УТВЕРЖДАЮ
Директор ТОО «Golden Compass Jambyl»

_____ К.З. Изалов
«___» _____ 2026 г.

СОГЛАСОВАНО
Главный инженер ТОО «Golden Compass Jambyl»

_____ К.Б. Садвакасов
«___» _____ 2026 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение научно-исследовательских, научно-технических и опытно-конструкторских работ

«Разработка программно-аппаратного комплекса высокоточного позиционирования и интеллектуального наведения бурового оборудования на руднике «Коккия»»

2026 г.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

АСУГТК	автоматизированная система управления горнотранспортным комплексом
АСУР	Автоматизированная система управления рудником
GNSS	глобальная навигационная спутниковая система
НИ	научно-исследовательская работа
НТ	научно-техническая деятельность
ОКР	опытно-конструкторские работы
ОПИ	опытно-промышленные испытания
ПАК	программно-аппаратный комплекс
ПМИ	программа и методика испытаний
РИД	результаты интеллектуальной деятельности
TRL	уровень готовности технологии
Фонд	Автономный кластерный фонд «Астана Хаб»
Заказчик	ТОО «Golden Compass Jambyl»

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	5
1.1	Наименование проекта	5
1.2	Сведения о заказчике и исполнителе	5
1.3	Основания для разработки	5
1.4	Источник финансирования	6
1.5	Место выполнения проекта	6
1.6	Плановые сроки начала и окончания работ	6
1.7	Порядок и график финансирования работ (этапность)	7
1.8	Научная регистрация и отчётность	7
1.9	Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ, перечень разрабатываемой документации и отчетность	7
1.10	Требования к точности определения координат	7
1.11	Научно-исследовательская, публикационная и интеллектуальная деятельность (НИОКР и РИД)	8
2.	НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ	8
2.1	Назначение	8
2.2	Цели создания	9
3.	ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	10
3.1	Краткие сведения об объекте автоматизации	10
3.2	Существующее состояние бизнес-процессов	11
4.	ТРЕБОВАНИЯ К ПАК	13
4.1	Требования к ПАК в целом	13
4.2	Требования к функциям (задачам), выполняемым ПАК	15
4.3	Требования к видам обеспечения ПАК	16
5.	СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ (РАЗВИТИЮ) ПАК	18
5.1	Общие положения	18
5.2	Стадии и этапы работ по созданию ПАК	19
5.3	Экспертиза документации, обеспечение надёжности и метрологическое обеспечение	20
6.	ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЁМКИ ПАК	21
6.1	Виды, состав, объём и методы испытаний ПАК	21
6.2	Общие требования к приёмке работ и порядок утверждения приёмочной документации	23
7.	ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ ПАК В ДЕЙСТВИЕ	24
7.1	Приведение информации, поступающей в систему, к виду, пригодному для автоматизированной обработки	24
7.2	Изменения, подлежащие выполнению на объекте автоматизации	25
7.3	Создание условий функционирования объекта автоматизации	25
7.4	Создание и (или) определение подразделений и служб, обеспечивающих функционирование системы	25
7.5	Комплектование штатов и обучение персонала	25
7.6	Изменения методов управления и производственного контроля	25
8.	ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ	26
8.1	Общие требования к составу документации	26
8.2	Перечень документации по ГОСТ 34.201	26
8.3	Документация в электронном виде	26
8.4	Требования к документированию программных и аппаратных	27

компонентов
8.5 Документирование научно-исследовательской составляющей 27

8.6 Документирование результатов интеллектуальной деятельности 27
8.7 Требования к качеству и проверяемости документации 28

9. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ 28
Приложение А 29
Приложение Б 30
Приложение В 31

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Наименование проекта

Разработка программно-аппаратного комплекса высокоточного позиционирования и интеллектуального наведения бурового оборудования на руднике «Коккия» (далее – Проект, ПАК).

1.2 Сведения о Заказчике

ТОО «Golden Compass Jambyl» (далее – GCJ).
БИН: 110 440 017 259.
Юридический адрес: Республика Казахстан, Жамбылская область, Т.Рыскуловский р-н, аул Кулан, ул. ЖибекЖолы, д. 69.
Подразделение-инициатор: Планово-аналитический отдел.
Контактные лица ТОО «Golden Compass Jambyl»:
Руководитель проекта: Соловьев Артем Владимирович, E-mail: a.solovyov@goldencompass.kz

