

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт управления проектами

Научно-образовательный центр

Жанасов Ербол Мажитович

Применение инструментов проектного управления при внедрении цифровых
технологий в горнодобывающих компаниях

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 6М051800 – Управление проектами

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт управления проектами

Научно-образовательный центр

УДК (338.242+004):622.2

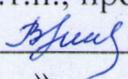
На правах рукописи

Жанасов Ербол Мажитович

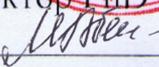
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации	Применение инструментов проектного управления при внедрении цифровых технологий в горнодобывающих компаниях
Направление подготовки	6M051800 – Управление проектами

Научный руководитель,
д.т.н., профессор
 Музгина В.С.
« » 2020 г.

Рецензент,
к.т.н., профессор
 Султанбекова Ж.Ж.
« » 2020 г.

Нормоконтроль,
доктор PhD
 Абенова М.Х.
« » 2020 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Директор НОЦУП,
доктор PhD, профессор
 А.П. Салина
« » 2020 г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт управления проектам

Научно-образовательный центр

6M051800 – Управление проектами

УТВЕРЖДАЮ

Директор НОЦУП

доктор PhD, профессор

 Салина А.П.

«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Жанасову Ерболу Мажитовичу

Тема: «Применение инструментов проектного управления при внедрении цифровых технологий в горнодобывающих компаниях»

Утверждена приказом Ректора Университета №1197 -м от «29» октября 2018 г.

Срок сдачи законченной диссертации «__» _____ 20__ г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) перспективы цифровизации предприятий горнодобывающей отрасли
- б) применение инструментов проектного управления при разработке проектов цифровизации горнодобывающих предприятий
- в) вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда при применении цифровых технологий
- г) расчет экономической эффективности разработки д) приложения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): 12 рисунков, 16 таблиц.

Рекомендуемая основная литература:

- 1 Руководство к своду знаний по управлению проектом. (РУКОВОДСТВО РМВОК®). Шестое издание. 978-1-62825-193-7. 2017. – 726с
- 2 Паньшин Б. Цифровая экономика: понятия и направления развития // Наука и инновации. – 2019. – № 3(193). – С. 48-55.
- 3 Клебанов А.Ф. Информационные системы горного производства и основные направления развития автоматизации открытых горных работ // Горная промышленность, 2015. – №2(120). – С.93.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

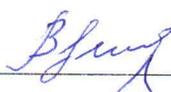
Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Анализ состояния цифровизации предприятий горнодобывающей отрасли	19.03.2020	
Разработка алгоритма цифровизации горнодобывающего предприятия с использованием инструментов проектного управления	25.04.2020	
Разработка ТЭО для пилотного проекта внедрения автоматизированной системы диспетчеризации на золотодобывающем карьере с использованием инструментов проектного управления	27.05.2020	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	М.Х. Абенова, доктор PhD		

Научный руководитель



Музгина В.С.

Задание принял к исполнению обучающийся



Жанасов Е.М.

Дата

«___» _____ 2020

АҢДАТПА

Магистрлік диссертация жобаларды басқару әдістерін қолдана отырып, тау-кен кәсіпорындарын цифрландыру бойынша ұсыныстарды әзірлеу және мүмкіндіктерін негіздеу бойынша зерттеулердің нәтижелерін көрсетеді және белгілі бір мәселенің шешімін ұсынады - тау-кен кәсіпорындарын цифрландыру мәселесін олардың ерекшеліктерін ескере отырып және жобаларды басқару тәжірибесімен бірлесе отырып шешудің әдіснамалық тәсілін әзірлеу. Жобаларды басқару құралдарын қолдана отырып, тау-кен кәсіпорындарында цифрлық технологияларды енгізу аз тәуекелді және тиімдірек болуы керек, өйткені бұл құралдар тәуекелдерді есептеуге және процесті әр кезеңде бақылауға және жобаны іске асыру кезінде уақытылы кері байланыс алуға көмектеседі. Ғылыми зерттеудің негізгі гипотезасы - тау-кен кәсіпорнын цифрландыру оның цифрлық дайындығының деңгейі дұрыс анықталған жағдайда тиімдірек болады, ал цифрлық технологияларды енгізу бойынша жобаларды басқару жобаларды басқару стандарттарын қолдана отырып жасалған алгоритм бойынша жүзеге асырылады.

Зерттеудің мақсаты Қазақстандағы тау-кен өндірісін цифрландырудың жай-күйін зерттеу және жобаларды басқару стандарттарын қолдана отырып, тау-кен кәсіпорындарында сандық технологияларды енгізу бойынша ұсыныстарды әзірлеу болды. Зерттеу нысаны - цифрлық технологияларды енгізуді жоспарлайтын тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындары, ал зерттеу нысаны - жобаларды басқару стандарттарын қолдана отырып, тау-кен кәсіпорындарында цифрлық технологияларды енгізу процесі.

АННОТАЦИЯ

В магистерской диссертации изложены результаты исследований по обоснованию возможностей и разработке рекомендаций для цифровизации горнодобывающих предприятий с использованием методов проектного управления и представлено решение частного вопроса – разработка методического подхода к решению проблемы цифровизации горнодобывающих предприятий с учетом их специфических особенностей и во взаимосвязи с практикой проектного управления. Используя инструменты проектного управления, процесс внедрения цифровых технологий в горнодобывающих предприятиях должен стать менее рискованным и более эффективным, так как эти инструменты помогают просчитать риски и контролировать процесс на каждом этапе и получать своевременно обратную связь во время внедрения проекта. Основная гипотеза научного исследования заключается в том, что цифровизация горнодобывающего предприятия будет более эффективной, если будет корректно определен уровень его цифровой готовности, а реализация проектов внедрения цифровых технологий будет осуществляться по алгоритму, разработанному с применением стандартов проектного управления.

Целью исследований являлось изучение состояния цифровизации горнодобывающей отрасли Казахстана и выработка рекомендаций для внедрения цифровых технологий на горных предприятиях с использованием стандартов управления проектами. Объектом исследования выбраны предприятия горнодобывающей отрасли, планирующие внедрение цифровых технологий, а предметом исследования является процесс внедрения цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях с применением стандартов проектного управления.

ANNOTATION

The master's thesis outlines the results of studies to substantiate the possibilities and develop recommendations for digitalization of mining enterprises using project management methods and presents a solution to a particular issue - the development of a methodological approach to solving the problem of digitalization of mining enterprises, taking into account their specific features and in conjunction with the practice of project management. Using project management tools, the process of introducing digital technologies in mining enterprises should become less risky and more efficient, since these tools help to calculate risks and control the process at every stage and receive timely feedback during project implementation. The main hypothesis of the scientific research is that the digitalization of a mining enterprise will be more effective if the level of its digital readiness is correctly determined, and the implementation of projects for the introduction of digital technologies will be carried out according to an algorithm developed using project management standards.

The purpose of the research was to study the state of digitalization of the mining industry in Kazakhstan and develop recommendations for the implementation of digital technologies at mining enterprises using project management standards. The object of the study is the mining industry enterprises planning to introduce digital technologies, and the subject of the study is the process of introducing digital technologies at mining enterprises using project management standards.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Анализ состояния цифровизации предприятий горнодобывающей отрасли	12
1.1	Понятие цифровизации предприятия	9
1.2	Особенности горнодобывающих предприятий, влияющие на их цифровизацию	14
1.3	Состояние проблемы цифровизации в мире и в Казахстане	20
1.4	Анализ современного рынка комплексных информационных систем для цифровизации горных работ	23
1.5	Практика управления проектами в горнодобывающей отрасли	30
2	Разработка алгоритма цифровизации горнодобывающего предприятия с использованием инструментов проектного управления	34
2.1	Оценка цифровой готовности горнодобывающих предприятий	34
2.2	Разработка подхода к цифровизации горнодобывающих предприятий на начальном этапе	38
2.3	Разработка алгоритма цифровизации горнодобывающего предприятия с использованием инструментов проектного управления	40
3	Разработка рекомендаций по реализации проекта цифровой системы диспетчеризации на золоторудном карьере с использованием инструментов проектного управления	45
3.1	Описание объекта для разработки рекомендаций по реализации проекта диспетчеризации карьера	45
3.2	Применение инструментов проектного управления для разработки проекта внедрения автоматизированной системы диспетчеризации	47
3.3	Оценка эффективности внедрения цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях	59
	Заключение	62
	Перечень принятых сокращений, терминов	64
	Список использованной литературы	65
	Приложения	70

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования заключается в том, что сегодня во все сферы жизнедеятельности, в том числе в такую важную отрасль экономики Казахстана, как горная промышленность начинают активно проникать цифровые технологии. Внедрение новых технологий и методов работы на предприятиях горнодобывающей промышленности происходит медленно из-за специфических особенностей, присущих горным предприятиям, их масштабов, сложности производства и присущей им консервативности. Проекты, связанные с цифровизацией горного производства, являются комплексными и капиталоемкими, поэтому при их реализации для достижения запланированных показателей необходима четкая организация работ. Эффективную работу по разработке и реализации цифровых проектов невозможно организовать без применения методов проектного управления, учитывающих конкретные цели, сроки и ресурсы, которые, как правило, ограничены, что позволяет достичь намеченных бизнес-целей, удовлетворить ожидания заинтересованных сторон, разработать и представить заказчику продукт нужного качества в запланированное время, эффективно управлять ресурсами, своевременно реагировать на риски, выявлять и прекращать реализацию провальных проектов. В этой связи исследования, связанные с анализом цифровых технологий и разработкой рекомендаций по их применению на горнодобывающих предприятиях с использованием методов проектного управления, являются актуальными и важными.

Цель диссертации: изучить состояние цифровизации горнодобывающей отрасли Казахстана и выработать рекомендации для внедрения цифровых технологий на горных предприятиях с использованием стандартов управления проектами.

Задачи исследования:

- проанализировать состояние цифровизации предприятий горнодобывающей отрасли в мире и в Казахстане;
- изучить специфические особенности горнодобывающих предприятий и оценить их влияние на цифровизацию;
- провести исследования по оценке уровня готовности горнодобывающего предприятия к внедрению цифровых технологий;
- разработать алгоритм внедрения цифровых технологий на горнодобывающем предприятии с использованием стандартов проектного управления;
- разработать ТЭО внедрения цифровой технологии диспетчеризации на золотодобывающем карьере с использованием стандартов проектного управления.

Объект исследования: предприятия горнодобывающей отрасли, планирующие внедрение цифровых технологий.

Предмет исследования: процесс внедрения цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях с применением стандартов проектного

управления.

Краткий обзор литературы

Степень научной проработанности изучаемой проблемы относительно невысокая, что определяется новизной ее возникновения и связанной с этим пока еще слабой изученностью процессов цифровизации и цифровой трансформации горнодобывающих предприятий, в том числе в их взаимосвязи с практикой проектного управления. Вопросы теоретического характера цифровизации и цифровой трансформации предприятий отражены в работах Р. Сиварамана, З. Керравала, И.В. Соминой, А. В. Плотникова Ю. И. Грибанова, Б. Панышина, М. П. Галимовой, Е. А. Истоминой, А. В. Каплана, Е. Шеенко, О. Стасевич и других. Вопросы, связанные с внедрением цифровых технологий на горных предприятиях, отражены в работах Д. Я. Владимирова, А.Ф. Клебанова, А. В. Рогожина, В. Б. Курцева и других.

Методологическую базу настоящего исследования составили государственные программы цифровизации, научные труды казахстанских, российских и зарубежных исследователей и специалистов в области разработки и внедрения цифровых технологий в горнодобывающих компаниях, а также инструментарий управления проектами.

К основным *методам исследований*, применяемым при выполнении диссертации, относятся: обзор имеющихся литературных источников, государственных программ развития горно-металлургического комплекса и нормативно-правовых документов; сбор и анализ необходимых сведений, табличный метод агрегирования данных, опрос и анкетирование, SWOT-анализ, метод структурной декомпозиции процессов, графические методы анализа, работа с базами данных.

Основная гипотеза научного исследования заключается в том, что цифровизация горнодобывающего предприятия будет более эффективной, если будет корректно определен уровень его цифровой готовности, а реализация проектов внедрения цифровых технологий будет осуществляться по алгоритму, разработанному с применением стандартов проектного управления.

Научной новизной является разработка методического подхода к оценке готовности горнодобывающих предприятий к внедрению цифровых технологий с учетом их специфических особенностей и стадии жизненного цикла и алгоритма цифровизации горнодобывающего предприятия с использованием инструментов проектного управления.

Практическая ценность результатов исследования состоит в том, что применение разработанного подхода с оценкой цифровой готовности горнодобывающего предприятия позволяет корректно выбрать проект для его цифровизации, снизить риски невыполнения проекта и потерю вложенных в проект ресурсов, приобрести опыт внедрения подобных проектов и получить для эксплуатации действующую цифровую систему или технологию, которая впоследствии может быть надстроена, расширена, модернизирована чтобы обеспечить последующую эффективную цифровую трансформацию

предприятия.

Краткая характеристика структуры работы. Магистерская диссертация представлена на 73 страницах компьютерного текста, включает введение, три раздела, заключение, список использованной литературы из 51 наименования, приложения.

1 Анализ состояния цифровизации предприятий горнодобывающей отрасли

1.1 Понятие цифровизации предприятия

Сегодня понятия цифровизация и цифровая трансформация начали широко использоваться. Однако эти понятия новые, и как показал использованный нами такой метод аналитических исследований, как анализ информации открытых источников, однозначного определения для этих понятий еще не выработано, различные специалисты по-разному трактуют понятия цифровизации и цифровой трансформации.

Так, по мнению Раджива Сиварамана, вице-президента по развитию компании Сименс [1] цифровизация – это средство для формирования гибкого производства, которое обеспечивает повышение прибыли для компании при удовлетворении самых высоких требований клиентов, а цифровая трансформация – это осуществление перевода предприятия из современного его состояния в «гибкое».

По мнению Зевса Керравала [2], цифровизация – это не технология и не продукт. Это, скорее, подход к использованию цифровых ресурсов для преобразования работы организации. Он подразумевает переопределение технологий и бизнес-процессов для усовершенствования рабочей среды сотрудников, взаимодействия с заказчиками и другими участниками деятельности современного распределенного предприятия.

В обзоре Надежды Алейник [3] представлены мнения руководителей и ведущих специалистов крупных компаний, усматривающих следующие различия в понятиях цифровизация и цифровая трансформация.

Алексей Никифоров – топ-менеджер компании Hitachi Vantara, под цифровизацией понимает модернизацию IT технологий, применяемых на предприятии, а под цифровой трансформацией – модернизацию бизнес-процессов компании и ее организационной системы.

Артем Алексеев – топ-менеджер компании «Магнит» считает, что цифровая трансформация на примере компании – это оптимизация бизнес-процессов, а цифровизация – а для ее успешной реализации применяется оцифровка операций.

Александр Бушек – топ-менеджер компании Gartner, считает, что цифровая трансформация является стратегической трансформацией бизнеса и предполагает масштабное преобразование предприятия с учетом требований и предпочтений клиентов.

Елена Тырина в своей статье [4] предлагает употреблять следующие формулировки:

- оцифровка – это перевод аналоговых данных в цифровую форму;
- цифровизация – это встраивание новых технологий в существующие бизнес-процессы для повышения их эффективности;
- цифровая трансформация – это процесс интеграции всех

оцифрованных данных и приложений, автоматизирующих бизнес-процессы.

В. А. Плотников [5] рассматривает цифровизацию, как этап информационной революции, специфика которого состоит в расширении практики использования данных в дискретной (цифровой) форме.

В работе Ю. И. Грибанова [6] предложено при формулировке понятий исходить из изначально существующих в английском языке определений:

- digitization (оцифровка) – под которым понимается преобразование информации на бумажных носителях в электронную форму; при этом качество и содержание информации не меняется, а документы, полученные в цифровом формате, могут использоваться при модернизации существующих на предприятии бизнес-процессов;

- digitalization (цифровизация) – под которым понимается нового цифрового инновационного продукта, обладающего новыми функциями и потребительскими свойствами; такой продукт обеспечивает достижение компанией новых конкурентных преимуществ на рынке и позволяет совершить рывок для дальнейшего развития бизнеса;

- цифровая трансформация – под этим понимается внедрение в бизнес-процессы предприятия (компании) современных цифровых технологий на всех уровнях; а, это, в свою очередь, предполагает фундаментальные изменения в подходах к управлению, корпоративной культуре и внешним коммуникациям и в дальнейшем создание так называемой цифровой экосистемы бизнеса.

По мнению Ю. И. Грибанова, необходимо несколько разграничить зачастую отождествляемые понятия «цифровая трансформация» и «цифровизация» – под цифровизацией в следует понимать социально-экономический процесс предшествующий цифровой трансформации и формирующий его основу, суть которого заключается в реструктуризации и преобразовании каналов коммуникаций вокруг используемых цифровых технологий (настройка так называемого цифрового взаимодействия).

Б. Паньшин [7] предлагает процесс цифровизации рассматривать в двух аспектах:

- цифровизация в широком смысле – это многоаспектные организационно-технологические процессы массового применения новых цифровых технологий в производстве и управлении с целью сокращения издержек и повышения скорости осуществления бизнес-процессов;

- цифровизация в более узком, техническом плане предполагает переход с аналоговой формы передачи, обработки и представления данных (информации) на цифровую, осуществляемую посредством применения соответствующих технологий и платформ.

