корпорация «Иркут» (МС-21) : официальный сайт. – URL: <https://www.irkut.com> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

124. ЦАГИ (Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского) : официальный сайт. – URL: <https://www.tsagi.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

125. ГосНИИ ГА (Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации) : официальный сайт. – URL: <https://www.gosniiga.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

126. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации : официальный сайт. – URL: <https://digital.gov.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

127. ИКАО (Международная организация гражданской авиации) : официальный сайт. – URL: <https://www.icao.int> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

128. IATA (Международная ассоциация воздушного транспорта) : официальный сайт. – URL: <https://www.iata.org> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

129. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU : сайт. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 10.01.2026). – Текст : электронный.

Список иллюстративного материала

1 Список рисунков	
Рисунок 1 Система ресурсов организации	27
Рисунок 2 Структура ресурсов предприятия	33
Рисунок 3 Распределение приоритетов по уровням цифровой трансформации	34
Рисунок 4 Структура управления ресурсами организации с использованием цифровых технологий	35
Рисунок 5 Процесс подбора персонала в компании	41
Рисунок 6 Зоны ответственности менеджмента	52
Рисунок 7 Процессная стратегия на предприятии ОДК Баранова	67
Рисунок 8 Глобальная структура управления организацией – авиационным конструкторским бюро	78
Рисунок 9 Структура управления в Производственном отделе	81
Рисунок 10 Структура управления в отделе Планеров	83
Рисунок 11 Структура управления в отделе Шасси и управления	87
Рисунок 12 Структура управления в отделе Силовых установок	91
Рисунок 13 Структура групп рисков цифровой трансформации	97
Рисунок 14 Матрица возможностей митигации рисков	106
Рисунок 15 Архитектура комплексной интеграции ANDON- системы	132
Рисунок 16 Техническая реализация системы	134
Рисунок 17 Архитектура системы интеграции роботизированных систем	134
Рисунок 18 Архитектура системы блокчейн и цепочек поставок	135

Рисунок 19	Архитектура системы энергетического менеджмента	136
------------	---	-----

2 Список таблиц

Таблица 1	Подходы к определению категорий «человеческие ресурсы» и «управление человеческими ресурсами»	29
Таблица 2	Основные направления цифровой трансформации организации – авиационного конструкторского бюро	62
Таблица 3	Исходные данные для корреляционного анализа (ОМО им. П.И. Баранова, 2022- 2025 гг.)	71
Таблица 4	Матрица коэффициентов корреляции Пирсона	72
Таблица 5	Матрица уровней значимости p-value (двусторонний критерий)	73
Таблица 6	Ключевые показатели эффективности ОДК им. Баранова ...	94
Таблица 7	Риски и проблемы цифровой трансформации организации	101
Таблица 8	Группы рисков и их воздействие на системы в компании	102
Таблица 9	Карта воздействия рисков	102
Таблица 10	Карта воздействия информационно-цифровых рисков с их вероятностью	103
Таблица 11	Карта воздействия кадрово-операционных рисков с их вероятностью	103
Таблица 12	Карта воздействия технико-цифровых рисков с их вероятностью	104
Таблица 13	Карта воздействия финансово-инвестиционных рисков с их вероятностью	104
Таблица 14	Параметры по контролю за деятельностью предприятия	109
Таблица 15	Распределение задач по уровням менеджмента	110

Таблица 16 Параметры продукции организации – авиационного конструкторского бюро	113
Таблица 17 Изменение производственных коэффициентов	114
Таблица 18 Критерии по расчету уровня зрелости персонала	115
Таблица 19 Критерии, их значение и вес в формировании узкого горлышка	116
Таблица 20 Значения ключевых показателей ОДК	121
Таблица 21 Распределение задач менеджмента по группам инструментов	126

Приложение А

(информационное)

Код на языке R для воспроизведения полного корреляционного анализа, включая тест Пирсона с аналитической поправкой Бенджамини–Хохберга на множественные сравнения

```
# =====
# Корреляционный анализ: ОМО им. П.И. Баранова, 2022–2025
# Квартальная выборка (n=16)
# =====

# Установка пакетов
# install.packages(c('corrplot', 'psych', 'ggplot2'))
library(corrplot); library(psych); library(ggplot2)
# Исходные данные (квартальные, линейная интерполяция)
quarter <- 1:16
X1 <- c(38,40,42,44, 50,55,58,63, 62,66,70,74, 73,75,77,80)
X2 <- c(49,51,53,55, 59,62,65,68, 67,70,73,76, 76,78,80,82)
X3 <- c(8.9,9.0,9.3,9.5, 9.6,9.7,10.0,10.2,
10.1,10.3,10.5,10.8, 10.9,11.0,11.2,11.4)
X4 <- c(65,70,76,85, 120,135,150,170, 195,220,245,270,
330,360,395,430)
df <- data.frame(X1, X2, X3, X4)
# --- Тест Пирсона (попарный) ---
cor_matrix <- cor(df, method = 'pearson')
print(round(cor_matrix, 3))
# --- p-values (Holm correction) ---
cor_test_results <- corr.test(df, method='pearson',
adjust='BH')
print(cor_test_results$p)
# --- Визуализация матрицы ---
corrplot(cor_matrix, method='color', type='upper',
addCoef.col='black', tl.col='black', diag=FALSE,
col=colorRampPalette(c('white','steelblue','darkblue'))(200))
# --- Дисперсионный анализ (регрессия X4 ~ X1+X2+X3) ---
model <- lm(X4 ~ X1 + X2 + X3, data=df)
summary(model)
# --- Диаграмма рассеяния X1 vs X4 ---
ggplot(df, aes(x=X1, y=X4)) +
geom_point(size=3, color='steelblue') +
```

Источник: составлено автором.

Рисунок А.1 – Код на языке R для воспроизведения полного корреляционного анализа