1.3 Основания для разработки

ПАК создается в интересах эксплуатации карьера «Коккия» в Жамбылской области, при этом опытно-промышленная апробация и экспериментальное подтверждение характеристик выполняются на отдельных бизнес-процессах предприятия.
На предприятии эксплуатируется система позиционирования бурового оборудования, являющаяся частью существующей производственной инфраструктуры. В составе действующей инфраструктуры используется оборудование производства Leica.
Используемые Заказчиком решения Leica и Hexagon OP Pro являются элементами существующей производственной и цифровой инфраструктуры предприятия. Разрабатываемые в рамках настоящего Технического задания решения должны обеспечивать возможность взаимодействия и совместимости с действующей инфраструктурой Заказчика, при этом применение конкретных торговых марок, производителей оборудования и программного обеспечения настоящим Техническим заданием не устанавливается.
В рамках настоящего Технического задания подлежат исследованию, разработке и экспериментальной апробации программно-аппаратные и алгоритмические решения, обеспечивающие высокоточное позиционирование и наведение бурового оборудования, обработку и анализ пространственных данных, контроль соответствия фактических параметров бурения проектным данным, а также информационное взаимодействие с существующей производственной инфраструктурой Заказчика.
Выбор технических и программных средств осуществляется по результатам исследований исходя из необходимости достижения установленных настоящим Техническим заданием функциональных и технических характеристик. Предлагаемые решения должны обеспечивать совместимость с действующей инфраструктурой Заказчика без ограничения возможности применения эквивалентных технических и программных решений.

- Контрактное обязательство Заказчика по Контракту на разведку и добычу золота на месторождения Коккия Жамбылской области № 2772 от 29.08.2008 года о финансировании НИОКР и практическая необходимость развертывания на предприятии программно-аппаратного комплекса высокоточного позиционирования и интеллектуального наведения бурового оборудования на руднике «Коккия»
- Протокол(ы) совещаний/служебные записки.
- План цифровизации GCJ.
- Потребность в создании и научно обоснованной апробации цифровых средств позиционирования бурового оборудования и контролю, учету и местоположению буровзрывных скважин пробуренных данным оборудованием в условиях горных работ;
- программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленная на оценку применимости, точности, устойчивости и масштабируемости цифровых технологий позиционирования;

1.3.1. Научная новизна и исследовательский характер работ

Настоящий проект носит выраженный научно-исследовательский и опытно-конструкторский характер. Научная новизна разрабатываемой ПАК заключается в решении комплекса ранее не исследованных научно-технических задач по комплексированию высокоточных пространственных данных в экстремальных условиях открытых горных работ месторождения «Коккия».

В рамках НИОКР подлежат исследованию, разработке и экспериментальной проверке:

-Математические модели фильтрации и комплексирования координатных данных – разработка оригинальных алгоритмов (включая адаптивные фильтры Калмана или их эквиваленты) для компенсации динамических шумов, вибраций бурового станка и преодоления эффекта «теневых зон» (многолучевого приема GNSS-сигнала в глубоких карьерах).

-Адаптивные алгоритмы пространственного анализа – разработка математического аппарат для автоматического выявления критических отклонений геометрии бурения от проектной сетки скважин в режиме реального времени на базе интеграции разнородных потоков данных (данные позиционирования Leica и параметры АСУР).

-Модели автономной синхронизации графов данных – создание и математическое обоснование моделей предиктивного кэширования и отложенной синхронизации пространственных баз данных для мобильных компонентов в условиях нестабильного или полностью отсутствующего покрытия связи (радиозатенение рельефа карьера).

- Методология оценки влияния цифровизации на промышленную безопасность — разработка и экспериментальная апробация методики оценки влияния автоматизированного контроля пространственных параметров бурения на скорость выявления критических отклонений и реагирования на них.

1.4 Источник финансирования

- Основной источник: Автономный кластерный фонд «Астана Хаб» РК.
- Бюджетное разбиение: CapEx (капитальные затраты: НИОКР, ПАК/оборудование/внедрение опытных образцов) и OpEx (операционные: РИД, сопровождение ОПЭ, обучение, поддержка), подробно п.1.9.
- Валюта расчётов: KZT.
- Налогообложение/НДС: по законодательству РК.

1.5 Место выполнения проекта

Производственные площадки GCJ:

- Основная площадка (фабрика): Жамбыльская область, рудник «Коккия».

Место размещения и использования элементов ПАК:

- Серверное оборудование проекта устанавливается на основной площадке, адрес - Месторождение Коккия Жамбылской области, в оборудованной серверной Заказчика.
- Оборудование позиционирования устанавливается на буровых станках GCJ и данные с оборудования позиционирования интегрируются в ПАК.
- Перечень подразделений Заказчика, участвующих в реализации и эксплуатации ПАК приведен в Приложении А.

Доступ/режим/безопасность:

- Пропускной режим, требования ОТ и ПБ, обязательные инструктажи/медосмотры/СИЗ для проектной команды при работах на предприятиях GCJ в соответствии с регламентом GCJ.
- Окна для монтажа и пусконаладочные работы (ПНР) согласуются отдельно, не нарушая технологические процессы.

1.6 Плановые сроки начала и окончания работ

- Дата начала: 4 квартал 2026
- Дата окончания: 4 квартал 2027

- Общая длительность: не более 12 мес.

Этапность и календарный план: прописывается в договоре

1.7 Порядок и график финансирования работ (этапность)

Порядок:

1. Аванс - 40% от общей суммы проекта;
2. Промежуточный платеж на основании промежуточного акта выполненных работ после успешного принятия Этапа 6 - 30% от суммы проекта;
3. Окончательный платеж на основании акта выполненных работ после успешного принятия Этапа 10 - 30% от суммы проекта.