Поскольку имеются существенные различия в подходе к реализации проектов цифровизации и цифровой трансформации для предприятий и компаний различных отраслей промышленности, нами в настоящей магистерской диссертации были приняты следующие определения:

- *оцифровка* – это перевод информации, содержащейся на бумажных

носителях в цифровой формат;

- *цифровизация* – это разработка и внедрение новых цифровых продуктов в бизнес-процессы предприятия;

- *цифровая трансформация* – это преобразование бизнес-процессов предприятия на основе разработанных цифровых продуктов и технологий;

- *цифровая технология* – это инструмент, позволяющий осуществлять процессы цифровизации и цифровой трансформации.

На наш взгляд, такое определение этих понятий наиболее подходит для объекта исследований по настоящей диссертации – предприятий горнодобывающей отрасли, специфику которой необходимо учитывать при внедрении проектов цифровизации.

1.2 Особенности горнодобывающих предприятий, влияющие на их цифровизацию

Горнодобывающая отрасль представляет собой совокупность предприятий, занимающихся добычей различных видов полезных ископаемых. Для Казахстана она является одной из ведущих отраслей. По данным государственной статистики РК (<https://stat.gov.kz/>) в 2019 году горнодобывающий сектор, связанный с добычей твердых полезных ископаемых, обеспечил 18% валовой добавленной стоимости в экономике нашей страны.

Горнодобывающие предприятия имеют ряд существенных особенностей, наиболее важные из них обобщены в работах [8, 9].

Так, в работе [8] отмечено следующее:

1 Горнодобывающие предприятия создаются для извлечения полезных ископаемых из недр, то есть они имеют дело не с готовыми поставляемыми материалами и сырьем, а с природной средой, которая отличается значительным варьированием объемов запасов, их качеством, глубиной залегания залежей и другими горно-геологическими и горнотехническими условиями. Поэтому каждое месторождение по сути является уникальным, а себестоимость добычи минерального сырья даже при одинаковом способе разработки месторождений (подземном или открытом) различается иногда в разы, при этом она не зависит от ценности извлекаемого полезного компонента.

2 Для горного производства характерно постоянное перемещение рабочих мест, поскольку при отработке рабочих горизонтов меняется положение не только проходческих, вскрышных и добычных забоев, а также всей вспомогательной инфраструктуры (погрузочных и перегрузочных пунктов, транспортных коммуникаций). Такая специфика производственной деятельности существенно усложняет организацию работ на предприятии и требует учитывать все эти изменения при планировании горных работ на каждый календарный период.

3 При организации работы на фабриках и заводах для обеспечения стабильной работы отдельных подразделений (технологических цехов и участков) учитывается возможность создания запаса полуфабрикатов на определенный календарный период; для горнодобывающего предприятия такая возможность исключена, поскольку все технологические процессы добычи минерального жестко взаимосвязаны, следствием чего является необходимость эффективного управления процессом производства на основе четкого планирования развития горных работ.

4 Специфика технологии добычи минерального сырья является причиной тяжелых и опасных условий труда, связанных с повышенными рисками травматизма рабочих и выхода из строя дорогостоящей горной техники, поэтому вопросам обеспечения техники безопасности и охраны труда на горных работах всегда уделяется повышенное внимание.

А. В. Каплан [9] сгруппировал особенности условий развития горнодобывающих предприятий в таблицу, которую мы приводим ниже в таблице 1.

Интересными с точки зрения цифровизации горных предприятий и не выделенными в работе [8] являются следующие положения.

1 Информационная недостаточность сведений о качестве, структуре, свойствах минерального сырья и вмещающих пород.

2 Государственный контроль за правильным и бережным недропользованием.

Оба эти источника отмечают еще одну важную особенность горнодобывающего предприятия, связанную с его жизненным циклом. Срок производственной деятельности горнодобывающих предприятий связан с запасами месторождения, которые эти предприятия разрабатывают, и при исчерпании запасов их деятельность прекращается. В связи этим, как отмечается в [10], основной динамической характеристикой горнодобывающего предприятия как социально-экономической системы является продолжительность цикла воспроизводства запасов, т. е. периода времени от начала освоения месторождения до момента полной отработки запасов.

А. В. Капланом [10] были проанализированы данные по срокам службы угольных разрезов России и выявлена тенденция снижения потенциального срока службы горнодобывающих предприятий, обусловленная как их «старением» (т.е. исчерпанием запасов действующих предприятий), так и вводом в эксплуатацию новых предприятий, имеющих лицензии на разработку месторождений с относительно небольшим объемом запасов и, следовательно, сроком службы. Следует отметить, что месторождения с небольшим объемом запасов во второй половине 20 века причислялись к экономически нецелесообразным для отработки, а с начала 21 века стали достаточно эффективно разрабатываться частными компаниями. Так, по данным [10], доля угольных разрезов со сроком службы от 10 до 20 лет составляла около 35%, в 1995 – около 45%, а в 2002 возросла до 50%.

Таблица 1 – Особенности условий развития горнодобывающих предприятий

Особенность	На что влияет			Технико-технологическое развитие
	Социальное развитие	Финансово-экономическое развитие	Срок жизни горнодобывающего предприятия	
Исчерпаемость запасов конкретного месторождения	Варианты создания социальной инфраструктуры, либо использование существующей	Инвестиционный цикл, связанный с освоением новых месторождений	Срок жизни горнодобывающего предприятия	Технико-технологическое развитие
Сложный вещественный состав горных пород и минерального сырья, его изменчивость и неравномерность размещения в пространстве	Потребность в сотрудниках широкой номенклатуры специальностей	Уровень капитальных вложений. Необходимость анализа различных рынков, их конъюнктуры. Возникновение горных рисков	Комплексность использования минерального сырья. Технологии вскрытия и подготовки запасов; способы ведения горных работ; схемы обогащения	Комплексность использования минерального сырья. Технологии вскрытия и подготовки запасов; способы ведения горных работ; схемы обогащения
Информационная недостаточность сведений о качестве, структуре, свойствах минерального сырья и вмещающих пород	Работа в области высокой неопределенности	Затраты на доразведку месторождения. Возникновение риска коммерческое неэффективности проекта (инвестиционный риск)	Проведение разведочных работ параллельно с добычными Геометризация месторождений	Проведение разведочных работ параллельно с добычными Геометризация месторождений
Наличие территориальных комплексов природных ресурсов воды, энергии, тепла	Размещение трудовых ресурсов и решение социально-бытовых проблем	Затраты на строительство и содержание комплексов природных ресурсов	Разработка схем размещения комплексов природных ресурсов	Разработка схем размещения комплексов природных ресурсов
Многопроцессность горного производства, расчлененность и нестационарность активной части основных фондов	Работа в условиях интенсивного воздействия окружающей среды	Сложность планирования и прогнозирования. Многофакторность показателей себестоимости по процессам	Разработка информационных систем контроля и управления технологическими операциями	Разработка информационных систем контроля и управления технологическими операциями
Принятая сырьевой базой к перерабатываемому производству	Размещение трудовых ресурсов и социальной инфраструктуры	Уровень затрат на транспортирование	Формирование крупных промышленных инфраструктур и вертикально интегрированных компаний	Формирование крупных промышленных инфраструктур и вертикально интегрированных компаний
Опасность производственных процессов	Требования к компетентности персонала	Затраты на обеспечение безопасности производства. Уровень производственных рисков	Регламентация производственных процессов. Разработка схем производственных процессов	Регламентация производственных процессов. Разработка схем производственных процессов
Необратимость разрушающего технологического воздействия на окружающую среду и доступные глубины разработки	Обеспечение условий жизни населения. Восстановление экологического баланса	Затраты на мероприятия по защите окружающей среды и устранение последствий технологического воздействия	Разработка способов защиты окружающей среды от разрушительной деятельности человека	Разработка способов защиты окружающей среды от разрушительной деятельности человека
Государственный контроль за правильным и бережным использованием	Развитие законодательства и надпользования	Снижение гибкости и адаптивности в принятии текущих производственных решений	Необходимость ведения горных работ в соответствии с согласованными проектными решениями	Необходимость ведения горных работ в соответствии с согласованными проектными решениями

Примечание – источник [9]

Олег Левяков в своей работе [11], описывая метод Ицхака Адизеса [12], говорит о том, что согласно мнению одного из ведущих экспертов, занимающегося проблемой по улучшению деятельности, как коммерческих, так и государственных компаний, все компании и организации подчиняются фундаментальному закону. Согласно этому закону компании и организации проходят те же этапы жизненного цикла, что и живые организмы, и на каждом новом этапе развития постоянно сталкиваются с различными проблемами. Схема жизненного цикла, по мнению И. Адизеса, выглядит так, как представлено на рисунке 1 [11].

16



Рисунок 1 – Модель жизненного цикла компании по И. Адизесу
Примечание – источник [11]

Эта теория, в отличие от других существующих теорий, позволяет рассматривать динамику развития компании (или организации), а менеджеры компании могут более эффективно управлять компанией (или организацией) на всех этапах ее жизненного цикла, в том числе своевременно принимать обоснованные управленческие решения, что, несомненно, обеспечивает успешное развитие бизнеса. Это очень важно для горнодобывающего предприятия на современном этапе – своевременность осуществления цифровизации и цифровой трансформации.

Основываясь на методологии И. Адизеса по управлению жизненным циклом корпораций, мы построили схему жизненного цикла предприятия, занимающегося добычей полезных ископаемых (Рисунок 2).

Зарождению бизнеса по добыче полезных ископаемых предшествуют геологоразведочные работы, постановка разведанных запасов месторождения на государственный баланс и получение лицензии на недропользование.

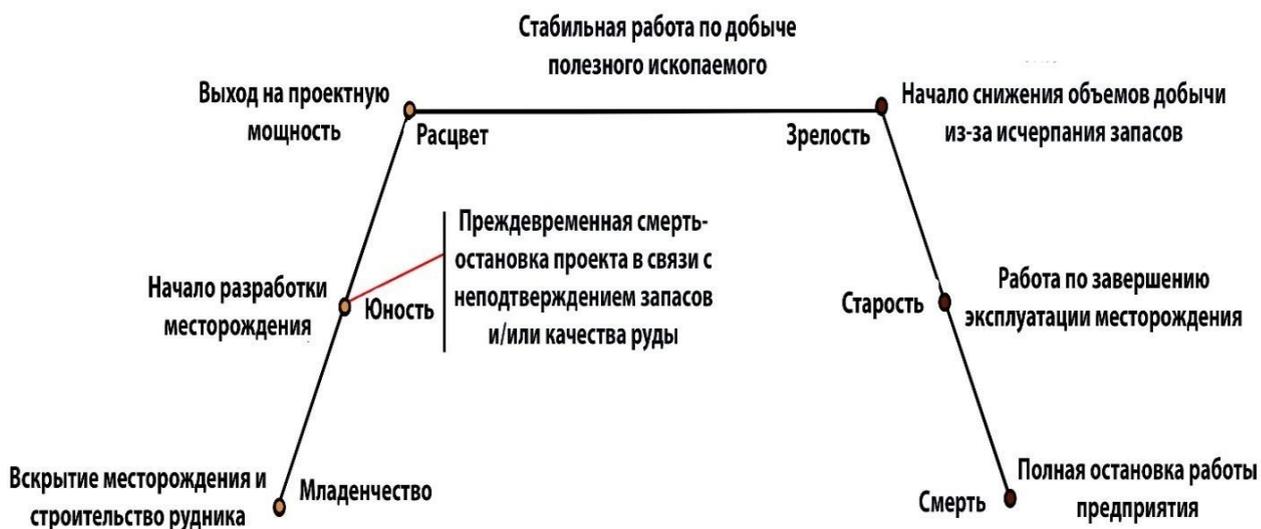


Рисунок 2 – Жизненный цикл горнодобывающего предприятия
Примечание – составлено автором по изученным материалам

Далее, как показано на рисунке 2, осуществляется вскрытие месторождения и строительство рудника, затем начинается разработка месторождения с постепенным выходом на проектную мощность, стабильная деятельность на период, рассчитанный исходя из объема запасов.

При истощении запасов производительность снижается, затем добычные работы останавливаются.

Деятельность горнодобывающего предприятия завершается осуществлением рекультивационных работ и полным его закрытием.

На рисунке 2 отражен также момент, связанный с жизненным циклом горнодобывающего предприятия, когда проект по добыче полезных ископаемых может быть прекращен досрочно, если с началом разработки месторождения не подтвердится объем запасов и/или их качество (например, содержание полезного компонента в руде), вследствие чего дальнейшая разработка месторождения становится экономически нецелесообразной.

Жизненный цикл горнодобывающего предприятия может быть увеличен за счет выявленного в процессе работ по доразведке прироста запасов – этот момент не отражен на рисунке 2, однако увеличение объема запасов удлинит период стабильной работы горнодобывающего предприятия.

При оценке жизненного цикла необходимо отметить важную разницу, отличающую жизненный цикл компаний – производителей товаров и услуг с горнодобывающими предприятиями. Если первые в случае ухудшения конъюнктуры рынка и снижения спроса на продукцию могут осуществить модернизацию или диверсификацию производства и продлить свой жизненный цикл, то это невозможно для горнодобывающего предприятия – если исчерпаны запасы месторождения – это означает окончательную «смерть» горнодобывающего проекта.

Анализ специфических особенностей горнодобывающих предприятий

позволил нам выделить те из них, которые на наш взгляд, наиболее существенно влияют на цифровизацию и цифровую трансформацию.

С их учетом нами определены требования для внедрения цифровых технологий, а также охарактеризовано их влияние на процесс цифровизации.

Результаты этих аналитических исследований представлены ниже (Таблица 2).

Таблица 2 – Требования для внедрения цифровых технологий с учетом особенностей горнодобывающих предприятий

Особенность горнодобывающего предприятия	Требования для внедрения цифровых технологий	Влияние на процесс цифровизации
Непрерывное перемещение рабочих мест, рассредоточенность и мобильность активной части основных фондов	Наличие высоконадежной и качественной связи на всей территории горных работ	Увеличиваются сроки внедрения проекта – требуется получить разрешение на использование радиочастотного спектра, выдаваемое компетентным органом
Технологическое оборудование находится в движении и постоянно испытывает высокие динамические нагрузки в процессе добычи руды	Необходимость специализированных высоконадежных средств контроля (датчиков) за перемещением персонала и техники	Возрастают затраты на реализацию проекта и эксплуатационные расходы на поддержание системы в рабочем состоянии из-за возможного выхода датчиков из строя
Опасные условия труда, связанные со спецификой разрабатываемых месторождений	Применение приборов и оборудования специального исполнения (взрывобезопасные, водостойкие и т. д.)	Увеличиваются затраты на проект, требуется получение разрешения компетентных органов на использование оборудования в условиях повышенной опасности.
Жизненный цикл горнодобывающего предприятия	Учет стадии развития горнодобывающего предприятия для оценки рисков его цифровизации.	Финансовые возможности инвестиций в проекты цифровизации различны на разных стадиях жизненного цикла горного предприятия
Государственный контроль за правильным и бережным недропользованием	Совершенствование нормативно-правовых документов для стимулирования осуществления цифровизации	Трудности с получением разрешения на эксплуатацию оборудования при отсутствии соответствующих норм и правил
Примечание – составлена автором по изученным материалам		

Как видно из таблицы 2, влияние специфики горнодобывающего производства при внедрении цифровых технологий выражается с удлинением

сроков реализации проектов из-за необходимости получать разрешения компетентных органов, а также ростом затрат, связанных с необходимостью замены выходящих из строя средств контроля в условиях динамических нагрузок, а также использованием средств контроля в специальном исполнении. Эти особенности необходимо учитывать при реализации проектов цифровизации.

1.3 Состояние проблемы цифровизации в мире и в Казахстане

В настоящее время мировые эксперты сходятся во мнении о том, что внедрение цифровых технологий и, в дальнейшем, цифровизация экономики позволят государству, бизнесу и обществу успешно сотрудничать и обеспечивать странам с высоким уровнем цифровизации масштабное и динамичное развитие [13]. Исходя из этого, целый ряд стран начал сегодня реализацию национальных программ цифровизации. Приятно отметить, что в их число наряду с такими странами, как Германия, Канада, Китай, Южная Корея, Австралия и Сингапур, входит и Казахстан. Наиболее интересные программы цифровизации, элементы которых могут быть использованы в условиях нашей страны, обобщены нами в страновом разрезе приведены ниже в таблице (Таблица 3).

В этой же статье отмечается также, что во внутреннем валовом продукте такой страны, как Южная Корея доля, вносимая информационными технологиями, составляет 9%, а в Китае и Индии – 4,7%.

По данным аналитиков PwC [14], лидерами цифровизации признано всего 10% мировых промышленно-производственных компаний, реализующих масштабные, самые инновационные программы цифровых технологий, превосходящими форматы простой автоматизации и организации информационно-коммуникационных сетей.

Таблица 3 – Основные инновационно-цифровые программы в разрезе стран

Страна	Программа	Цель и основные задачи программы
Сингапур	Концепция Smart Nation	Цель – переход к умной экономике, принята государством в 2014 году с участием представителей бизнеса и экспертов
КНР	«Интернет плюс»	Цель – интеграция цифровых технологий с существующими традиционными
Южная Корея	«Креативная экономика»	Программа нацелена на развитие человеческого капитала и предпринимательства, а также внедрение передовых цифровых технологий
Примечание – составлена автором по изученным материалам		

Горнорудным компаниям предстоит огромная работа, чтобы внедрить в свое производство цифровые информационно-коммуникативные технологии (ИКТ).

Необходимость снижения прямых затрат на производство, а также развитие методов и приемов управления заставляет компании как в отдельных регионах, так и в мире в целом ускорить процессы внедрения цифровых технологий в свои основные бизнес-процессы. Однако, как отмечено в пресс-релизе PwC [14], до настоящего времени $\frac{2}{3}$ мировых производственных компаний находятся на начальной стадии трансформации своих производств или пока не начинали осуществлять цифровые программы. Это относится и к большей части хозяйствующих субъектов горной промышленности. Тем не менее, ведущими горнорудными компаниями накоплен опыт реализации проектов внедрения цифровых технологий. К таким компаниям относится вторая по величине в мире железорудная компания Rio Tinto.

Rio Tinto является крупным австралийско-британским концерном, разрабатывающим месторождения железных руд на 16 рудниках с валовым доходом \$18,5 (2018). Учитывая тяжелые климатические условия и, соответственно, высокие расходы на оплату труда горняков, Концерн начал переходить к применению систем автономной добычи и транспортировки руды в 2008 году [15]. Получивший название проект Mine of the Future на первом этапе начался с внедрения автоматизированной системы бурения технологических скважин на карьерах (ADS). Эта система позволяет оператору одновременно управлять работой нескольких буровых установок. По данным компании с применением этой системы в 2018 году было пробурено 11 скважин.

На втором этапе компания Rio Tinto начала успешно внедрять автономные транспортные системы. Учитывая, что она имеет в своем составе 4 порта и 1700 км железнодорожной сети, неудивительно, что в июле 2018 года компания протестировала работу автономного поезда AutoHaul. Он перевез 28000 тонн руды на расстояние 280 км – от шахты до порта под дистанционным управлением оператора, находящегося в операционном центре в городе Перт [15].

Для внедрения автономных автосамосвалов для перевозки руды на новом руднике Koodaideri (Западная Австралия) компания Rio Tinto успешно сотрудничает с компанией Caterpillar. На этом руднике в настоящее время применяются цифровые технологии для увязки всех технологических звеньев в общую цепочку, а для транспортировки руды уже используются 20 автономных автосамосвалов. Большое внимание уделяется также цифровизации обогатительной фабрики для контроля процесса обогащения руды и повышения выхода конечного продукта. Карьер Koodaideri находится в стадии завершения строительства и к 2021 году уровень производства на нем достигнет 43 млн т руды [16].

Мировая горнодобывающая компания ВНР планирует внедрять

цифровые технологии в горнодобывающей промышленности. Для этого 14 мая 2019 года было заключено соглашение с компанией Dassault Systèmes о долгосрочном стратегическом партнерстве с целью внедрения цифровых технологий в горнодобывающей промышленности [17]. Технологии, которые успешно зарекомендовали себя в других отраслях, могут быть использованы для повышения эффективности технологических процессов на рудниках и в шахтах. Компания Dassault Systèmes имеет специальную платформу 3Experience для построения «цифровых близнецов», применение которых позволяет ускорить внедрение инноваций в горное производство и снизить издержки.

Как же обстоят дела с цифровизацией горных предприятий на сегодняшний день в Казахстане?

Надо отметить, что наша страна в начале 21 века начала целенаправленно работать в сфере информатизации и цифровизации, в частности, было начато формирование в 2005 году «электронного правительства».

Большую роль в информатизации производственных процессов, общества и в целом экономики, сыграла государственная программа «Информационный Казахстан-2020» [18], утвержденная в 2013 году. В процессе ее выполнения стали более доступны как для бизнеса, так и для граждан информационные ресурсы, велась разработка «открытого и мобильного правительства».

Результаты выполнения этой программы были подведены на специальном заседании в апреле 2018 года, когда министр информации и коммуникаций РК Даурен Абаев отметил, что индекс «Электронного правительства» Казахстана (по методике ООН) в 2017 году позволил нашей стране войти в число первых 30 стран. Были также озвучены достигнутые результаты по росту компьютерной грамотности населения (до 78%), росту числа абонентов спутниковой связи (более 1,3 млн пользователей), было заявлено, что возрос до 85% доступ к интернету домашних хозяйств [19].

В декабре 2017 года была утверждена государственная программа «Цифровой Казахстан» [20], в которой в Казахстане к 2022 году в горнодобывающей отрасли планируется становление высокопроизводительной индустрии с широким применением автономной техники и системой принятия решений преимущественно на основе анализа больших данных. По всей цепочке создания стоимости будут внедряться сенсоры, датчики и передовые аналитические инструменты, позволяющие визуализировать данные, проводить сценарное моделирование и принимать на их основе решения. Кроме того, внедрение автономной техники, регулирование основных производственных процессов в автоматическом режиме позволит минимизировать участие человека и повысит уровень безопасности производства. Основным проектом в области цифровизации добычи руды является внедрение цифрового рудника. Цифровые решения позволят улучшить производительность, а также безопасность и техническое обслуживание используемой техники и оборудования. На сегодняшний день лидерами по внедрению цифровых технологий в горнодобывающей отрасли

являются такие компании, как АО АК «Алтыналмас», ТОО «Евразийская Группа», ТОО «Казцинк», ТОО «Корпорация Казахмыс».

В компании АО АК «Алтыналмас», которая сегодня является одной из передовых в сфере цифровизации, разработана Целевая модель проекта Цифровой рудник. Для ее реализации начата подготовка специалистов, обладающих необходимыми компетенциями для работы с цифровыми системами, которые будут принимать участие в реализации пилотного проекта, готовится необходимая методологическая база по созданию Центра компетенции в горно-металлургическом комплексе [21].

АО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение» (АО ССГПО), которое входит в состав Евразийской группы (ERG), планирует реализовать три проекта с общим объемом инвестиций около 92 млрд тенге до 2025 года. В качестве объекта для реализации этих проектов выбран Качарский карьер, который является на сегодняшний день крупнейшим в АО ССГПО. Он сегодня дает более половины всей добычи руда в объединении [22]. При внедрении на этом карьере проекта «Автоматизированная система управления горнотранспортного комплекса Качарского карьера» были использованы система диспетчеризации и автоматизированного управления ГТК в реальном времени, современные цифровые системы, в частности MES и ERP (SAP), спутниковое позиционирование для управления буровзрывными работами. В итоге обеспечен надежный контроль и оперативный учет, руководство всех уровней получает полную и достоверную информацию по использованию основного и вспомогательного технологического оборудования [23].

Таким образом, проведенный анализ показывает, что передовые мировые горнодобывающие компании стремятся извлечь максимальную пользу от цифровизации производства и использовать эти преимущества для повышения конкурентоспособности продукции и долгосрочного непрерывного производства, и наши отечественные предприятия тоже начали работу в этом направлении.

1.4 Анализ современного рынка комплексных информационных систем для цифровизации горных работ

Потребности горнодобывающих предприятий и геологоразведочных компаний в моделировании месторождений стали стимулом для того, чтобы использовать в практике горного производства геоинформационные системы (ГИС), которые ранее применялись только для военных целей, но в 90-х годах стали доступны и гражданским предприятиям. При этом одним из главных потребителей ГИС стала горнодобывающая промышленность, поскольку эти системы позволяют осуществлять контроль за перемещением мобильного оборудования в карьере, а это, в свою очередь, позволяет осуществлять мониторинг и применять системы диспетчеризации [24].

Эксперты считают, что в ближайшие годы открытый способ разработки месторождений будет преобладающим направлением развития мировой горной промышленности, поскольку он обеспечивает наилучшие экономические показатели. На долю открытого способа добычи в рудниках, на карьерах и разрезах приходится свыше 80% мировой горной продукции, в США – 83%, в странах СНГ – около 70%. В России открытым способом добывается 91% железных руд, более 70% руд цветных металлов, более 60% угля. При этом необходимо учитывать тот факт, что в последние годы как во всем мире, так и в Казахстане увеличивается глубина открытых горных работ [25]. Надо также отметить, что параллельно с ростом масштабов производства на крупных карьерах растет также доля средних и мелких карьеров, расположенных, как правило, в отдаленных слабо освоенных районах, где применяется вахтовый метод работы.

Для эффективного развития открытых горных работ необходимо как применение новых высокопроизводительных видов горного и транспортного оборудования, так и разработка, и широкое внедрение на карьерах современных автоматизированных систем управления горнотранспортными комплексами с использованием спутниковой навигации.

Авторы работы [26] считают, что на горнодобывающих предприятиях для цифровой трансформации можно успешно применять уже разработанные и апробированные решения:

- на каждом горном предприятии необходимо завершить оцифровку всей информации, полученной при геологоразведочных работах;
- в процессе ведения геологоразведочных работ целесообразно использование компьютерного моделирования при подсчете запасов месторождения и оценки перспектив его разработки;
- для основной деятельности предприятия (добычи и транспортировки руды и вскрышных пород) необходимо применение автоматизации бизнес-процессов.

Существующие комплексные информационные системы, используемые в производственной деятельности горных предприятий, как отмечает А.Ф. Клебанов [24], можно разделить на следующие классы.

1. Диспетчерские системы, которые используются при оперативном управлении процессами добычи и переработки полезных ископаемых.
2. Системы геологического моделирования и планирования горных работ.
3. Корпоративные системы управления производством.
4. Многофункциональные системы безопасности горных работ.

Применение этих систем позволяет охватывать весь производственный цикл освоения месторождения – от геологоразведочных работ до отгрузки готовой продукции, при этом важным является то, что применение всех этих систем обеспечивает повышение безопасности горных работ

Современный рынок представляет достаточно широкий спектр таких систем. Нами исследованы и систематизированы предлагаемые для внедрения

IT-технологии для основных и вспомогательных процессов добычи полезного ископаемого открытым способом (цифровой карьер) (Таблица 4).

Таблица 4 – IT технологии для цифровизации горных работ

Цифровой карьер	
<i>Технологические процессы</i>	<i>IT технологии</i>
Буровзрывные работы	Автоматизированная система управления буровзрывными работами на основе высокоточной навигации ГЛОНАСС/GPS (ВИСТ Групп, Россия)
	Высокоточное позиционирование буровых станков (Wenco International Mining Systems Ltd, Канада)
	Система высокоточного позиционирования оборудования ProVision (Modular Mining Systems, Inc., США)
Погрузка горной массы	Бортовая система контроля экскаватора ИДС ЭКГ- 01У (ВИСТ Групп, Россия)
	Высокоточное позиционирование экскаваторов (Wenco International Mining Systems Ltd, Канада)
	Система оперативного мониторинга и корректировки фронта работ карьерных экскаваторов с использованием высокоточного позиционирования (ВИСТ Групп, Россия)
	Системы ORLACO (Нидерланды) для контроля за точностью загрузки автосамосвала, состоянием зубьев ковша экскаватора, работы оборудования и его возможного задымления и состояния кабельного барабана при движении экскаватора
Автомобильный транспорт	VG MineTruck (ВИСТ Групп, Россия) – автоматизированная система контроля автосамосвалов в режиме реального времени: <ul style="list-style-type: none"> - контроль производственных показателей; - контроль технического состояния; - контроль загрузки; - контроль давления в шинах; - контроль расхода топлива
	Системы ORLACO (Нидерланды) для предупреждения от столкновений с впереди идущим самосвалом, предупреждения о препятствиях и наездах на препятствия; контроль «слепых зон» при маневрах
	Модуль Optimization системы DISPATCH – оптимизация назначения автосамосвалов в режиме реального времени (Modular Mining Systems, Inc., США)
	Модуль предпускового контроля Prestart Checklist обеспечивает соответствие требуемых условий эксплуатации и содержание оборудования в исправности, заставляет операторов проходить перед началом работы проверку состояния узлов и механизмов с автоматической записью в базу данных смен (Modular Mining Systems, Inc.)

Продолжение таблицы 4

Технологические процессы	IT технологии
Автомобильный транспорт	<p>Навигационный модуль MineCompass регистрирует текущее положение оборудования и путь к пункту назначения (Modular Mining Systems, Inc., США)</p> <p>ModularReady интерфейсы для контроля двигателей, шин, гидравлических систем, тормозов и электрических систем</p>
Железнодорожный транспорт	<p>Микропроцессорная система управления устройствами сигнализации, централизации и блокировки VG Railway (ВИСТ Групп)</p> <p>Система ORLACO для обеспечения контроля машинистом всего состава, точности заезда состава под погрузку и повышения безопасности при маневрах</p>
Бульдозерные работы на карьере и отвале	Системы ORLACO (Нидерланды) для улучшения обзора при перемещении породы, контроля «слепых зон» при маневрах, предотвращения наезда и повреждение рыхлителя
Мониторинг состояния уступов, бортов, откосов и отвалов карьеров	<p>Радарные системы: MRS300 Reutech Radar System (ЮАР)</p> <p>IBIS-Rover радар (Hexagon, Италия)</p> <p>SSR-XT (Ground Probe Австралия)</p>
Контроль качества руды	Модуль контроля качества руды на всех переделах (АО ВИСТ Групп, Россия)
Хозяйственный транспорт и транспорт общего назначения	VG Fleet (ВИСТ Групп, Россия) – система мониторинга и контроля работы транспорта, занятого на вспомогательных хозяйственных операциях
Техническое обслуживание и ремонт	<p>Сервисная система диагностики, контроля эксплуатации и обслуживания техники VG Service (АО ВИСТ Групп, Россия):</p> <ul style="list-style-type: none"> - учет рекламаций и контроля эффективности использования техники; - контроля работы мобильных объектов; - диагностика оборудования и повышение коэффициента технической готовности; - контроль за несанкционированным использованием техники и выходом за пределы допустимых зон.
Техническое обслуживание и ремонт	<p>Информационные системы управления техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР) (IFS Applications, Швеция)</p> <p>Dispatch система для отслеживание технического обслуживания (Modular Mining Systems, Inc., США)</p>
10 Учет основных показателей работы производственных подразделений	Планирование и контроль выполнения сменных заданий в режиме реального времени (ВИСТ Групп, Россия)

Продолжение таблицы 4

<i>Технологические процессы</i>	<i>IT технологии</i>
Контроль безопасности ведения работ	Управление жизненным циклом наряд-заданий и наряд-допусков (ВИСТ Групп, Россия); STRATA (ТОО «Alpha-Safety»)
Примечание – составлено автором по изученным материалам	

Внедрение автоматизированных систем управления горнотранспортным комплексом (АСУ ГТК) является одним из главных факторов, обеспечивающих повышение производительности работ на карьере.

Как отмечает С. Папазян [25], что наилучший результат в этой сфере, согласно результатам накопленного производственного опыта, может быть достигнут при использовании системы диспетчерского управления (диспетчеризации), которая основывается на технологии космической навигации (GPS), и позволяет с достаточно высокой точностью выявлять координаты движущихся транспортных средств с применением спутниковых радиосигналов, при помощи компьютерной обработки постоянно отображать положение различных машин, оптимизировать маршруты транспортных единиц.

Как видно из таблицы 4, к наиболее значимым типам из числа появившихся в последнее время на рынке информационных систем для управления транспортным комплексом в карьерах относятся следующие.

Компания Wenco International Mining Systems Ltd разработала и широко внедряет автоматизированную систему управления ГТК, которая включает широкий набор функций, начиная с системы отчетности по оперативной информации из карьера, высокоточного позиционирования и управления техникой, и заканчивая информацией по техническому состоянию карьерной техники, и системой автоматической диспетчеризации [28, 29]. Имеется также система управления парком оборудования Wencomine, которая осуществляет мониторинг технического обслуживания оборудования на предприятии. Это дает возможность вносить корректировки в планы работы для оптимизации как основных, так и вспомогательных работ на карьере и контролировать планы технического обслуживания оборудования. Применяется также система предупреждения столкновений при движении автосамосвалов в карьере.

Компания Modular Mining Systems, Inc. предоставляет наиболее полный ассортимент решений по управлению горной промышленностью из существующих на рынке. Благодаря проверенным на практике решениям, разработанным для повышения производительности и безопасности, компания помогает увеличить эффективность горнодобывающих компаний по всему миру [30, 31]. Системы Modular могут быть подстроены под любой тип существующей горной техники и любые производственные задачи, и уникальные особенности горного предприятия. Компания предлагает использовать передовые технологии и экспертную поддержку для

максимального повышения производительности, существующего парка оборудования или поддержания требуемого уровня производительности с меньшим автопарком.

На российском рынке ведущей компанией в области системы диспетчеризации горнотранспортного комплекса является компания ВИСТ Групп, которая разработала систему «КАРЬЕР» [32, 33, 34]. Эта система успешно внедряется на горнодобывающих предприятиях России, Казахстана и стран дальнего зарубежья с 1999 года. Система решает задачи, связанные с оптимальным распределением самосвалов по экскаваторам и пунктам разгрузки с учетом планируемого качества и объемов на складах, учета очередей и простоев; снижением влияния человеческого фактора на объемы добычи текущим количеством техники; снижением расходов на ремонт и эксплуатацию техники. Обеспечение в режиме онлайн диспетчерского и управленческого персонала полной и достоверной информацией о техническом состоянии горного оборудования в карьере повышает надежность его работы и снижает риск аварийных остановок.

Нами на основе анализа независимых источников (отчетов, обзоров, рекламных материалов и т. д.) проведено сравнение описанных выше альтернативных цифровых решений для внедрения систем диспетчеризации на карьерах, результаты которого представлены в таблице (Таблица 5).