Особые условия:

- Гарантийный период на ПАК 1 год.

1.8 Научная регистрация и отчётность

Работы по разработке, внедрению и апробации ПАК выполняются исключительно в статусе НИОКР и оформляются как научно-исследовательские работы в области цифровизации бизнес-процессов горных работ.

Проект подлежит обязательной регистрации в АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы» в установленном порядке. Исполнитель обязан обеспечить подготовку, подачу и сопровождение регистрационных материалов.

По результатам выполнения НИОКР Исполнитель обязан подготовить и представить Заказчику научно-технический отчёт, включающий:

- описание целей, задач и методологии научных исследований;
- описание цифровой архитектуры системы и обоснование выбранных технических решений;
- результаты лабораторных, полевых и опытно-промышленных испытаний;
- экспериментальную оценку точности позиционирования в статических и динамических условиях;
- анализ устойчивости и отказоустойчивости ПАК;
- научные выводы и рекомендации по масштабированию и дальнейшему развитию ПАК.

Научно-технический отчёт подлежит регистрации и учёту в АО «НЦГНТЭ».

1.9 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ, перечень разрабатываемой документации и отчетность

Результаты работ по созданию ПАК предъявляются Заказчику поэтапно, в соответствии с календарным планом НИОКР, и включают:

- отчётные материалы по НИОКР;
- комплект проектной, программной и программно-технической документации;
- результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний;
- Программу и методику испытаний, утверждённую Заказчиком;
- научно-технический отчёт по итогам НИОКР;
- материалы по публикационной и патентной деятельности.

Окончательные результаты принимаются Заказчиком на основании актов приёмки выполненных работ.

Требования к оформлению и хранению:

- Форматы: PDF/A для финальных версий; редактируемые — DOCX/XLSX/JSON/YAML.
- Наименование/версии: код проекта-тип документа-версия-дата.
- Репозиторий: Git (ветки main/dev/release); артефакты в согласованной корпоративной платформе.
- Конфиденциальность: уровни доступа, шифрование, маскирование тестовых данных.

1.10 Требования к точности определения координат

ПАК должен обеспечивать определение координат буровой техники со следующими показателями погрешности:

- в статических условиях (объект неподвижен):
  - средняя погрешность — не более 10 см;
  - максимальная погрешность — не более 15 см;
- в динамических условиях (объект в движении):
  - средняя погрешность — не более 15 см;
  - максимальная погрешность — не более 25 см.

Указанные показатели подлежат обязательному экспериментальному подтверждению в ходе опытно-промышленных испытаний.

1.11 Научно-исследовательская, публикационная и интеллектуальная деятельность (НИОКР и РИД)
Работы по настоящему техническому заданию выполняются в формате НИОКР и обязательно включают научно-аналитическую, экспериментальную, публикационную и интеллектуальную составляющие.
В рамках выполнения НИОКР Исполнитель обязан:
– провести патентный поиск и анализ мировых аналогов разрабатываемой цифровой системы;
– подготовить аналитический обзор существующих технических решений и провести сравнительный анализ научно-технических решений в области автоматизации буровзрывных работ с целью выявления ограничений существующих систем и обоснования необходимости разработки новых алгоритмов;
– обеспечить подготовку и публикацию научных статей и (или) научных обзоров, отражающих ход выполнения и результаты проекта: не менее 2 (двух) статей или обзоров, индексируемых в базе данных Science Citation Index Expanded системы Web of Science, и (или) в рецензируемом научном издании, имеющем процентиль по показателю CiteScore в базе данных Scopus не менее 35 (тридцати пяти); не менее одной статьи в отечественных или зарубежных научных изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, из Перечня изданий, входящих в список 1 и (или) список 2 для публикации основных результатов научных исследований;
– обеспечить проведение патентного поиска, подготовку и подачу заявки на свидетельство авторского права на результаты интеллектуальной деятельности, созданные в ходе выполнения НИОКР;
– обеспечить оформление, распределение и передачу исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности Заказчику в порядке, установленном договором на выполнение НИОКР и действующим законодательством Республики Казахстан.

Результаты интеллектуальной деятельности, созданные в ходе выполнения НИОКР (программное обеспечение, алгоритмы, технические решения, методики, научные материалы), подлежат передаче Заказчику в полном объёме, определённом договором.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ ПРОЕКТА

2.1 Назначение ПАК

Главной целью создания ПАК является достижение и экспериментальное подтверждение научной новизны в области цифровизации горного дела, выраженной в разработке оригинальных математических моделей, адаптивных алгоритмов и инновационных программно-аппаратных методов сквозного контроля пространственных данных. Создаваемый ПАК должен быть предназначен для автоматизации и цифровой поддержки процессов оперативного управления промышленной безопасностью, производственного контроля и реагирования на аварийные и предаварийные ситуации при ведении горных работ, а также для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по оценке применимости и эффективности

цифровых технологий мониторинга и позиционирования бурового оборудования условиях проведения горных работ.