Таблица 5 – Анализ альтернативных цифровых решений для внедрения систем диспетчеризации на карьерах

Позиции	Компания		
	Wenco International Mining Systems Ltd, Канада	Modular Mining Systems, Inc., США	ВИСТ Групп, Россия
Сроки реализации проекта	предприятия	10-12 месяцев в зависимости от масштаба предприятия	6-12 месяцев в зависимости от масштаба предприятия
Операционная система	Microsoft Windows Embedded Standard 7	Microsoft Windows	Microsoft Windows 2000, XP, Vista, 7, 8, 10
База данных	Microsoft SQL Server или Oracle database	Нет данных	Oracle database
Беспроводные сети связи	Motorola MESH, Wi-Fi, GPS/Glonass	Motorola MESH, Wi-Fi, GPS/Glonass	Motorola MESH, Wi-Fi, WiMAX, GSM, GPRS, Tetra, GPS/Glonass,

Продолжение таблицы 5

Позиции	Компания		
	Wenco International Mining Systems Ltd, Канада	Modular Mining Systems, Inc., США	ВИСТ Групп, Россия
Техническое обслуживание и техническая поддержка	Сервисное сопровождение, обучение, ремонт и прочее по отдельному договору	Высокая стоимость и отсутствие функций	Различные уровни SLA, гибкие по требованию заказчика
Решение под ключ	Требуется персонал заказчика для монтажа на руднике; субподрядчики несут ответственность за дополнительные датчики и на них не представляется гарантий поставщика/изготовителя	Требуется персонал заказчика для монтажа на руднике; субподрядчики несут ответственность за дополнительные датчики и на них не представляется гарантий поставщика/изготовителя	Комплексное решение под ключ, включая установку всех компонентов без персонала заказчика на руднике; установка дополнительных систем и датчиков с гарантийными обязательствами
Решение под ключ	Низкая гибкость и длительный период развития	Низкая гибкость и длительный период развития	Разрабатывается и настраивается по требованиям заказчика
Аудит горной деятельности и эффективность системы	Нет	Нет	Да, с глобальной отчетностью
Затраты на реализацию	Ряд дополнительных опций не включен в первоначальные предложения и контракт	Ряд дополнительных опций не включены в первоначальные предложения и контракт	Фиксированные цены на реализацию, по нашим данным на 15-20% меньше, чем у конкурентов
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

В таблице 5 обобщены показатели, связанные как с техническими показателями по разработке (базы данных, операционная система, системы связи), так и по организационным показателям, связанным с внедрением, техническим обслуживанием, технической поддержкой и аудитом.

Практическая ценность результатов анализа альтернативных решений состоит в том, что горнодобывающие компании могут использовать их при выборе поставщиков технологий и услуг в проектах цифровизации и цифровой трансформации горных предприятий.

Таким образом, из произведенного анализа видно, что в настоящее время имеется достаточно широкий выбор цифровых технологий, которые могут применяться и адаптироваться к условиям конкретных горнодобывающих предприятий.

1.5 Практика управления проектами в горнодобывающей отрасли

Управление проектами, развивавшееся сначала в военной промышленности, а также в строительстве, на сегодняшний день широко используется в различных отраслях, в том числе и в горной отрасли. Результаты опроса по актуальным проблемам проектного управления, проведенные компанией PwC, показали, что свыше 90% его участников согласны с тем, что управление проектами чрезвычайно важно для эффективной работы их организации и способствует росту их бизнеса [39].

Отмечено также, что применение проектного управления особенно важно в тех случаях, когда реализовываются крупные проекты и имеются риски того, сроки и бюджет таких крупных проектов могут быть превышены; когда предприятия планируют объединить разные проекты и на их основе провести трансформацию бизнеса; когда компания планирует разрабатывать и внедрять новые процессы инфраструктуру, в том числе управление процессами в режиме реального времени; в тех случаях, когда реализация проектов не приносит ожидаемой выгоды или требуется сократить издержки [39].

Поэтому в настоящее время, как отмечено в [40] многие российские компании уже разработали и внедрили системы управления проектами. В качестве основы для разработки своих внутренних стандартов, как российские, так и казахстанские компании принимают методологии Project Management Institute (PMI).

Разработкой методов и подходов к управлению проектами занимаются различные международные организации и национальные ассоциации различных стран, в частности, PMI, IPMA, ISO и другие [40]. Они выпускают различные стандарты.

Наиболее известными и распространенными стандартами по управлению проектами являются стандарты Project Management Institute (PMI), который разрабатывает стандарты в различных областях управления проектами, постоянно их обновляет, осуществляет работу по пропаганде применения этих стандартов, разрабатывает образовательные программы и осуществляет обучение по этим программам, а также осуществляет профессиональную сертификацию для специалистов, занимающихся управлением проектами.

В ниже в таблице в соответствии с предложенной в работе [40] группировкой приведена библиотека стандартов PMI, которые могут быть применены при реализации проектов на горнодобывающих предприятиях.

можно сгруппировать в три категории: базовые стандарты; практические и рамочные стандарты; расширения к стандартам PMI, которые, представлены в библиотеке стандартов PMI (Таблица 6).

Таблица 6 – Библиотека стандартов PMI по управлению проектами

Название стандарта на английском языке	Название стандарта на русском языке
<i>Базовые стандарты</i>	
(PMBOK® Guide)	Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®)
The Standard for Portfolio Management	Стандарт для управления портфелем
The Standard for Program Management	Стандарт для управления программами
<i>Практические и рамочные стандарты</i>	
Practice Standard for Project Risk Management	Практический стандарт для управления рисками проектов
Practice Standard for Project Configuration Management	Практический стандарт для управления конфигурацией проекта
Practice Standard for Scheduling	Практический Стандарт для разработки расписания
Project Manager Competency Development Framework	Основы развития компетенций менеджера проекта
Practice Standard for Earned Value Management	Практический стандарт для управления освоенной стоимостью (EVM)
Practice Standard for Work Breakdown Structures	Практический стандарт для разработки иерархических структур работ (WBS)
Practice Standard for Project Estimating	Практический стандарт для оценки проектов
<i>Расширения к стандартам PMI</i>	
Construction Extension to the PMBOK® Guide	Дополнение к Руководству PMBOK® для строительных проектов
Government Extension to the PMBOK® Guide	Дополнение к Руководству PMBOK® государственных проектов
Примечание – источник [40]	

Как видно из таблицы 6, стандарты PMI охватывают широкий круг вопросов, что позволяет использовать их в практике любого предприятия.

Системы управления проектами постоянно совершенствуются. Так, например, в 2017 году вышло шестое издание Руководства к своду знаний по управлению проектом. (РУКОВОДСТВО PMBOK®) [41].

Для различных компаний методы и способы управления проектами и применяемые стандарты могут быть различными в зависимости от масштаба производства, уровня развития и отрасли. Сегодня компании, начинающие или уже начавшие внедрять цифровые технологии, ищут наиболее совершенные и соответствующие уровню их развития практики проектного

управления.

Поскольку описанные выше риски, возникающие при реализации крупных проектов, несомненно, могут иметь место в настоящее время в условиях внедрения цифровых технологий и планирующейся цифровой трансформации в горной промышленности, становится ясным необходимость применения инструментов проектного управления.

В странах с высокоразвитой горной отраслью проектного менеджменту уделяется большое внимание. Так в Австралии уровень развития горнодобывающей отрасли весьма высок – ее доля составляет около 10% ВВП, а доля экспорта сырья – выше 50%. В этой связи, как отмечено в [41], проекты, связанные с горными технологиями и проектированием горных работ, обеспечивают около 8 процентов ВВП страны. Поэтому для проектных менеджеров Австралии горнодобывающая отрасль является основной и весьма высоко оплачивается.

Во-многом это можно объяснить тем, что крупные австралийские компании, например, описанный нами в разделе 1.3 Австралийско-британский концерн Rio Tinto, реализуют крупные проекты, с формированием цифровых рудников и применением роботизированных (беспилотных) горных машин (автосамосвалов, буровых установок, железнодорожных поездов), которые являются сложными и требуют больших инвестиций, поэтому заказчики таких – проектов крупные горнодобывающие компании рассчитывают получить при их реализации высоких экономический эффект и чтобы снизить риски их невыполнения стараются привлекать высококвалифицированных проектных менеджеров.

Поскольку, как мы отметили, высококвалифицированные менеджеры проектов очень востребованы, в некоторых странах наблюдается их серьезный дефицит. Так, основатель компании Шварц Техникал Консалтинг (STC) Бронвин Шварц в беседе с Брюсом Монтиа [42] отметила, что Южноафриканская индустрия управления проектами испытывает нехватку квалифицированных менеджеров проектов. Как и во всех секторах, требующих квалифицированных рабочих, индустрия управления проектами страдает от дефицита инженеров. Как правило, инженеры готовятся в качестве инженеров-проектировщиков, а затем выступают в роли специалистов по управлению проектами, ввиду их навыков и обширного опыта работы на горных предприятиях. Она также добавляет, что причины дефицита квалифицированных руководителей проектов в Южной Африке, включают малое количество учеников, изучающих математику и физику на уровне средней школы, чтобы быть готовым к возможной карьере в области управления проектами, а также квалифицированных специалистов, покидающих Южную Африку, чтобы искать возможности трудоустройства за рубежом.

По мнению Бронвин Шварц, применение инструментов управления проектами является полезным для горнодобывающей промышленности, так как оно позволяет организовать команду специалистов, таких, как геологи,

специалисты-экологи, горные инженеры и специалисты по обогащению минерального сырья, которым в процессе реализации проекта необходимо наладить эффективное взаимодействие для успешного завершения проектов, и таким образом формируются успешные команды проектных менеджеров в отрасли.

Таким образом, успех реализаций проектов в горнодобывающей отрасли напрямую зависит от применения инструментов проектного управления и привлечения квалифицированных менеджеров проекта, формирующих успешные команды проектов.

Выводы по разделу

Таким образом, проведенное исследование показывает, что передовые мировые горнодобывающие компании стремятся извлечь максимальную пользу от цифровизации производства и использовать эти преимущества для повышения конкурентоспособности продукции и долгосрочного непрерывного производства, и наши отечественные предприятия тоже начали работу в этом направлении.

Так же, на основе анализа выявлено, что в настоящее время имеется достаточно широкий выбор цифровых технологий, которые могут применяться и адаптироваться к условиям конкретных горнодобывающих предприятий.

При этом успех реализаций проектов в горнодобывающей отрасли напрямую зависит от применения инструментов проектного управления и привлечения квалифицированных менеджеров проекта, формирующих успешные команды проектов.

2 Разработка алгоритма цифровизации горнодобывающего предприятия с использованием инструментов проектного управления

2.1 Оценка цифровой готовности горнодобывающих предприятий

Несмотря на то, что по уровню цифровизации Казахстан пока не входит в группу лидеров, однако скорость цифровых преобразований, частности в горнодобывающих компаниях, в последние годы свидетельствуют о реальных возможностях достижения показателей, намеченных в государственной программе «Цифровой Казахстан» [20].

Чтобы определить направления цифровой трансформации и разработать соответствующую программу цифровизации, горнодобывающему предприятию (как и любым предприятиям других отраслей промышленности) необходимо оценить уровень их готовности к цифровизации. В статье М.П. Галимовой [35] описан подход, применяемый в мировых исследованиях к оценке цифрового потенциала стран по следующим критериям: наличие цифровых драйверов и производственно-экономический потенциал. К драйверам цифрового развития относятся: человеческий потенциал; технологии и инновации; инфраструктура; доступ к глобальной торговле и инвестициям; устойчивое ресурсное обеспечение; внутренний спрос. К показателям уровня экономического потенциала относят: масштабность производства; комплексность производства; структурную связанность отраслей экономики. Описывая этот подход, автор [35] полагает, что этот принцип можно использовать и при оценке цифровой готовности предприятий. Основываясь на этом подходе, мы, с учетом стадии их жизненного цикла, выделили 4 группы горнодобывающих предприятий: потенциальные лидеры; стабильно работающие; с высоким потенциалом роста; аутсайдеры. Характеристики каждой группы представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Классификация горнодобывающих предприятий для оценки их цифрового потенциала

Группа	Уровень экономического развития	Перспективы цифрового развития	Стадия жизненного цикла предприятия
Потенциальные лидеры	Высокий	Высокие	Расцвет
Стабильно работающие	Высокий	Средние или низкие	Зрелость
С высоким потенциалом роста	Средний или низкий	Высокие	Юность
Аутсайдеры	Низкий	Низкие	Старость
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Для оценки уровня цифровой готовности горнодобывающего предприятия нами проанализированы наиболее значимые факторы и позиции,

информация по которым позволяет наглядно оценить проблемные и узкие места, которые могут воспрепятствовать успешной реализации проектов.

К таким факторам мы отнесли следующие.

Бесперебойное электроснабжение – этот фактор очень важен, поскольку все оборудование цифровых систем питается от источников электрического тока, а при внезапных резких отключениях возможен их выход из строя, что повлечет за собой дополнительные затраты ресурсов на восстановление функционирования системы. Многие горнодобывающие предприятия, особенно недавно введенные в эксплуатацию, работают в отдаленных, слабо освоенных районах, поэтому фактор стабильного электроснабжения необходимо учитывать.

Связь. В работе [36] отмечено, что поскольку в основе модели цифровой экономики лежит сбор, обработка и хранение, уровень использования услуг связи, хранения и передачи информации, а также их стоимость и качество являются ключевыми факторами, определяющими возможность компаний по цифровой трансформации. Поэтому анализ спроса на услуги связи и удовлетворенность компаний стоимостью и качеством услуг позволяет, с одной стороны, оценить их готовность к цифровизации, а с другой – возможность существующей инфраструктуры поддержать этот переход. Так что обеспеченность доступа к качественной связи является, как отметили авторы [36], важным фактором, характеризующим цифровую готовность предприятия.

Этот фактор мы тоже приняли во внимание.

Абсолютно необходимым при переходе к цифровым технологиям становится *доступ к интернету*.

Качество человеческого капитала является одним из важных факторов при внедрении цифровых технологий, поскольку при быстром развитии существующих технологий и появлении новых решений постоянное повышение квалификации и развитие новых компетенций сотрудников становится насущной необходимостью. Как отмечено в [36], инвестиции в человеческий капитал позволяют получить значительную отдачу в виде конкурентных преимуществ на рынке. В этой связи охват сотрудников дополнительным обучением в целевых областях и наличие обучающих программ являются важными факторами при оценке цифровой готовности горнодобывающего предприятия.

При внедрении информационных технологий вопрос *информационной безопасности* является очень важным, поскольку на мировом рынке ежегодно появляются до 300 вредоносных программ, а это означает, что для каждого компьютера требуется соответствующая антивирусная защита. По данным компании Kaspersky компьютерные вирусы появляются во всех основных производственных сегментах,

Экономические показатели очень важны при цифровизации предприятий, поскольку для финансирования проектов цифровизации требуются значительные средства – собственные или заемные, при этом нужно

оценить возможность получения предприятием заемных средств, если у них отсутствуют собственные средства.

Весьма важными являются *организационные факторы*, поскольку без заинтересованности руководства предприятия внедрение цифровых технологий невозможно.

На основе проведенного анализа нами составлена таблица оценки уровня цифровой готовности горнодобывающего предприятия, которая может быть использована как опросник (таблица 8).

Таблица 8 – Оценка уровня цифровой готовности горнодобывающего предприятия к цифровизации

Позиции	Обеспеченность			
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
1	2	3	4	5
Технические факторы				
<i>Бесперебойное электроснабжение</i>				
<i>Интернет:</i>				
- высокоскоростной доступ в интернет				
- мобильный интернет				
серверы для обработки и хранения данных				
- облачные сервисы для хранения и обработки данных				
<i>Связь:</i>				
- MESH WiFi сети				
- радиорелейные системы				
- проводные линии				
- GSM				
- спутниковая связь				
- голосовая связь				
<i>Системы автоматизации:</i>				
- комплексные системы автоматизации, охватывающие широкий спектр задач				
- специализированные решения для каждой из учётных задач				
- неспециализированные программные продукты, например, Excel, Outlook и другие				
<i>Информационная безопасность:</i>				
- специализированные решения				
- антивирусные программы для бизнеса				
- антивирусные программы для физических лиц				

Продолжение таблицы 8

Кадровые факторы				
Обеспеченность кадрами для внедрения цифровых технологий (доля от потребности)				
Возможность подготовки кадров (доля от потребности):				
- при собственном учебном центре				
- методом организации тренингов				
- направление на учебу в специализированные центры				
- возможность приглашения специалистов со стороны				
Финансовые факторы				
Финансовые возможности для внедрения цифровых технологий:				
- собственные;				
- привлеченные (гранты, кредиты и т. д.)				
Организационные факторы				
Заинтересованность ТОП-менеджмента компании во внедрении цифровых технологий				
Примечание – составлено автором по изученным материалам				

Области диапазонов нами определены на основе анализа результатов опросов, проведенных российскими специалистами для различных отраслей, включая горнодобывающую отрасль [36, 37, 38].

В случае, если обеспеченность горнодобывающего предприятия по оцениваемым позициям находится в диапазоне 75-100%, то степень его цифровой готовности можно оценить, как высокую, которую необходимо поддерживать, и которая позволяет внедрять крупные проекты, охватывающие широкий круг проблем в целом по предприятию.

Если обеспеченность предприятия по оцениваемым позициям находится в диапазоне 50-75%, степень его цифровой готовности можно оценить, как приемлемую, позволяющую внедрять проекты, реализуемые, как правило, в виде

нескольких модулей и одновременно наращивать обеспеченность по контролируемым позициям для повышения уровня цифровизации.

Для предприятий с обеспеченностью в диапазоне 25-50% со средним (удовлетворительным) уровнем готовности целесообразно выбрать проект для решения проблемы одно из так называемых «узких мест», реализуемого в виде одного-двух модулей.

Предприятия, у которых обеспеченность по оцениваемым позициям лежит в диапазоне 0-25%, относятся к предприятиям с низким

(неудовлетворительным) уровнем цифровой готовности, что, однако, не означает, они не могут начать процесс внедрения цифровых технологий, оставаясь аутсайдерами и снижая свою конкурентоспособность. Для них целесообразным является внедрение пилотных проектов, в процессе которых они, не вкладывая значительных средств, могут повысить уровень своей цифровой готовности, например, получив возможность обучить свой персонал, увеличить долю подключения к интернету и т. д.

2.2 Разработка подхода к цифровизации горнодобывающих предприятий на начальном этапе

Специфические особенности горного производства, отмеченные нами выше в подразделе 1.2, являются причиной того, что на предприятиях горнодобывающей отрасли внедрение новых инновационных технологий и методов работы осуществляется медленно. Эти же факторы также тормозят процесс цифровизации на горнодобывающих предприятиях. Охватить сразу все бизнес-процессы единой системой не представляется возможным, однако технологические процессы горных работ до некоторой степени являются автономными, поэтому возможна поэтапная реализация проектов цифровизации технологических процессов горных работ.

Исходя из принятых нами понятий процессов, связанных с переходом горнодобывающих предприятий на цифровой уровень (см. 1.1), можно заключить, что цифровая трансформация предприятия (отрасли, экономики в целом), являясь процессом высшего уровня, включает все этапы и, следовательно, не может быть осуществлена, если:

- не проведена оцифровка необходимой в процессе работы исторической информации, которая, как правило, имеется в бумажном виде – для горнодобывающего предприятия особенно важным является перевод в цифровой формат геологической и горнотехнической информации, как исторической, собранной в процессе разведки месторождения, так и полученной в процессе ведения горных работ;

- не разработаны, не апробированы и не внедрены в процессы производства цифровые технологии, с использованием которых возможна перестройка концепции и формата бизнес-процессов предприятия.

Поскольку темпы развития цифровых технологий значительно выше по сравнению с многими другими традиционными продуктами и услугами, компании, которые не хотят безнадежно отстать от конкурентов, должны изменить неторопливый (и устаревший) подход к решению задач цифровизации и цифровой трансформации и не ждать каких-то благоприятных условий для начала работы по цифровизации.

Для достижения успеха предприятиям, в том числе и горнодобывающим, необходимо, на наш взгляд, использовать структурированный подход, включающий следующие этапы [44].

Не прекращая процесса оцифровки имеющейся документации, которым на сегодняшний день охвачены практически все горнодобывающие предприятия, целесообразно начинать с небольших и, что немаловажно, с низко рискованных, недорогих и не зависящих друг от друга пилотных проектов (продуктов). Это позволит не уделять большого внимания точному предпроектному анализу, следовательно, сократить срок выполнения проекта и получить быстрый результат с использованием неполной (частичной) информации.

Затем полученные результаты подлежат анализу. В случае положительного результата, представленного, например, в виде первоначальных версий программных продуктов, впоследствии совершенствуются и расширяются за счет ввода новых характеристик и функций в соответствии с потребностями предприятия. В случае неудачи пилотного проекта может быть принято решение о внесении изменений в программу цифровизации для выбора более эффективных ее направлений и технологий.

На втором этапе на основе разработанных цифровых продуктов и внедренных цифровых технологий можно переходить к более широкой трансформации операционной модели в целом.

Характерным для этих двух этапов является возможность привлечения квалифицированных специалистов по цифровым технологиям на временной основе, что снижает издержки.

На третьем этапе, который характеризуется достижением устойчивого эффекта от внедренных разработок, необходимо обеспечение интеграции цифровизации с базовыми системами предприятия. Для этого нужно разработать и реализовать комплексную программу управления, а также привлечь квалифицированных ИТ специалистов на постоянной основе – создать подразделение по цифровым технологиям, которое может выполнять функции центра передового опыта, обучения и внутреннего хранилища знаний о новых цифровых технологиях.

Цифровая трансформация, связанная изменением *внешнего* контура предприятия, является заключительным этапом, на котором изменяется способ взаимодействия с поставщиками, клиентами, контрагентами с использованием цифровой платформы, которая обеспечивает реализацию уникальных компетенций и ноу-хау бизнес модели организации. Это позволит обеспечить поддержку устойчивого роста эффективности путем наращивания ресурсов и преобразования предприятия в долгосрочной перспективе. На основе вышесказанного нами построен алгоритм цифровизации горнодобывающего предприятия с низким уровнем цифровой готовности на начальном этапе, который представлен на рисунке (Рисунок 3).

Как показывает проведенный анализ, на сегодняшний день при внедрении цифровых технологий реальное состояние дел на горнодобывающем предприятии далеко не всегда соответствует как запросам заказчика, как правило, значительно завышенным, так и требованиям, которые

предъявляются поставщиками технологий и услуг в области цифровизации.

Финансовые ресурсы, имеющиеся у предприятий, направляемые на решение задач цифровизации, необходимо грамотно тратить. Важно не просто приобрести и установить программное обеспечение и компьютеры, а подходить к проблеме комплексно, научиться управлять процессами, при этом работать целенаправленно, не рассчитывая на мгновенный положительный результат.



Рисунок 3 – Алгоритм цифровизации горнодобывающего предприятия с низким уровнем цифровой готовности на начальном этапе
Примечание – составлен автором по изученным материалам

2.3 Разработка алгоритма цифровизации горнодобывающего предприятия с использованием инструментов проектного управления

Британская аудиторская компания «Ernst & Young» отметила, что наиболее значительным риском для горнодобывающей промышленности при реализации проектов цифровизации является риск необеспечения ее планируемой эффективности. В условиях повышенных требований к ценности создаваемых результатов возрастает роль методов проектного управления. Изменение организации работ требует серьезного напряжения и времени, концентрации усилий и управленческих талантов.

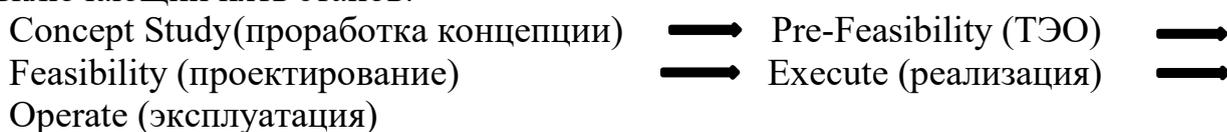
Проектное управление является тем драйвером, который может резко повысить эффективность и результативность этих изменений. Использование гибких методов управления, развитие организационной и персональной компетентности в управлении проектами, внедрение специализированных технологий управления в инжиниринге – все это позволяет достичь

запланированных результатов по внедрению информационных технологий [45].

В работе [46] отмечено, что проектный менеджмент нацелен на результат и в процессе проектирования достигает этого результата.

В этой работе, как и в работе [47] отмечается важность правильного планирования работ на начальном этапе разработки проекта. По данным авторов для горных проектов затраты на планирование составляют приблизительно не более 5-8% от капитальных затрат и только 1-2% от валовых затрат. Исправление же ошибок на поздних стадиях жизненного цикла проекта может стоить в миллионы раз дороже первоначальных затрат на корректировку тех же ошибок на фазе планирования.

Как известно, разработка и реализация проектов осуществляется поэтапно. На первом этапе формулируется концепция. Затем разрабатывается технико-экономическое обоснование и осуществляется проектирование. Завершающим этапом является ввод созданного объекта в эксплуатацию и выходом на запланированную мощность. Авторы [47] приводят следующую схему стандартного поэтапного процесса реализации для горной отрасли, включающий пять этапов:



Для каждого этапа определены стандартные мероприятия, которые выполняются командой, включающей специалистов различных подразделений предприятия. По итогам каждого этапа получают определенные проектом результаты, которые используются как исходные на следующих этапах разработки проекта.

Как отмечают авторы [47] практически все западные компании применяют такой процесс поэтапной реализации проекта, когда на каждом этапе видна реальная картина хода его выполнения и достигнутых результатов. Кроме того, многие компании значительно повышают эффективность реализации крупных проектов на основе четкой и комплексной системы мониторинга, контроля и отчетности, поскольку это обеспечивает как оценку текущего состояния проекта, так и дает возможность прогнозировать дальнейший ход его реализации.

Ясно, что при осуществлении мониторинга работ по проекту необходимо учитывать не только и не столько уровень капитальных вложений, но и другие показатели, позволяющие оценить возможные сбои при реализации проекта.

Опыт российских и казахстанских компаний, которые уже внедрили процесс поэтапной реализации проектов, показал, что применение такого метода само по себе зачастую не гарантирует желаемых результатов. Это связано с тем, что этот эффективный инструмент, прошедший тестирование на опыте многих зарубежных компаний, используется в российских и казахстанских компаниях не в полной мере, а те позиции, которые необходимо четко определить и

контролировать, определяются в общих чертах, сферы ответственности сторон, принимающих участие в проекте, размыты и не имеют четких границ, что снижает уровень ответственности менеджеров проекта [47].

Предприятия горнодобывающей промышленности всегда были и есть достаточно консервативными. Чтобы внедрить новые технологии, системы автоматизации и, тем более цифровые технологии, необходимо потратить большие усилия. В настоящее время, как показал наш опыт контактов с руководством казахстанских горнодобывающих компаний, большая часть из них не видит всех возможностей цифровизации, поэтому не может оценить реальную выгоду от их применения и не стремится вкладывать инвестиции в цифровизацию. В этой связи, как нами было предложено в разделе 2.2, необходимо дать возможность таким компаниям протестировать свои возможности, выгоды и убытки на небольшом пилотном проекте.

На основе проведенных нами исследований мы пришли к заключению, что для горнодобывающих предприятий необходимо на сегодняшний день определить цифровую готовность, чтобы выбрать дальнейшее направление цифровой трансформации.

Поэтому при внедрении цифровых технологий, на наш взгляд, на стадии проработки концепции проекта необходимо ввести этап оценки готовности горнодобывающего предприятия к цифровизации, чтобы избежать нецелесообразных затрат на провальный проект, поскольку как показали наши расчеты, приведенные в разделе 3, затраты на один проект внедрения цифровой технологии диспетчеризации для среднего по величине карьера обходится достаточно дорого.

При оценке готовности горнодобывающего предприятия к цифровизации будут выяснены факторы, которые могут помешать реализации проекта, как технические, так, особенно, кадровые, связанные с нехваткой персонала, обладающего навыками для реализации проекта, не имеющего опыта планирования и реализации проектов, отсутствие у руководства предприятия четкого плана работы по проекту.

Реализацию проектов цифровизации горнодобывающего предприятия целесообразно осуществлять, как это уже было показано выше, с помощью методов проектного управления, что в конечном результате обеспечивает повышение эффективности использования ресурсов и возможностей компании.

Методологией проектного менеджмента определяются и формализуются процедуры, методы и инструменты пяти групп управленческих процессов [41]:

- инициация проекта;
- планирование проекта;
- организация исполнения проекта;
- контроль исполнения проекта;
- завершение проекта.

Основываясь на оценке цифровой готовности горнодобывающего

предприятия, нами разработан алгоритм внедрения цифровых технологий на горнодобывающем предприятии, представленный на рисунке 4.

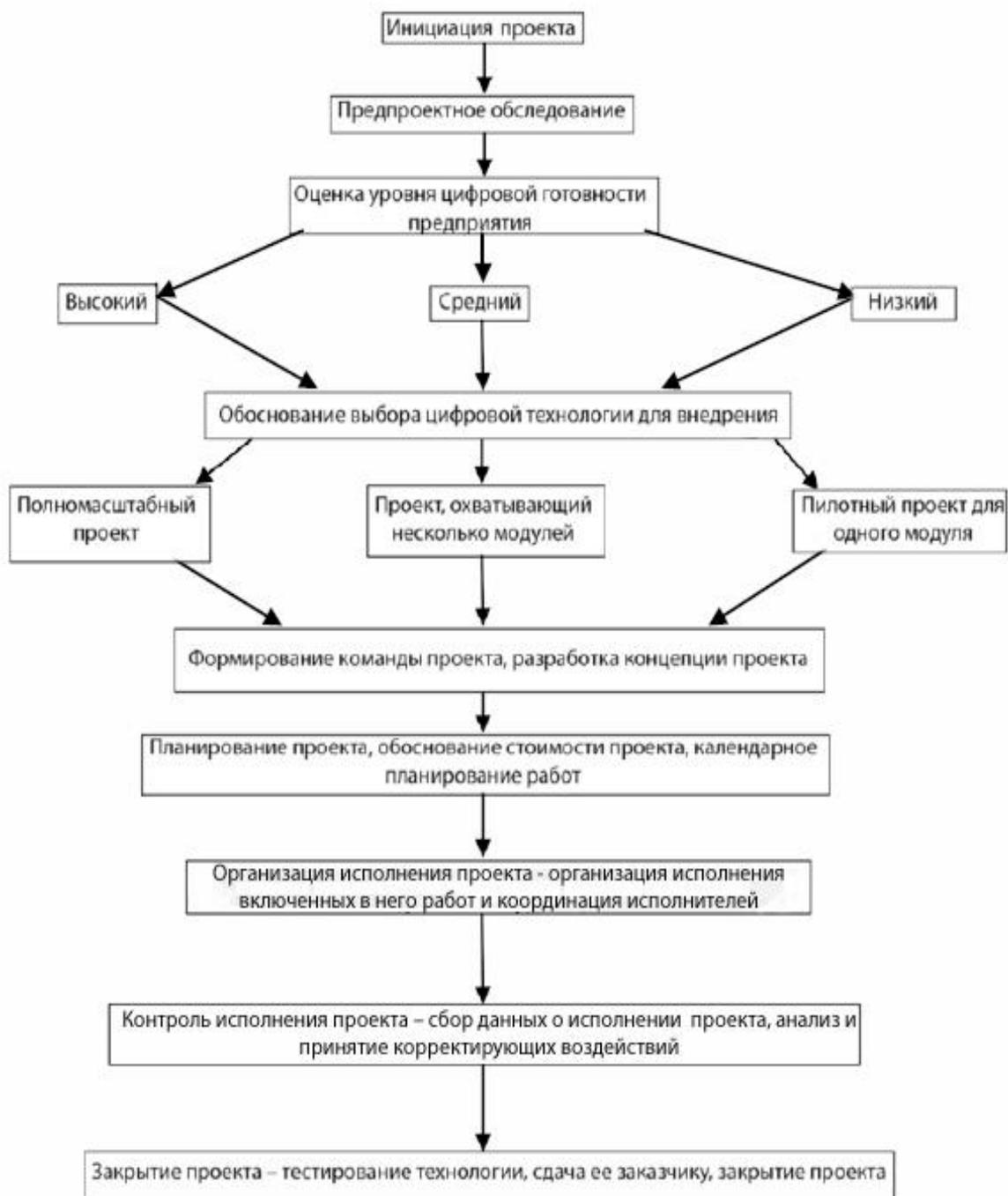


Рисунок 4 – Алгоритм внедрения цифровых технологий на горнодобывающем предприятии

Примечание – составлен автором по изученным материалам

Выводы по разделу

Укладываясь в рамки стандартов проектного управления, мы ввели в стадию инициации проекта этап оценки цифровой готовности предприятия, что позволяет корректно выбрать проект, соответствующий уровню

конкретного предприятия. Такой подход позволит снизить риски невыполнения проекта и избежать потери вложенных в него ресурсов. Опыт, приобретенный при реализации пилотных проектов, позволят персоналу горнодобывающей компании приобрести опыт внедрения цифровых проектов и получить для эксплуатации действующую цифровую систему, которая впоследствии может быть надстроена и расширена, чтобы обеспечить цифровую трансформацию предприятия.

3 Разработка рекомендаций по реализации проекта цифровой системы диспетчеризации на золоторудном карьере с использованием инструментов проектного управления

3.1 Описание объекта для разработки рекомендаций по реализации проекта диспетчеризации карьера

В качестве объекта для разработки рекомендаций по реализации проекта диспетчеризации нами принят золоторудный карьер на месторождении Пустынное.

Золоторудное месторождение Пустынное расположено в Такурдукском районе Карагандинской области в 100 км к востоку от города Балхаш [48]. Оно было открыто в 1960-х годах при проведении геолого-поисковых работ. Рудное поле сложено вулканогенными и терригенными породами, ультрабазитами и малыми телами карбоновых гранитоидов.

В структурном отношении месторождение находится в зоне влияния регионального северо-восточного глубинного разлома на пересечении с северо-западной и субмеридиональной системами сближенных нарушений. Рудовмещающими являются песчаники фамена. Оруденение штокверкового типа, представлено субмеридиональной линейной зоной окварцевания с убогой сульфидной минерализацией. Состав руды – пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит, золото, кварц, серицит, хлорит, реликтовые минералы вмещающих пород. Содержание золота 0,8-6 г/т, сульфидов 1-2%. Подсчитаны запасы золота, которые представлены в таблице 9. Среднее содержание металла составляет 3,4 г/т [49].