2.1.1. Вид автоматизируемой деятельности:
Функциональный объем проекта включает разработку единого (или отдельного, в том числе интегрируемого в имеющиеся системы) программного обеспечения (информационной системы), автоматизирующие технологические процессы бурения скважин и имеющего следующий функционал:

- Исследование применимости, разработка и экспериментальная апробация методов интеграции данных систем высокоточного позиционирования различных типов с программно-аналитическим контуром, включая обеспечение совместимости с существующей инфраструктурой Заказчика.
- Интеграция данных в АСУР;
- Визуализация технических и технологических параметров позиционирования в АСУР на цифровой карте местности;
- Получения заданий на бурения скважин и визуализация на дисплее у оператора бурового станка;
- Учет бурения скважин в реальном времени;
- Учет количества, координат, направления и глубины бурения скважин;
- Учет расхода бурового инструмента;
- Экспорт полученных данных для дальнейшего использования;
- Передача и хранение информации.

2.1.2. Объекты автоматизации:
– буровзрывная техника;

2.1.3. Автоматизируемые пункты управления:
– диспетчерская служба предприятия;
– инженерно-технические службы, участвующие в управлении буровзрывными работами;

2.2 Цели создания ПАК
Целью создания системы является достижение измеримого повышения:

1. уровня промышленной безопасности и оперативности реагирования на опасные события за счёт внедрения цифровой системы, устранения бумажных документов, журналов, файлов Excel из бизнес-процессов за счет разработки и внедрения ПАК;
2. мониторинга и контроля позиционирования бурового оборудования и буровых скважин, подтверждённого результатами опытно-промышленных испытаний и НИОКР за счет внедрения передовых технологий позиционирования.
3. хранение и анализ данных поступающих в рамках автоматизированных бизнес-процессов для принятия управленческих решений.

Для достижения указанных целей должны быть обеспечены следующие целевые показатели, являющиеся критериями оценки достижения целей и приёмки ПАК:

А) Технические и технологические цели:
1. Точность и непрерывность мониторинга позиционирования буровзрывного оборудования на цифровой карте в АСУР:
   - в статических условиях: средняя погрешность не более 10 см;
   - в динамических условиях: средняя погрешность не более 15 см.
2. Временные параметры позиционирования:
   - период обновления координат буровзрывного оборудования: не более 10 с;

3. Разработка и внедрение модуля «Позиционирование буровзрывного оборудования и буровзрывных скважин»;
4. Обеспечение устойчивой работы мобильного приложения при обрыве связи с центральным сервером с локальным хранением данных и последующей синхронизацией без потери информации.
Критерий достижения:

- подтверждение соответствия указанным параметрам по результатам опытно-промышленных испытаний в соответствии с утверждённой ПМИ.
- круглосуточная устойчивая работа ПАК в ходе опытно-промышленной эксплуатации без критических отказов, зафиксированная в протоколах испытаний.

Б) Цели в области промышленной безопасности
Снижение времени обнаружения аварийных и предаварийных ситуаций по сравнению с базовым состоянием.
Критерий достижения: экспериментально подтвержденное сокращение времени выявления критических отклонений относительно базового уровня в соответствии с методикой, установленной ПМИ.

В) Производственно-экономические цели:
1. Повышение прозрачности бизнес-процессов при осуществлении горных работ.
2. Формирование единой цифровой базы данных для хранения и анализа в целях принятия управленческих решений.
3. Создание предпосылок для оптимизации производственных процессов без снижения уровня промышленной безопасности.
Критерий достижения: наличие формируемых ПАК отчётов и аналитических материалов, используемых Заказчиком в управленческой деятельности.

Г) Научно-технические цели
1. Получение экспериментально подтверждённых данных о повышении эффективности деятельности предприятия при цифровизации бизнес-процессов, с учетом точности и устойчивости сбора и анализа цифровых данных.
2. Формирование научно-технического задела для дальнейшего развития, масштабирования и тиражирования ПАК.
3. Обеспечение выполнения требований к научным публикациям и правовой охране результатов интеллектуальной деятельности, установленных техническим заданием.
Критерий достижения: подготовка и передача Заказчику научно-технического отчёта, научных публикаций, результатов патентного поиска и подтверждение подачи заявки на патент в соответствии с требованиями ТЗ.

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации

Объектом автоматизации являются золоторудное месторождение «Коккия» расположенное в Жамбыльской области Республики Казахстан. Месторождение разрабатывается открытым способом. Разработка ведётся с применением горной и буровой техники, а также с участием персонала, выполняющего горные, вспомогательные, ремонтные и сервисные работы. В рамках настоящего технического задания объекты автоматизации рассматриваются как пилотные площадки для выполнения НИОКР, на которых осуществляется научно-исследовательская и опытно-промышленная апробация цифровой системы мониторинга и позиционирования буровзрывного оборудования.

При успешной реализации проекта по автоматизации бизнес-процессов в рамках настоящего Технического задания предполагается дальнейшее развитие ПАК с автоматизации других бизнес-процессов, перечень которых будет уточняться в последующем.