Таблица 9 – Запасы месторождения Пустынное

Месторождение	Показатель	Ед. изм	ГКЗ на 01.01.2015			
			C1	C2	Забаланс	Итого
Пустынное	Руда	тыс. т	11 006	384	1 774	13 164
	Содержание	г/т	1,53	1,71	1,73	1,56
	Металл	кг	16 862	657	3 075	20 594
Примечание – источник [49]						

В декабре 2014 года на базе месторождения Пустынное в Актогайском районе Карагандинской области запущено современное горно-металлургическое предприятие, включающее весь цикл переработки золотосодержащей руды от добычи золоторудного сырья до выплавки слитков Доре. Перерабатываемая мощность проекта составляет 2 миллиона тонн золотосодержащей руды в год. Слитки Доре поставляются на аффинажный завод ТОО «Тау-Кен Алтын» в г. Астана, который производит их дальнейшую аффинажную очистку и реализацию Национальному Банку Республики Казахстан для пополнения золотовалютных резервов страны, или на

внутренние/мировые рынки потребления золота.

Проект предусматривает добычу руды карьерным способом, что обеспечивает низкие операционные издержки и устойчивость к изменениям цены на золото [49]. Вид карьера на месторождении Пустынном представлен ниже на рисунке 5 [50].



Рисунок 5 – Карьер на месторождении Пустынное – фотография облета месторождения

Примечание – источник [50]

Помимо этого, месторождение Пустынное входит в контрактную территорию участка Карьерный, в пределах которого расположены месторождение Карьерное и его фланги, Восточный, Южный и Меридиональный. Дальнейшая разведка участка Карьерное несет потенциал возможного увеличения ресурсной базы проекта разработки Пустынного.

В настоящее время месторождение Пустынное находится в стадии освоения. С момента приобретения прав на недропользование месторождения Пустынное его разработка велась в соответствии с требованиями международных стандартов, а вскрышные и добычные работы ведутся с применением современного карьерного оборудования, что, как было отмечено выше, позволяет характеризовать карьер Пустынный, как предприятие, имеющее высокий потенциал роста в области применения цифровых технологий. Это, несомненно, является, как было отмечено выше, положительным фактором для внедрения цифровых технологий, а проект внедрения системы диспетчеризации может рассматриваться как один из

этапов цифровой трансформации компании.

3.2 Применение инструментов проектного управления для разработки проекта внедрения автоматизированной системы диспетчеризации

При подготовке ТЭО пилотного проекта для внедрения цифровой системы диспетчеризации на золоторудном карьере Пустынное нами был использован разработанный нами подход (раздел 2).

Для оценки готовности предприятия к цифровизации был проведен анализ на основе опроса, который показал, что это предприятие имеет высокий уровень цифровой готовности: оно находится на стадии развития горных работ, оснащено связью и интернетом, имеет IT-специалистов, финансовые ресурсы и заинтересованность ТОП-менеджеров во внедрении, на карьере применяется система позиционирования людей и техники.

Перед началом работ по проекту было проведено совещание с руководством компании, на котором был обсужден подготовленный нами SWOT-анализ для выявления факторов внутренней и внешней среды горнодобывающего предприятия при планировании внедрения цифровых технологий, представленный на рисунке 6.

	Положительное влияние	Отрицательное влияние
Внутренняя среда	Сильные стороны	Слабые стороны
	<ul style="list-style-type: none"> Быстрая передача данных Отслеживание процессов онлайн Гибкость бизнес-процессов Прозрачность данных Высокая оценка данных при аудите Возможность дистанционной работы Повышение уровня производительности Сокращение себестоимости продукта Значительное сокращение бумажного документооборота 	<ul style="list-style-type: none"> Зависимость от сети интернет Уделение значительной части ресурсов для поддержания ИТ-сферы предприятия. Спротивление сотрудников компании-заказчика цифровизации и прозрачности сложившихся бизнес-процессов
Внешняя среда	Возможности	Угрозы
	<ul style="list-style-type: none"> Мгновенный доступ к базе данных Интеграция с базами данных контролирующих органов Мониторинг бизнес-процессов и оптимизация в режиме онлайн от забоя до готового продукта. 	<ul style="list-style-type: none"> Зависимость от постоянного обновления ПО и аппаратной части оборудования. Санкции правительств, если это зарубежное ПО или аппаратная часть системы Действия хакеров (кража, искажение данных)

Рисунок 6 – SWOT-анализ при планировании внедрения цифровых технологий

Примечание – составлено автором по изученным материалам

Реализацию проектов цифровизации горнодобывающего предприятия целесообразно осуществлять с помощью методов проектного управления [41],

что в конечном результате обеспечивает повышение эффективности использования ресурсов и возможностей компании.

Методологией проектного менеджмента, как уже было отмечено выше, определяются и формализуются процедуры, методы и инструменты пяти групп управленческих процессов:

- инициация проекта;
- планирование проекта;
- организация исполнения проекта;
- контроль исполнения проекта;
- завершение проекта.

Исходя из этого, нами описаны стадии реализации проекта внедрения автоматизированной системы диспетчеризации на карьере Пустынном.

Инициация проекта

Это стадия процесса управления проектом дает возможность начать проект или фазы его жизненного цикла.

Как известно, проекты могут осуществляться на основе заказа, на основе идеи и на основе проблемы.

Проекты, связанные с цифровизацией горного производства, в Казахстане, как правило, выполняются на тендерной основе. При этом заказчику необходимо разработать технические требования, определить желаемые результаты и оценить возможную стоимость работ.

Исполнитель, получив технические требования от заказчика, анализирует их осуществимость с учетом реальной физической возможности и имеющихся у него ресурсов; оценивает стоимость и сроки выполнения проекта, выявляет заинтересованные стороны проекта, проводит анализ рисков проекта, уточняет цели и задачи проекта. Далее составляется техническое задание (ТЗ), которое утверждается заказчиком как основной исходный документ для заказчика и исполнителя.

В качестве исполнителя проекта нами была рекомендована компания ВИСТ Групп, которая согласно проведенному нами анализу, изложенному в разделе 1.4, является, несомненно, одним из мировых лидеров в оснащении горнодобывающих предприятий комплексными системами диспетчеризации горных работ, которая предлагает следующее техническое решение [33, 34].

Техническое описание предлагаемого решения

Система, представленная на рисунке 7, функционирует следующим образом.

Для ее работы необходимо установить специально разработанное бортовое оборудование на все мобильные объекты карьера, включая как основное технологическое оборудование (буровые станки, самосвалы, экскаваторы, бульдозеры), так и вспомогательное (топливозаправщики, погрузчики, хозяйственный транспорт и другие). Показания всех датчиков горного оборудования собирает и обрабатывает бортовой контроллер. Он использует для обработки данных внутреннее программное обеспечение, а

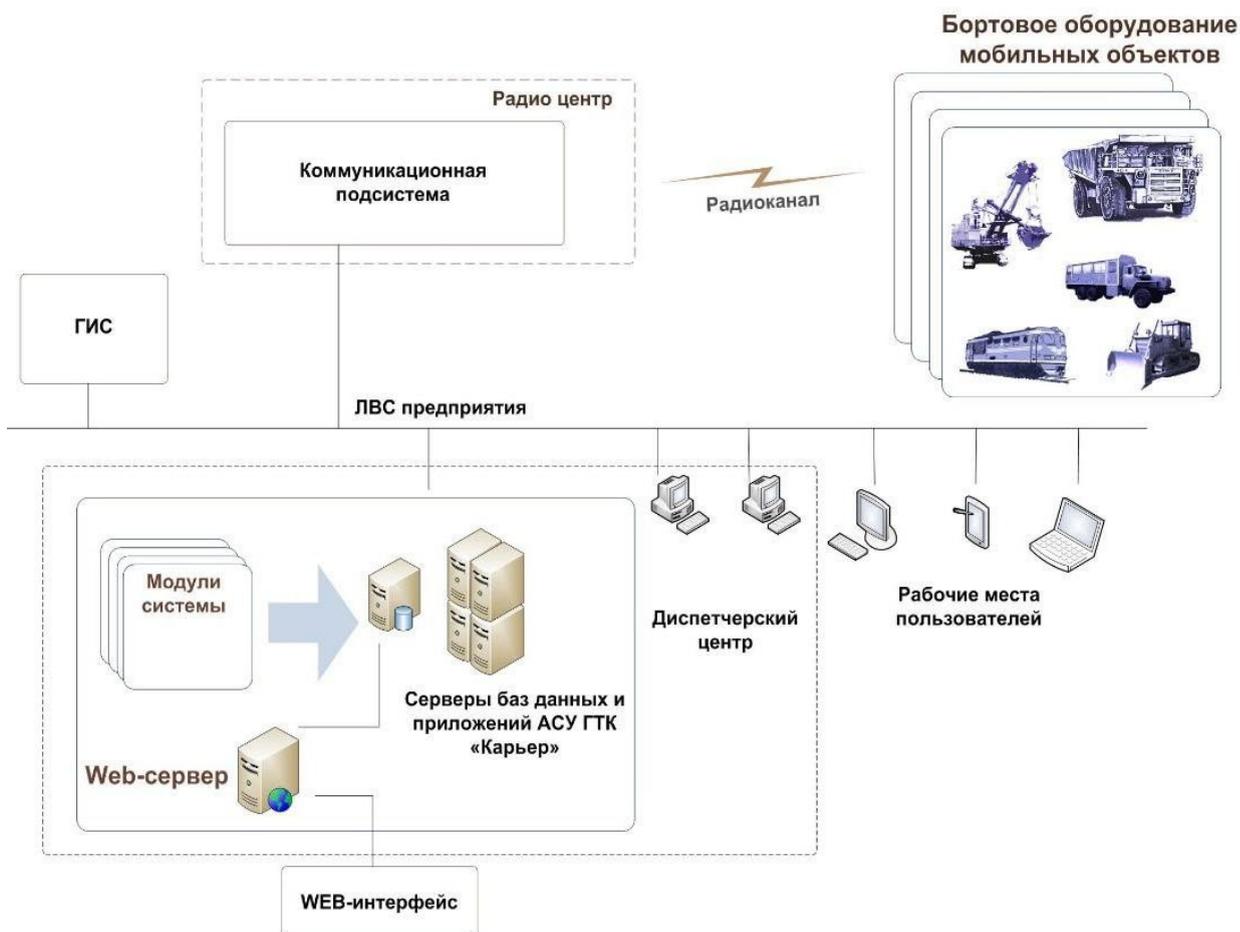


Рисунок 7 – Схема работы системы диспетчеризации
Примечание – источник [34]

результаты передает по беспроводному каналу в диспетчерский центр (ДЦ).

В ДЦ обрабатывается и архивируется информация о местоположении мобильного объекта, а также технологические данные датчиков, такие как объем загрузки кузова автосамосвала, давление в шинах и другие.

Диспетчеры, маркшейдеры, геологи и другие специалисты – пользователи Системы используют на своих рабочих местах информацию, которая в виде условных значков появляется на актуальном плане горных работ.

Система позволяет автоматически составлять отчеты о работе предприятия, отдельных его участков, смен, горных машин и персонала на основе обработки и анализа полученных и сохраненных данных.

Помимо данных, поступающих автоматически в ДЦ, с датчиков, Система использует и другую информацию:

- табличные данные, включающие списки водителей, автосамосвалов, экскаваторов, видов грузов и т. п.;
- векторный план поверхности карьера и элементов инфраструктуры, пополняемый маркшейдерской службой;
- данные геологической службы, включая данные опробования

буровзрывных скважин, как исходная информация для управления шихтовкой;
- множество других данных, представляющих технологическую информацию, относящуюся к управлению горнотранспортным оборудованием в течение смены.

Система разработана для того, чтобы наблюдать за динамикой процесса добычи руды в реальном времени. Это дает возможность диспетчеру получать реальную картину работы предприятия, а также оперативно принимать оптимальные решения при сбоях в работе карьера, которые могут быть вызваны поломками оборудования, авариями и связанными с ними простоями оборудования, а также управлять качеством руды при ее транспортировке на обогатительную фабрику,

На основе получаемой и хранящейся в Системе информации могут быть построены различные виды отчетов. По требованию Заказчика разработанные стандартные формы отчетов адаптируются для условий конкретного предприятия. Персонал предприятия – Заказчика обучается построению отчетов с применением специального инструментария и экранных форм.

Следующим этапом нашей работы было выявление заинтересованных сторон проекта, к которым, согласно методологии управления, проектами РМВоК [41], относятся как лица, так и организации, которые могут влиять на реализацию проекта, либо подвергаться такому влиянию при выполнении проекта. Это влияние может быть, как положительным, так и отрицательным, что необходимо учитывать для предотвращения конфликтов внутри проекта.

Для проекта внедрения автоматизированной системы диспетчеризации на карьере Пустынном нами очерчен круг заинтересованных сторон, который представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Заинтересованные стороны проекта диспетчеризации карьера Пустынное

Примечание – составлено автором по изученным материалам

Как это видно из рисунка 8, рассматриваемый проект является комплексным и охватывает интересы широкого круга лиц.

Опыт внедрения таких систем на горнорудных и угольных предприятиях показал, что рабочие часто опасаются, что внедрение цифровых технологий может привести к сокращению рабочих мест и увольнениям персонала, на это надо обратить особое внимание при реализации проекта, чтобы не вызвать противодействия его внедрению.

Приступая к *планированию* работ по проекту, мы должны определиться со всей совокупностью действий, которые необходимо осуществить для успешной реализации проекта [41].

Процесс планирования работ по проекту включает в себя комплекс функций и является непрерывным на протяжении работ по проекту. Результатом этих работ является план проекта. Учитывая, что в ходе выполнения проекта, как правило, возникают изменения как внутри самого проекта, так и во внешнем его окружении, которые требуют уточнения планов, процесс планирования не заканчивается составлением первоначального плана а осуществляется на протяжении всего жизненного цикла проекта.

Наиболее подходящим элементом для процесса планирования является построение иерархической структуры работ (ИСР). Этот метод заключается в разделении задач или декомпозиции на более мелкие и управляемые части, что делает рабочий процесс намного проще.

Используя этот метод, нами разработана иерархическая структура работ по проекту, которая представлена на рисунке 9.

Еще одним важным инструментом планирования и управления задачами работами является метод построения диаграммы Ганта, которая представляет собой расписание календарного рабочего плана проекта.

Базовые сроки внедрения системы диспетчеризации АСУ ГТК «Карьер», согласно данным разработчика, составляют:

- проектирование – 2 месяца;
- производство и поставка на склад предприятия – 4 месяца;
- монтаж и наладка оборудования и программного обеспечения – 2 месяца;
- запуск в опытно-промышленную эксплуатацию – 1 месяц.

Исходя из этих базовых сроков, такое расписание было построено для внедрения системы диспетчеризации АСУ ГТК на карьере Пустынное и представлено на рисунке 10.

Для оценки потребности в бортовом оборудовании мобильных объектов и оценки стоимости проекта нами был подготовлен опросный лист (приложение Б) и проведен опрос. Данные, полученные при обработке опросных листов, явились основой для формирования базы данных (Таблица 10).



Рисунок 9 – Иерархическая структура работ по проекту
Примечание – составлено автором по изученным материалам

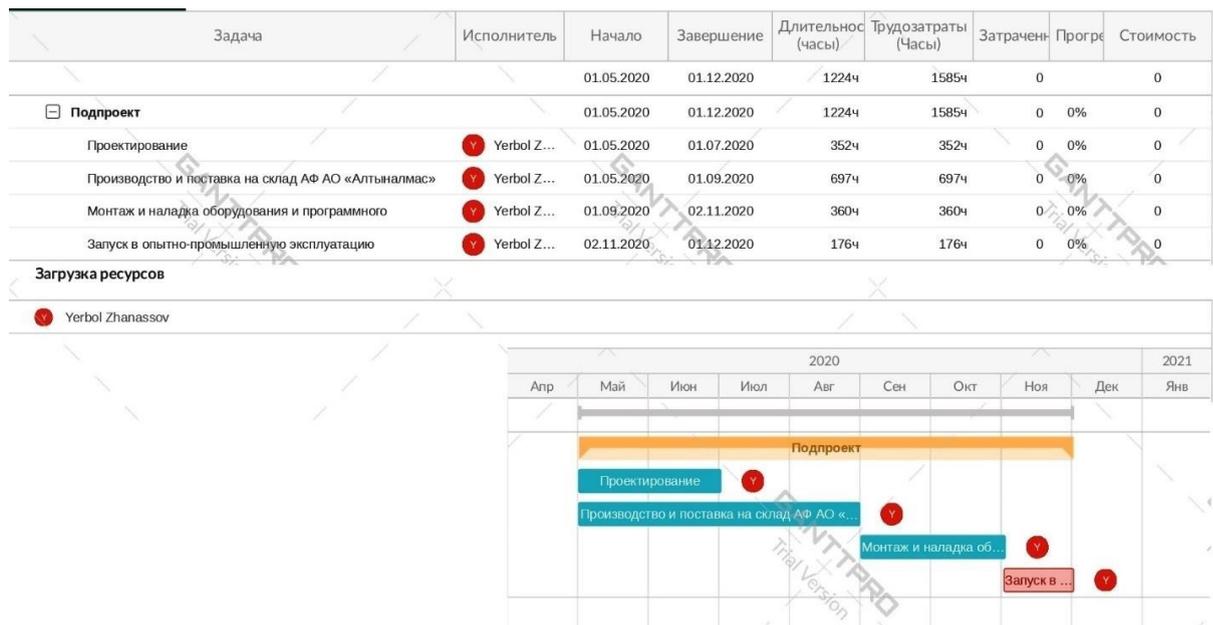


Рисунок 10 – Расписание календарного рабочего плана проекта внедрения системы диспетчеризации АСУ ГТК на карьере Пустынное
Примечание – составлено автором по изученным материалам

Таблица 10 – База данных оборудования, работающего на карьере
Пустынный

Инвентарный №	Наименование	Участок	Количество
FA005648	Экскаватор колесный	Погрузка	1
FA017665	Дизель-гидравлический экскаватор EX1900-6	Погрузка	1
FA017663	Экскаватор дизель-гидравлический Hitachi EX1200-6	Погрузка	1
FA013137	Погрузчик фронтальный Hitachi ZW30 AHD904M	Погрузка	1
FA016524	Погрузчик фронтальный Hitachi ZW310 AMD643	Погрузка	2
FA017379	Погрузчик колесный фронтальный CAT 992K номер кузова ZMX00437	Погрузка	1
FA030954	Автосамосвал БелАЗ-75131	Транспортировка	3
FA029064	Самосвал карьерный Caterpillar 777G	Транспортировка	9
FA020722	Самосвал карьерный САМС HN3310 P38С3М Euro	Транспортировка	1
FA016482	Самосвал Daf Fad Cf 85	Транспортировка	4
FA016945	Бульдозер Caterpillar D9R WDM02127	Отвалообразование	2
FA017380	Бульдозер колесный CAT 834K	Отвалообразование	2
FA013096	Автотопливо-заправщик КАМАЗ 43118	Заправка топливом	2
FA030955	Поливооростительная машина БЕЛАЗ-76135	Вспомогательные работы	1
FA031575	Автогрейдер Motor Grader CAT 16 H (16M3) SEM 922	Вспомогательные работы	2
FA030620	Гидромолот PB1805 для Hitachi ZX 190LC	Вспомогательные работы	1
FA001231	Гусеничный экскаватор с гидромолотом Hyundai BH55LC-7	Вспомогательные работы	1
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Как известно, производственные операции в горной промышленности требуют больших расходов, поскольку при ведении горных работ применяется дорогостоящая техника, требующая качественного технического обслуживания, что существенно влияет на эксплуатационные расходы и текущие капитальные затраты. Различного типа датчики (визуальные, тепловые и тактильные) на оборудовании или вблизи него, подключенные к экскаваторам, грузовикам, дробильным установкам, конвейерам и другим установкам, используются для сбора и обмена информацией о машинах, процессах и условиях окружающей среды. Сейчас большое число горнодобывающих производств или перерабатывающих предприятий работают с цифровой поддержкой автоматизации. Таким образом, люди теперь лишь принимают решения и контролируют операции, в то время как машины выполняют почти всю физическую работу. На рисунках 11 и 12 в качестве примера показаны схемы оснащения датчиками карьерного автосамосвала и экскаватора.