3.1.1 Существующая архитектура IT инфраструктуры

На золоторудном месторождении «Коккия» создана единая ИТ-инфраструктура, предназначенная для обеспечения устойчивой передачи данных между производственными объектами, карьерной техникой и диспетчерским пунктом. На территории предприятия развернута промышленная беспроводная сеть Wi-Fi, включающая базовые станции, магистральные радиоканалы и абонентские комплекты, установленные на подвижных объектах. Сеть обеспечивает круглосуточное покрытие основных производственных участков, передачу технологической информации и видеопотока с камер. Часть базовых станций, расположенных на удалённых участках, оснащена автономными солнечными электростанциями.

Для централизованного размещения и эксплуатации ИТ-оборудования оборудована серверная комната. В ней размещены серверы обработки и хранения производственной информации, сетевое и коммутационное оборудование, система резервного копирования и источники бесперебойного питания. Серверная оснащена системой кондиционирования, контролем температуры, заземлением, пожарной сигнализацией и ограничением физического доступа. Созданная инфраструктура обеспечивает централизованный обмен данными, хранение видеозаписей, работу производственных информационных систем и возможность дальнейшего расширения сети.

Безопасность ИТ-инфраструктуры обеспечивается разграничением прав доступа пользователей, применением средств антивирусной защиты, межсетевого экранирования и защищённого подключения к корпоративным ресурсам. Выполняется резервное копирование критически важных данных и конфигураций оборудования, ведётся контроль состояния серверов и сетевых устройств. Доступ в серверную комнату и к административным учетным записям предоставляется только уполномоченным сотрудникам. Беспроводная сеть защищена средствами аутентификации и шифрования, а производственный сетевой сегмент отделён от гостевых и общепользовательских подключений.

Развернута и эксплуатируется Автоматизированная Система Управления Горнотранспортным комплексом (АСУГТК) Hexagon OP Pro.

3.2 Существующее состояние бизнес-процессов

Таблица 1 - Состояние текущих бизнес-процессов

Процесс	Текущее Состояние	Владелец/ эксплуатант	Технологии/ версии	Интеграции	Зрелость*
Позиционирование бурового оборудования и буровзрывных скважин	файлы Excel	Маркшейдерский отдел	Данные съемки с помощью маркшейдерского и геодезического оборудования	Отсутствует	2/5

Шкала зрелости: 1 — ручное управление; 5 — полная автоматизация.

Вывод: ландшафт фрагментирован; отсутствует целевой сквозной контур сбора, обработки, анализа и хранения данных.

3.2.1 Интеграции с датчиками позиционирования (AS-IS)

В существующем контуре не используются оборудование позиционирования буровой техники, промышленная сеть передачи данных, серверная инфраструктура, АСУР и АСУГТК.

Обмен данными позиционирования осуществляется преимущественно посредством периодических выгрузок. Интеграция точных данных позиционирования в единую информационную систему с автоматизированной обработкой и анализом данных отсутствует.

Информационное взаимодействие с существующим оборудованием и системами предприятия осуществляется посредством доступных интерфейсов, каналов связи и протоколов обмена данными. Перечень доступных интерфейсов, протоколов, форматов данных и возможностей получения данных от контроллеров, бортового оборудования и информационных систем уточняется Заказчиком по результатам обследования существующей инфраструктуры.

3.2.2 Болевые точки и последствия

- Данные на бумаге и в Excel
- Длительный цикл принятия решений, анализа, планирования и учета→ потеря времени, срывы работ.
- Высокая вероятность ошибок → затяжной старт смены, риск допусков при ухудшенном состоянии.
- Высокая вероятность аварий и травматизма → решения «вслепую», рост инцидентов.
- Фрагментированные данные → высокий операционный риск, проблемы при аудите.

3.2.3 Ограничения и допущения (AS-IS)

- Совместимость с действующими датчиками, оборудованием позиционирования.
- Метрологическая и разрешительная регуляторика на стороне поставщиков.

3.2.4 Риски миграции к целевому контуру

Риск	Причина	Вероятность/ Влияние	Ответ/план
Интеграции «не сложатся»	Нет владельцев процессов	Ср/Выс	Ввести каталог интеграций; назначить Владельцев процессов
Офлайн-режим для мобильного приложения	Слабая связь на месторождении	Выс/Ср	Локальный кэш, журнал транзакций, синхронизация с информационной системой через wifi.
Метрология	Отсутствие документов/поверок	Ср/Выс	Разработка информационной системы с учетом методологии утвержденной в законодательстве
Качество исторических данных	Дубли/устаревшие статусы	Выс/Ср	Перенос всех исотрических данных с бумажных журналов и Excel файлов в электронный архив

ИБ/ПДн	Персональные данные	Ср/Выс	Политика хранения и защиты персональных и коммерческих данных, перенос системы на сервера GCJ
Противодействие изменениям	Пользовательская инерция	Ср/Ср	Обучение/Мотивация/обратная связь; простые UX-паттерны

3.3 Порядок перехода к масштабированию

После успешного завершения опытно-промышленной эксплуатации и подписания акта приёмки пилотного этапа ПАК может быть масштабирован на остальные бизнес-процессы GCJ:

- Кадры;
- Закупки;
- Склад;
- Текущий ремонт;
- Планово-предупредительный ремонт;
- Производственная отчетность;
- Управленческая отчетность.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПАК

4.1 Требования к ПАК в целом

4.1.1 Требования к структуре и функционированию ПАК

4.1.1.1 Создаваемая ПАК представляет собой распределённую многомодульную цифровую систему автоматизации бизнес-процессов включающую, но не ограничивающую такие процессы как сбор данных по мониторингу и позиционированию бурового оборудования и буровзрывных скважин.

4.1.1.2 В состав ПАК входит модуль позиционирования бурового оборудования и буровзрывных скважин со следующими подсистемами: инфраструктурная подсистема (датчики, антенны, ретрансляторы, приборы учета), подсистема сбора и передачи данных (шлюзы, коммуникационные концентраторы), серверная и программно-аналитическая подсистема, подсистема автоматических уведомлений, подсистема хранения, анализа и визуализации данных, подсистема управления доступом и управления ролями.

4.1.1.3 Архитектура ПАК: централизованная серверная с возможностью автономного функционирования отдельных компонентов при нарушении связи с центральным сервером.

4.1.1.4 Информационный обмен между компонентами ПАК должен осуществляться по проводным и беспроводным цифровым каналам связи (UWB, LoRa, BLE, Wi-Fi Mesh или эквивалентным), допускающим работу в условиях низкого покрытия территории месторождения сетью интернет, повышенной влажности, пылевыделения и вибрации.

4.1.1.5 ПАК должна обеспечивать совместимость и информационное взаимодействие с диспетчерской службой предприятия, службами промышленной безопасности и охраны труда.

4.1.1.6 Режимы функционирования ПАК: штатный (круглосуточный, 24/7); автономный (при отсутствии связи с центральным сервером); аварийный (при возникновении тревожных и аварийных событий); режим диагностики и тестирования.

4.1.1.7 Архитектура ПАК должна предусматривать возможность дальнейшего развития и модернизации без полной замены оборудования и программного обеспечения.

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала ПАК

4.1.2.1 Эксплуатация ПАК должна обеспечиваться сотрудниками Заказчика, инженерно-техническим персоналом.
4.1.2.2 Минимальные требования к квалификации:

диспетчер - среднее специальное или высшее техническое образование, прохождение обучения работе с ПАК;

инженерно-технический персонал - высшее техническое образование, знание основ промышленной безопасности;

обслуживающий персонал - подготовка по эксплуатации цифровых и телекоммуникационных систем.

4.1.2.3 Режим работы персонала: круглосуточный, посменный.

4.1.3 Требования к показателям назначения ПАК
4.1.3.1 ПАК должна обеспечивать выполнение своего целевого назначения при следующих параметрах:

- погрешность определения координат техники в статических условиях: не более 10 см (средняя), не более 15 см (максимальная);
- в динамических условиях: не более 15 см (средняя), не более 25 см (максимальная);
- время обновления координат: техника не более 10 с;
- время реакции на тревожное событие не более 10 с;

4.1.3.2 Критерием достижения показателей назначения является подтверждение указанных параметров в ходе опытно-промышленных испытаний в соответствии с утверждённой Программой и методикой испытаний.

4.1.4 Требования к надёжности
4.1.4.1 ПАК должна обеспечивать коэффициент готовности не менее 0,98 и сохранность данных при отказах и потере питания.
4.1.4.2 Нормируемые аварийные ситуации: потеря связи с сервером; отказ оборудования позиционирования; отказ инфраструктурного узла; потеря электропитания.
4.1.4.3 Программное обеспечение должно обеспечивать восстановление исторических данных.

4.1.5 Требования по безопасности
4.1.5.1 Оборудование ПАК должно соответствовать требованиям промышленной безопасности Республики Казахстан и требованиям взрывозащиты для горных работ.
4.1.5.2 Используемые технические средства должны иметь исполнение, допускающее эксплуатацию во взрывоопасных зонах.

4.1.6 Требования к эргономике и технической эстетике
4.1.6.1 Интерфейсы ПАК должны быть интуитивно понятными, с поддержкой казахского русского языков.

4.1.7 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию и хранению
4.1.7.1 ПАК должна обеспечивать эксплуатацию в круглосуточном режиме без остановки производственных процессов.
4.1.7.2 Гарантийный срок на оборудование и программное обеспечение не менее 12 месяцев.
4.1.7.3 Должны быть предусмотрены требования к постгарантийному обслуживанию.

4.1.8 Требования к защите информации
4.1.8.1 ПАК должна обеспечивать защиту информации от несанкционированного доступа в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан.
4.1.8.2 Должна быть обеспечена сохранность информации при авариях и потере питания.

4.1.9 Требования к патентной чистоте

4.1.9.1 Должна быть обеспечена патентная чистота на территории Республики Казахстан.

4.1.10 Требования к стандартизации и унификации
4.1.10.1 При разработке ПАК должны использоваться стандартизированные протоколы связи, унифицированные аппаратные и программные компоненты.