Далее, на основании сформированной нами базы данных оборудования и данных, характеризующих требуемое оборудование и программное обеспечение для различных типов горной техники, которые были представлены исполнителем работ – компанией ВИСТ Групп, нами был проведен комплекс расчетов для оценки бюджета проекта. Результаты этих расчетов представлены в таблицах 11-15.



Рисунок 11 – Потребность в датчиках и оборудовании для контроля работы автосамосвала

Примечание – источник [34]

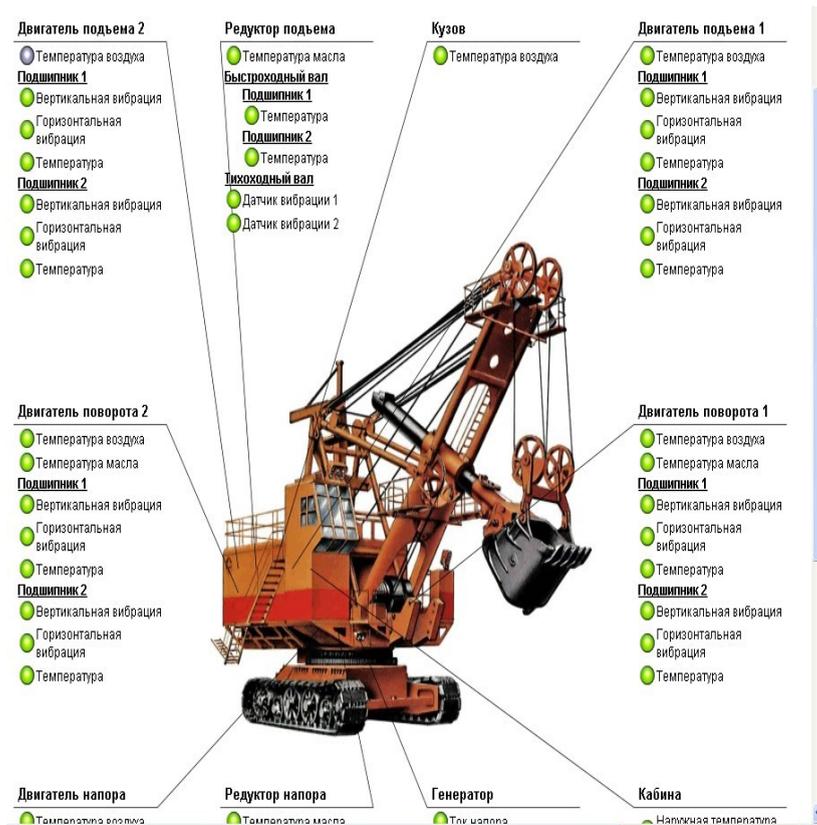


Рисунок 12 – Потребность в датчиках для контроля работы экскаватора
 Примечание – источник [34]
 Таблица 11 – Спецификация поставки оборудования

Наименование	Цена без НДС, USD	Кол- во, шт.	Стоимость без НДС, USD
Оборудование для оснащения автосамосвала	5 942,69	8	47 541,52
Оборудование для оснащения экскаватора	9 337,07	3	28 011,21
Оборудование для оснащения бульдозера/автогрейдера/погрузчика	5 678,01	4	22 712,04
Оборудование для оснащения топливозаправщика	7 689,19	2	15 378,38
Оборудование серверной	25 580,75	1	25 580,75
Оборудование АРМ диспетчера ГТЦ	4 448,44	1	4 448,44
Оборудование оснащения вспомогательного транспорта	510,00	8	4 080,00
Система контроля давления в шинах	2 248,44	8	17 987,52
Комплект ЗИП	12 352,56	1	12 352,56
Итого			178 092,42
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Таблица 12 – Спецификация работ

Наименование	Цена без НДС, USD	Кол-во, шт.	Стоимость без НДС, USD
Инженерное обследование и разработка технического проекта	28 125,00	1	28 125,00
Оснащение автосамосвала	812,50	8	6 500,00
Оснащение экскаватора	1 180,00	3	3 540,00
Оснащение бульдозера/автогрейдера/погрузчика	560,00	4	2 240,00
Оснащение топливозаправщика	750,00	2	1 500,00
Пуско-наладка системы и инженерное сопровождение, шефмонтаж системы беспроводной передачи данных, обучение пользователей, интеграция системами предприятия	46 875,00	1	46 875,00
Монтаж хозяйственного транспорта	93,75	8	750,00
Техподдержка модуля базы данных	3 031,25	1	3 031,25
Итого			92 561,25
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Таблица 13 – Спецификация программного обеспечения

Наименование	Цена без НДС, USD	Кол-во, шт.	Стоимость без НДС, USD
Модуль базы данных	17 500,00	1	17 500,00
Модуль базовой функциональности	36 000,00	1	36 000,00
Модуль оптимизации и автоматической диспетчеризации	36 000,00	1	36 000,00
Модуль контроля работы автосамосвалов	18 750,00	1	18 750,00
Модуль контроля работы топливозаправщиков	18 750,00	1	18 750,00
Модуль контроля работы погрузочной и дорожно-строительной техники	18 750,00	1	18 750,00
Модуль наработки узлов и агрегатов	18 500,00	1	18 500,00
Модуль контроля качества руды	18 750,00	1	18 750,00
Итого			183 000,00
Всего по проекту (без НДС)			453 653,67
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Следовательно, бюджет внедрения проекта на месторождении Пустынное по нашим расчетам составляет 453 653,67 долларов США (Четыреста пятьдесят три тысячи шестьсот пятьдесят три доллара 67 цента), без НДС.

Таблица 14 – Расшифровка спецификации

Наименование оборудования	Цена без НДС, USD	Кол-во, шт.	Стоимость без НДС, USD
1 Оборудование для оснащения автосамосвала			
Интеллектуальная панель ИП-01	1 768,00	1	1 768,00
Бортовая оснастка для оснащения самосвала	1 093,75	1	1 093,75
Датчик уровня топлива	375,00	1	375,00
Навигационный блок НБ-04	1 333,75	1	1 333,75
Источник питания 24\12В 6А	121,88	1	121,88
Концентратор сигналов ADAM	240,00	2	480,00
Комплект передачи данных для мобильного объекта	656,25	1	656,25
Оборудование звукового оповещения	114,06	1	114,06
Итого			5 942,69
2 Оборудование для оснащения экскаватора			
Интеллектуальная панель ИП-01	1 768,00	1	1 768,00
Концентратор универсальный КУ-03	1 680,31	1	1 680,31
Преобразователь тока E856	210,00	3	630,00
Датчик наклона двухкоординатный	559,38	1	559,38
Датчик наклона однокоординатный	559,38	2	1 118,75
Бортовая оснастка для оснащения экскаватора	1 093,75	1	1 093,75
Навигационный блок НБ-04	1 333,75	1	1 333,75
Датчик уровня топлива	375,00	1	375,00
Источник питания 24\12В 6А	121,88	1	121,88
Комплект передачи данных для мобильного объекта	656,25	1	656,25
Итого			9 337,07
3 Оборудование для оснащения бульдозера/автогрейдера/погрузчика			
Интеллектуальная панель ИП-01	1 768,00	1	1 768,00
Бортовая оснастка для оснащения	634,38	1	634,38
Датчик уровня топлива	220,00	1	220,00
Навигационный блок НБ-04	1 333,75	1	1 333,75
Источник питания 24\12В 6А	121,88	1	121,88
Концентратор сигналов ADAM	243,75	2	487,50
Комплект передачи данных Wi-Fi для мобильного объекта	656,25	1	656,25
Датчик давления А10 -1..3 бар	228,13	2	456,25
Итого			5 678,01
4 Оборудование для оснащения топливозаправщика			
Концентратор универсальный КУ-03	1 680,31	1	1 680,31
Интеллектуальная панель ИП-01	1 768,00	1	1 768,00
Бортовая оснастка для оснащения топливозаправщика	671,88	1	671,88

Продолжение таблицы 14

Наименование оборудования	Цена без НДС, USD	Кол-во, шт.	Стоимость без НДС, USD
4 Оборудование для оснащения топливозаправщика			
Устройство съема сигнала УСС-Б-25	125,00	2	250,00
Устройство согласования с УСС	102,00	2	204,00
Датчик уровня топлива	375,00	3	1 125,00
Навигационный блок НБ-04	1 333,75	1	1 333,75
Комплект передачи данных Wi-Fi для мобильного объекта	656,25	1	656,25
Итого			7 689,19
5 Оборудование оснащения вспомогательного транспорта			
Регистратор Omnicom	260,00	1	260,00
Датчик уровня топлива	220,00	1	220,00
Бортовая оснастка	30,00	1	30,00
Итого			510,00
6 Оборудование серверной			
TopSeller x3650 M5, Xeon 8C E5-2620 v4 85W 2.1GHz/2133MHz/20MB, 1x16GB, O/Bay HS 2.5in SAS/SATA, SR M5210, 750W p/s, Rack	2 863,00	2	5 726,00
Intel Xeon Processor E5-2620 v4 8C 2.1GHz 20MB 2133MHz 85W	811,00	2	1 622,00
16GB TruDDR4 Memory (2Rx4, 1.2V) PC4- 19200 CL17 2400MHz LP RDIMM	297,00	12	3 564,00
600GB 10K 12Gbps SAS 2.5in G3HS 512e HDD	485,00	6	2 910,00
Жесткий диск 200GB 12Gb SAS 2.5 Inch Flash Drive	1 586,00	2	3 172,00
ServeRAID M5200 Series 2GB Flash/RAID 5 Upgrade	596,00	2	1 192,00
System x 750W High Efficiency Platinum AC Power Supply	265,00	2	530,00
Integrated Management Module Advanced Upgrade	266,00	2	532,00
Серверный шкаф Rittal (с перф. Дверями) в сборе 800x2000x1000mm, блок розеток 19" 8шт, консоль Avocent 1U 17" LCD/touchpad	3 368,75	1	3 368,75
ИБП Smart-UPSXL3000VA/2700W, доп батарея XL, карта управления и контроля APS UPS network manadgement card 2 with software, 2хкомплекта направляющих для установки в стойку	2 964,00	1	2 964,00
Итого			25 580,75
7 Оборудование АРМ диспетчера ГТЦ			
Компьютер HP ProDesk 400 G1 MT, Intel Core i5 4570, DDR3 4Гб, 1000Гб, nVIDIA GeForce GT630 — 2048 Мб, DVD-RW, Windows 7 Prof, черный	931,25	1	931,25

Продолжение таблицы 14

Наименование	Цена без НДС, USD	Кол-во, шт.	Стоимость без НДС, USD
7 Оборудование АРМ диспетчера ГТЦ			
LCD 46' NEC MultiSync X462S	2906,25	1	2 906,25
Принтер HP LaserJet P2055dn	429,69	1	429,69
APC Back-UPS RS, 550VA/330W, 230V	181,25	1	181,25
Итого			4 448,44
8 Система контроля давления в шинах			
Система контроля давления в шинах СУРШ	2 248,44	1	2 248,44
Итого			2 248,44
9 Комплект ЗИП			
Интеллектуальная панель ИП-01	1 768,00	2	3 536,00
Датчик уровня топлива	375,00	2	750,00
Навигационный блок НБ-04	1 333,75	2	2 667,50
Комплект передачи данных для мобильного объекта	656,25	2	1 312,50
Концентратор универсальный КУ-03	1 680,31	1	1 680,31
Датчик давления APS1-IND	240,63	10	2 406,25
Итого			12 352,56
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Как мы видим, внедрение системы диспетчеризации карьера обходится горнодобывающему предприятию весьма недешево, поэтому необходимо оценить, какие же преимущества оно получает при внедрении таких систем.

3.3 Оценка эффективности внедрения цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях

Как отмечено в [51], согласно экономической логике, к очевидным преимуществам цифровизации можно отнести повышение качества обслуживания заказчиков за счет упрощения сбора заказов и их исполнения при поддержании постоянной с ними связи. Это позволяет компаниям быстрее реагировать на появление рынках новых продуктов. Однако для горной промышленности все обстоит не так просто.

Добыча полезных ископаемых является травмоопасным производством, поэтому на горнодобывающих предприятиях вопросам безопасности и охраны труда уделяется особое внимание. Применение цифровых систем контроля за

состоянием горных работ в режиме реального времени и беспилотной горной техники направлено, в первую очередь, на повышение их безопасности. Следующими важными факторами, на которые рассчитывают горные предприятия при внедрении цифровых технологий – это снижение производственных затрат и повышение производительности труда.

По данным компании ВИСТ Групп [32, 33, 34] внедрение цифровой системы диспетчеризации горнотранспортных комплексов карьеров АСУ ГТК «Карьер» позволяет снизить производственные издержки за счет экономии топлива на 10-15% и сокращения нетехнологических простоев на 80%. Контроль технологических процессов в режиме реального времени существенно снижает внештатные или аварийные ситуации, позволяет повысить производительность на 5-15%; сократить затраты на эксплуатацию техники на 8%.

Важным является также то, что при внедрении систем диспетчеризации существенно изменяется система учета и управления. Описание этих изменений представлено ниже (Таблица 15).

Таблица 15 – Изменения в учете и управлении в связи с внедрением системы АСУ ГТК «Карьер»

Показатели	До внедрения системы «Карьер»	После внедрения системы «Карьер»
Способы получения информации об объемах выполненных работ	По путевым листам в конце смены, по устным рапортам машинистов экскаваторов один раз в 2 часа, не исключаются приписки рейсов, расстояний и т. п.	Объективная информация, полученная автоматически с бортовых контроллеров мобильных объектов, любые виды приписок исключаются
Способы контроля потребления топлива	По линейным нормам, плохо отражающим фактический расход топлива	Объективная информация о расходе топлива по каждому маршруту, полученная с помощью датчиков уровня топлива в баках, исключаются несанкционированные сливы
Способы контроля объемов заправки	Система учета позволяет накапливать в емкости топливозаправщика топливо, «сэкономленное» при заправках транспортных средств	Объем каждой заправки учитывается автоматически, по датчику на топливозаправщике и по датчику в заправляемом объекте
Предоставление проекта работ экскаваторщику	Проект работ выносится маркшейдерской службой натуре с помощью колышков	Экскаваторщик видит виртуальный проект на экране бортового компьютера

Продолжение таблицы 15

Показатели	До внедрения системы «Карьер»	После внедрения системы «Карьер»
Учет внутрисменных простоев	Практически не ведется	Автоматический учет времени всех простоев, ввод причин простоев автоматизирован
Учет времени работы и простоев экскаваторов	Контроль небольших простоев, например, связанных с ожиданием самосвалов, не ведется	Система автоматически сопределяет время работы и простоя экскаватора по информации о вращении платформы и циклах погрузки
Расчет показателей производства (время в наряде, время работы самосвала и водителя, отработанные машиномены и т. п.)	Выполняются практически вручную по данным с бумажных носителей	Автоматический расчет
Система отчетности	Отчеты формируются в основном в электронной таблице после ручного ввода данных.	Автоматизированная система отчетности, отражающая основные показатели производства, имеется возможность модифицировать любой отчет Заказчиком самостоятельно и создавать новые отчеты, а также экспортировать производственные показатели в ERP системы
Примечание – составлено автором по изученным материалам		

Как видно из таблицы 15, при внедрении цифровой системы диспетчеризации руководство предприятия на всех уровнях получает достоверную информацию о состоянии дел на предприятии, что позволит принимать корректные управленческие решения и снизить риски.