4.1.11 Дополнительные требования
4.1.11.1 В рамках НИОКР должна быть разработана Программа и методика испытаний, утверждаемая Заказчиком.
4.1.11.2 ПАК должна рассматриваться как объект научных исследований с обязательной регистрацией результатов.

4.1.12 Требования к потенциальному исполнителю
4.1.12.1. Для реализации проекта желательно наличие у потенциального исполнителя опыта выполнения работ в области цифровизации, автоматизации, информационных технологий, позиционирования, разработки и внедрения программных и программно-аппаратных решений промышленного назначения. Опыт реализации проектов в горнодобывающей отрасли, в том числе с участием недропользователей, а также выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ может учитываться в качестве дополнительного критерия при экспертной оценке заявки.
4.1.12.2. Наличие у потенциального исполнителя кадровых, технических и организационных ресурсов, необходимых для выполнения работ, предусмотренных настоящим Техническим заданием, является преимуществом при оценке заявки. Для выполнения отдельных видов работ допускается привлечение соисполнителей и иных организаций, обладающих соответствующими компетенциями.
4.1.12.3. Для выполнения научно-исследовательской составляющей проекта потенциальный исполнитель вправе привлекать соисполнителей, обладающих необходимыми научными компетенциями, действующей аккредитацией в качестве субъекта научной и (или) научно-технической деятельности в соответствии с законодательством Республики Казахстан.
4.1.12.4. При формировании проектной команды предпочтительно наличие у потенциального исполнителя либо привлекаемых соисполнителей специалистов, обладающих компетенциями в области разработки программного обеспечения, автоматизации, позиционирования, обработки и анализа пространственных данных, а также выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
4.1.12.5. Потенциальный исполнитель самостоятельно определяет организационную модель выполнения проекта, включая привлечение соисполнителей, обеспечивающую выполнение требований настоящего Технического задания, достижение установленных показателей и получение предусмотренных результатов НИОКР в установленные сроки.

4.2 Требования к функциям (задачам)

4.2.1 Общие положения
ПАК должен обеспечивать автоматизацию функций мониторинга позиционирования буровзрывного оборудования, автоматизацию бизнес-процессов, а также выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Возможность поэтапного расширения функционала предусматривается архитектурой ПАК.

4.2.2 Перечень выполняемых функций ПАК
«Позиционирование бурового оборудования и буровзрывных скважин».
Функции:

- автоматическое определение координат бурового оборудования и буровзрывных скважин в режиме онлайн;
- отображение местоположения бурового оборудования на цифровой карте месторождения;

- фиксация истории перемещений буровзрывного оборудования;
- определение нахождения отклонения буровзрывного оборудования от плановых значений;
- формирование автоматических уведомлений при отклонениях от плановых значений.
- получения заданий на бурения скважин и визуализация на дисплее у оператора бурового станка;
- учет бурения скважин в реальном времени;
- учет количества, координат, направления и глубины бурения скважин;
- учет расхода бурового инструмента;
- экспорт полученных данных для дальнейшего использования;
- хранение и передачу на сервер всех полученных сведений.

Временной регламент: Период обновления координат не более 10 секунд. Перерывы работы на техническую поддержку и регламентные работы.

Требования к качеству:

- средняя погрешность позиционирования: не более 10 см (статически), не более 15 см (динамически);
- достоверность определения местоположения: не менее 95%;
- форма представления выходной информации: графическая (карта) и табличная.

Критерии отказа функции:

- отсутствие обновления координат более 15 секунд;
- потеря достоверности данных ниже установленного порога;
- невозможность отображения оборудования на цифровой карте.

4.2.3 Требования к одновременности и согласованности функций

ПАК должен обеспечивать одновременное выполнение всех функциональных подсистем без взаимного влияния на временные и качественные показатели, включая:

- одновременное позиционирование техники;
- одновременную обработку событий отклонения от заданных значений;
- параллельную визуализацию и запись данных.

4.2.4 Требования к надёжности выполнения функций

Для каждой функции должны быть обеспечены:

- автоматическое восстановление после сбоев;
- регистрация отказов и событий;
- сохранность данных при отказах и потере электропитания.

4.3 Требования к видам обеспечения ПАК

4.3.1 Требования к математическому обеспечению

4.3.1.1. Математическое обеспечение ПАК должно включать совокупность математических моделей, алгоритмов и методов обработки данных, обеспечивающих выполнение функций позиционирования, мониторинга, анализа данных.

4.3.1.2. В ПАК должны применяться следующие математические методы и модели:

- алгоритмы пространственного позиционирования;
- методы фильтрации и сглаживания координат (в том числе для компенсации шумов и «теневых зон»);
- вероятностные и статистические методы оценки достоверности данных;
- модели обнаружения аномалий и предаварийных состояний;
- методы временного анализа и корреляции событий.

4.3.1.3. Математические модели должны обеспечивать работоспособность ПАК при статическом положении объекта; динамическом движении техники; обрывах связи и автономных режимах.
4.3.1.4. В рамках НИОКР допускается разработка, адаптация и экспериментальная проверка собственных алгоритмов, а также использование типовых математических методов с последующей научной оценкой их применимости и точности. Математическое обеспечение является ключевым результатом интеллектуальной деятельности Исполнителя и должно содержать оригинальные программно-алгоритмические решения, подлежащие последующей правовой охране.