Выводы по разделу

Таким образом, нами разработано ТЭО внедрения системы диспетчеризации АСУ ГТК «Карьер на золоторудном месторождении Пустынное с применением стандартов проектного управления, которое включает техническое описание предлагаемого решения и расчет затрат на его внедрение. ТЭО дополнено оценкой эффективности внедрения цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях.

Дальнейшие этапы исполнения проекта осуществляются после принятия решения о финансировании проекта заказчиком и подписании соответствующих договоров о выполнении работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследований по магистерской диссертации нами получены следующие результаты.

В диссертации решен частный вопрос разработки методического подхода к решению проблемы цифровизации горнодобывающих предприятий с учетом их специфических особенностей и во взаимосвязи с практикой проектного управления.

Выявлено, что различные специалисты по-разному трактуют понятия цифровизация и цифровая трансформация, поэтому были приняты определения оцифровки, цифровизация, цифровая трансформация и цифровая технология, наиболее подходящие, на наш взгляд, для объекта исследований по настоящей диссертации – предприятий горнодобывающей отрасли.

Проанализированы особенности горнодобывающих предприятий, отобраны те из них, которые существенно влияют на процесс их цифровизации, в том числе жизненный цикл, а также определен характер этого влияния. Показано, что влияние специфики горнодобывающего производства при внедрении цифровых технологий выражается с удлинением сроков реализации проектов из-за необходимости получать разрешения компетентных органов, ростом затрат, связанных с необходимостью замены выходящих из строя средств контроля в условиях динамических нагрузок, а также необходимостью использования средств контроля в специальном исполнении.

Установлено, что передовые крупные горнодобывающие компании стремятся извлечь от цифровизации производства максимальную пользу для того, чтобы использовать эти преимущества для повышения конкурентоспособности продукции и долгосрочной стабильной работы. Наши отечественные предприятия тоже начали работу в этом направлении.

Показано, что успех реализации проектов в горнодобывающей отрасли напрямую зависит от применения инструментов проектного управления и привлечения квалифицированных менеджеров проекта, формирующих успешные команды проектов.

Исследованы и систематизированы предлагаемые разработчиками различных стран для внедрения IT-технологии для основных и вспомогательных процессов добычи полезного ископаемого открытым способом (цифровой карьер).

Проведен сравнительный анализ характеристик трех типов информационных систем, созданных для управления ГТК на карьере и наиболее широко применяемых в настоящее время горнодобывающими предприятиями.

Разработан методический подход к оценке готовности горнодобывающих предприятий к внедрению цифровых технологий.

Разработан алгоритм цифровизации горнодобывающего предприятия, на основе стандартов проектного управления с введением на стадии

инициации проекта этапа оценки цифровой готовности предприятия.

Для золоторудного карьера Пустынное разработано ТЭО проекта по внедрению цифровой системы диспетчеризации АСУ ГТК «Карьер на золоторудном месторождении Пустынное с применением стандартов проектного управления, которое включает техническое описание предлагаемого решения и расчет затрат на его внедрение. Оценена эффективность внедрения цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях.

В процессе исследований по диссертации подтверждена основная гипотеза научного исследования, заключающаяся в том, что цифровизация горнодобывающего предприятия будет более эффективной, если будет корректно определен уровень его цифровой готовности, а реализация проектов внедрения цифровых технологий будет осуществляться по алгоритму, разработанному с учетом стандартов проектного управления. Задачи, поставленные в диссертации, выполнены полностью.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ТЕРМИНОВ

АСУ ГТК – Автоматизированная система управления горнотранспортным комплексом карьера

PwC – PricewaterhouseCoopers – международная сеть компаний, предлагающих услуги в области консалтинга и аудита.

ГИС – Геоинформационные системы

MES – Manufacturing execution system, система управления производством) – специализированная система, предназначенная для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции

ERP – Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия – программное обеспечение для управления бизнес-процессами, которое объединяет финансы, цепочки поставок, операции, отчетность, производство, кадры и позволяет управлять ими

SLA – Service Level Agreement – формальный договор между заказчиком услуги и ее поставщиком, содержащий описание услуги, права и обязанности сторон и, самое главное, согласованный уровень качества предоставления данной услуги

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сивараман Р. Что такое «цифровизация» предприятия? // Рынок, отрасль, люди – в интервью и репортажах Ua. Automation.com // Электронная версия на сайте <http://ua.automation.com/content/chto-takoe-cifrovizacija-predpriyatija>
- 2 Керрвала 3. 10 главных принципов построения сети для цифровизации. ZK Research, 2016. – 10 с. // Электронная версия на - сайте https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_kz/solutions/enterprise-networks/digital-network-architecture/pdf/nb-04-dna-zk-research_10_networking_priorities-cte-ru.pdf
- 3 Алейник Н. Что такое цифровая трансформация и чем она отличается от цифровизации и Индустрии 4.0 // Электронная версия на сайте rb.ru/story/what-is-digital-transformation/
- 4 Тырина Е. Оцифровка, цифровизация и цифровая трансформация: разбираем понятия // ЕСМ-Journal.ru // Электронная версия на сайте <https://esm-journal.ru/docs/Ocifrovka-cifrovizacija-i-cifrovaja-transformacija-razbiraem-ponjatija.aspx>
- 5 Плотников В. А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике. – 2018. – С. 16-24 // Электронная версия на сайте cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-proizvodstva-teoreticheskaya-suschnost-i-perspektivy-razvitiya-v-rossiyskoj-ekonomike/viewer
- 6 Грибанов Ю. И. Цифровая трансформация социально-экономических систем на основе развития института сервисной интеграции. – Дисс. докт. экон. наук 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством. – Спб., 2019. – 355 с.
- 7 Паньшин Б. Цифровая экономика: понятия и направления развития // Наука и инновации. – 2019. – № 3(193). – С. 48-55. Электронная версия на сайт <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-ponyatiya-i-napravleniya-razvitiya/viewer>
- 8 Специфика горных предприятий. // MSD.com.ua // Электронная версия на сайте <https://msd.com.ua/ekonomika-gornoj-promyshlennosti/specifika-gornux-predpriyatij/>
- 9 Каплан А. В. Структура и функции системы управления развитием горнодобывающего предприятия // Вестник ЮУрГУ, 2007. – №5. – С.3-9.
- 10 Каплан А. В. Методология управления развитием горнодобывающего предприятия с использованием цикличности внешней и внутренней среды Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-17. – С. 3791-3796; // Электронная версия на сайте URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37859>
- 11 Левяков О. Теория жизненных циклов организации И. Адизеса и российская действительность. SRC бизнес-школа // Электронная версия на сайте <https://www.src-master.ru/article26071.html>
- 12 Адизес И. Управление жизненным циклом корпораций / Пер. с англ. -

М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 512 с.

13 Цифровизация экономики: мировой опыт и перспективы развития Казахстана. // 24.02.2018 // Электронная версия на сайте https://aqparat.info/news/2018/02/24/8750773-cifrovizaciya_ekonomiki_mirovoi_opyt_i_p.html

14 PwC назвала лидеров по цифровизации. // Пресс-релиз|10.04.2018. // Электронная версия на сайте <https://www.itweek.ru/digitalization/news-company/detail.php?ID=200381>

15 Каткова Е. От цифры к добыче // Ведомости&, 05 декабря 2019 // Электронная версия на сайте <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2019/12/06/817970-tsifri-dobiche>

16 Rio Tinto и Caterpillar внедряют на Koodaideri высокие технологии. // MetalTorg.Ru., 30 мая 2019 // Электронная версия на сайте <https://www.metaltorg.ru/n/9ACDC2>

17 BHP и Dassault Systèmes договорились о внедрении цифровых технологий в горнодобывающей промышленности. // TADVISER. Государство.Бизнес.ИТ, 2019.

18 Государственная программа «Информационный Казахстан – 2020». Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 8 января 2013 года №464.

19 В Астане подвели итоги программы «Информационный Казахстан – 2020» // Profit.kz, 16 апреля 2018.

20 Государственная программа «Цифровой Казахстан». Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года № 82.

21 Как внедряют цифровизацию на промышленных предприятиях Казахстана // Zakon.kz, 22 августа 2019 // Электронная версия на сайте <https://www.zakon.kz/4982668-kak-vnedryayut-tsifrovizatsiyu-na.html>

22 ССГПО из ERG планирует инвестировать в реализацию трех проектов порядка 92 млрд тенге до 2025 года. // 17 января 2018. // Электронная версия на сайте <https://inbusiness.kz/ru/last/ssgpo-iz-erg-planiruet-investirovat-v-realizatsiyu-treh-proe>

23 Проект ССГПО «Умный карьер» признан лучшим по итогам отраслевого конкурса «Золотой Гефест» // 20.06.2018 // Электронная версия на сайте <https://www.erg.kz/ru/news/981>

24 Клебанов А.Ф. Информационные системы горного производства и основные направления развития автоматизации открытых горных работ // Горная промышленность, 2015. – №2(120). – С.93. // Электронная версия на сайте <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/8573-informatsionnye-sistemy-gornogo-proizvodstva-i-osnovnye-napravleniya-razvitiya-avtomatizatsii-otkrytykh-gornyx-rabot>

25 Аброськин А.С. Применение современных систем автоматизации на открытых горных работах // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. – Т.326. – С.122-130.

26 Рогожин А. В., Курцев Б. В. Цифровая трансформация горнодобывающего предприятия: направления развития // Журнал Глобус, 3 октября 2019 // Электронная версия на сайте <https://www.vnedra.ru/novosti/czifrovaya-transformatsiya-gornodobyvayushhego-predpriyatiya-napravleniya-razvitiya-8799/>

27 Папазян С. Системы управления горнотранспортным комплексом // Спецвыпуск журнала «Промышленные страницы Сибири» «Добывающая промышленность» // Электронная версия на сайте // <http://www.mining-portal.ru/publish/sistemyi-upravleniya-gornotransportnyim-kompleksom/>

28 Решение для добывающего предприятия любого размера // Электронная версия на сайте <https://www.wencomine.com/ru/%d0%be-%d1%81%d0%b8%d1%81%d1%82% d0%b5%d0%bc%d0%b5/what-is-a-fms/>

29 Высокоэффективные системы управления карьерной техникой // Электронная версия на сайте <http://wenco.ru/>

30 Ваш долгосрочный партнер в горнодобывающей отрасли // Электронная версия на сайте <https://www.modularmining.com/ru/>

31 Техническое описание систем MODULAR MINING SYSTEMS® // 05.2013, 88 с.

32 Клебанов А.Ф., Владимиров Д. Я., Рыбак Л.В. Система диспетчеризации большегрузных автосамосвалов «КАРЬЕР» на разрезе «Черниговский»: структура, функциональность, экономическая эффективность // Горная промышленность. 2003. – № 1. – С. 52-56.

33 АСУ ГТК «Карьер» Автоматическая диспетчеризация и оптимизация управления горнотранспортным комплексом // Электронная версия на сайте <http://vistgroup.ru/productions/asu-scc-quarry/>

34 Интеллектуальный Карьер. Автоматизированная система управления горно-транспортным комплексом «Карьер» (АСУ ГТК) // Электронная версия на сайте <http://www.tikrf.org/ru/wp-content/uploads/2016/08/Vist-Group-RUS.pdf>

35 Галимова М.П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия Экономика. №1(27), 2019, с. 108-116 // Электронная версия на сайте <https://cyberleninka.ru/article/n/gotovnost-rossiyskih-predpriyatiy-k-tsifrovooy-transformatsii-organizatsionnye-drayvery-i-bariery>

36 Шеенко Е., Стасевич О. Цифровая экономика и российские компании: уровень использования и готовность к переходу на цифровые технологии // Альманах Цифровая экономика. 2017. С. 116-129. // Электронная версия на сайте URL: <https://k.ru/news/m/skmedia/20434.aspx>

37 Семернина С.А., Сомина И.В. Цифровая трансформация бизнеса: зарубежный опыт // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2018. – Т.9. – №2. – С. 25-31 // Электронная версия на сайте <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-biznesa-zarubezhnyy-opyt>

38 Плотникова Е. В., Ефремова М. О., Заборовская О. В. Комплексная оценка уровня цифровизации ведущих университетов Российской Федерации

// Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 9-2. – С. 98-108 // Электронная версия на сайте URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=728>

39 Управление программами и портфелями проектов // Электронная версия на сайте <https://www.pwc.ru/ru/services/performance-improvement/portfolio-programme-management.html>

40 Сооляттэ А. Обзор международных и национальных стандартов по УП. 2012 // Электронная версия на сайте https://www.cfin.ru/itm/project/standart_review.shtml

41 Руководство к своду знаний по управлению проектом. (РУКОВОДСТВО РМВОК®). Шестое издание. 978-1-62825-193-7. 2017. – 726с.

42 Управление проектами: карьерные перспективы проектных менеджеров // Электронная версия на сайте <https://pmart.kz/2017-11-18-18-45-15/185-career.html>

43 Монтия Б. Выгода от управления проектами для горнодобывающей промышленности // Электронная версия на сайте <http://masters.donntu.org/2019/ief/omarov/library/article11.htm>

44 Айтжанова Д., Дуйсен Г., Жанасов Е. Развитие информационно-цифровых систем управления на предприятиях минерально-сырьевого комплекса Казахстана // Экономика и Статистика. – 2019. – №3. – С. 136-144.

45 Жанасов Е.М. Внедрение системы диспетчеризации горнотранспортного комплекса на карьере с использованием стандартов проектного управления // Труды Международной научно-практической конференции «Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана», посвященной 10-летию Казахстанской национальной академии естественных наук и 25-летию Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан, 2019.

46 Управление проектами в горном деле: применение поэтапного метода в горной промышленности. MESA Journal 51 December 2008 Vernon Ireland (Entrepreneurship, Commercialisation and Innovation Centre, University of Adelaide) // Электронная версия на сайте <http://masters.donntu.org/2016/iem/shukina/library/pdf/Translated.pdf>

47 Дружина В., Кивиже Г. Крупные проекты и капиталовложения: ключевые факторы успеха // Вестник McKinsey. – 2013. – № 28 // Электронная версия на сайте <https://www.cfin.ru/management/finance/capital/stage-gate.shtml>

48 Месторождение Пустынное // Комитет геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан // Электронная версия на сайте <http://info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravoc-hnik-mestorozhdenij-kazahstana/tverdye-poleznye-iskopaemye/item/%D0%BF%D1%83%D1%81%D1%82%D1%8B%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5-3>

49 АО «АК Алтыналмас». Годовой отчет за 2014 год. Электронный документ https://kase.kz/files/emitters/ALMS/almsp_2014_rus.pdf

50 Облет карьера АО «АК Алтыналмас» <https://www.youtube.com/watch?v=WOE8N9gxTAs>

51 Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. – Т. 13. – № 2. – С. 143–172 (на русском и английском языках). DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07 // Электронная версия на сайте // <https://iorj.hse.ru/data/>

Приложение А

ЗАЯВЛЕНИЕ О СОБЛЮДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЭТИКИ ПРИ НАПИСАНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ)

Я, Жанасов Ербол Мажитович, студент магистратуры КазНИТУ им. К.И. Сатпаева по специальности «Управление проектами» заявляю, что в моей магистерской диссертации на тему «Применение инструментов проектного управления при внедрении цифровых технологий в горнодобывающей компании» в Государственную аттестационную комиссию для публичной защиты, соблюдены правила профессиональной этики, не допускающие наличия плагиата, фальсификации данных и ложного цитирования при написании выпускных квалификационных работ.

Я ознакомлен с действующим на кафедре УП КазНИТУ им. К.И. Сатпаева Положением о подготовке и защите выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации), согласно которому обнаружение плагиата, фальсификации данных и ложного цитирования является основанием для снижения оценки за выпускную квалификационную работу, вплоть до выставления оценки «неудовлетворительно».

 Б.М. Жанасов

Приложение Б

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

Информация, необходимая для оценки потребностей предприятия в автоматизированных системах управления ГТК

Название предприятия:

Ответственное лицо:

Тел:

Факс:

e-mail:

Таблица Б.1 – Информация, необходимая для оценки потребностей предприятия в автоматизированных системах управления ГТК

1. Буровые работы Буровые станки				
№ п/п.	Марка	Количество	Привод электрический или дизельный	Наличие и тип автоматизированных систем диагностики и контроля бурения
2. Погрузочные работы Экскаваторы/погрузчики				
№ п/п.	Марка	Количество	Привод электрический или дизельный	Наличие и тип автоматизированных систем диагностики и контроля погрузки
3. Транспортировка горной массы Автосамосвалы				
№ п/п.	Марка	Количество	Наличие и тип автоматизированных систем контроля загрузки	Наличие и тип автоматизированных систем диагностики
4. Бульдозеры				
№ п/п.	Марка	Количество	Наличие и тип автоматизированных систем контроля работы и диагностики	

Продолжение таблицы Б.1

5. Топливозаправщики			
№ п/п.	Марка	Количество	Наличие и тип автоматизированных систем контроля расхода горючего при заполнении и заправке автосамосвалов
6. Наличие беспроводной системы связи			
№ п*п.	Тип связи	Протяженность линий связи	Наличие и тип оборудования
Примечание – составлено автором по изученным материалам			

Приложение Г

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: горнодобывающее предприятие, цифровизация, проектное управление, IT-технологии, диспетчеризация.