4.3.2 Требования к информационному обеспечению
4.3.2.1. Информационное обеспечение ПАК должно обеспечивать формирование, хранение, обработку и передачу следующих категорий данных:

- данные позиционирования техники;
- события об отклонении позиционирования техники от заданных параметров;
- аналитические и отчётные данные.

4.3.2.2. Данные в ПАК должны быть организованы в виде структурированных баз данных с разграничением прав доступа.
4.3.2.3. Информационный обмен между компонентами ПАК должен осуществляться автоматически по защищённым цифровым каналам связи.
4.3.2.4. ПАК должна обеспечивать информационную совместимость со смежными системами предприятия посредством стандартных интерфейсов и форматов обмена данными.
4.3.2.5. Для управления данными должны применяться промышленные системы управления базами данных, обеспечивающие надёжное хранение данных; резервное копирование; восстановление данных при сбоях и потере питания.
4.3.2.6. Должна быть обеспечена защита данных от разрушения при авариях, отказах оборудования и обрывах электропитания.
4.3.2.7. Контроль, хранение, обновление и восстановление данных должны регламентироваться эксплуатационной документацией.
4.3.2.8. Документы и отчёты, формируемые ПАК, должны иметь юридическую значимость в соответствии с требованиями ГОСТ 6.10.4 и внутренними регламентами Заказчика.

4.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению
4.3.3.1. В ПАК должны применяться современные языки программирования высокого уровня, обеспечивающие надёжность, расширяемость и сопровождаемость программных средств.
4.3.3.2. Языки взаимодействия пользователей: русский (обязательный), при необходимости допускается поддержка казахского языка.
4.3.3.3. Кодирование и декодирование данных должны обеспечивать корректную обработку кириллических символов.
4.3.3.4. Диалоговые интерфейсы должны быть ориентированы на работу диспетчерского и инженерно-технического персонала в условиях повышенной ответственности.

4.3.4 Требования к программному обеспечению
4.3.4.1. Программное обеспечение ПАК может включать как разрабатываемые, так и покупные программные средства, адаптированные для условий горных работ.
4.3.4.2. Программное обеспечение должно быть максимально независимым от конкретных типов аппаратных средств и операционных систем.
4.3.4.3. Требования к качеству программного обеспечения: отказоустойчивость; автоматическое восстановление после сбоев; защита от несанкционированного доступа; ведение журналов событий и ошибок.
4.3.4.4. Контроль качества программных средств должен осуществляться путём функционального, нагрузочного и интеграционного тестирования.
4.3.4.5. Разрабатываемые программные средства подлежат учёту и согласованию в составе фондов алгоритмов и программ Исполнителя.

4.3.5 Требования к техническому обеспечению

4.3.5.1. В ПАК допускается использование следующих видов технических средств:

- оборудование позиционирования техники;
- стационарные датчики, антенны и ретрансляторы;
- шлюзы и коммуникационные концентраторы;
- серверное и сетевое оборудование.

4.3.5.2. Технические средства должны соответствовать следующим измеримым параметрам: время отклика на событие отклонения от заданных параметров не более 10 секунд; устойчивость работы при обрыве связи с центральным сервером; сохранность данных при потере электропитания.

4.3.5.3. Гарантийный срок на оборудование и программное обеспечение не менее 12 месяцев, с обязательным постгарантийным сопровождением.

4.3.6 Требования к метрологическому обеспечению

4.3.6.1. В ПАК подлежат метрологическому обеспечению следующие измерительные каналы:

- каналы позиционирования техники.

4.3.6.2. Требования к точности измерений:

- погрешность позиционирования в соответствии с требованиями раздела 4.2;

4.3.6.3. Измерительные каналы должны быть метрологически совместимы.

4.3.6.4. Вид метрологической аттестации: ведомственная, с возможностью государственной аттестации при необходимости.

4.3.7 Требования к организационному обеспечению

4.3.7.1. Должны быть определены подразделения Заказчика, ответственные за эксплуатацию ПАК.

4.3.7.2. Должен быть установлен порядок взаимодействия:

- диспетчерской службы;
- инженерно-технического персонала;
- управленческий персонал.

4.3.7.3. ПАК должна обеспечивать защиту от ошибочных действий персонала путём ограничений доступа и предупреждений.

4.3.8 Требования к методическому обеспечению

4.3.8.1. В составе методического обеспечения должны быть разработаны:

- Программа и методика испытаний (ПМИ);
- методики эксплуатации ПАК;
- методики анализа данных и оценки эффективности.

4.3.8.2. ПМИ подлежит обязательному утверждению Заказчиком.

5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ

5.1 Общие положения

Работы по созданию ПАК выполняются в формате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в соответствии с требованиями ГОСТ 34.601, ГОСТ 34.602-89 и ГОСТ 34.201.

Создание ПАК осуществляется по стадийно-этапной модели, обеспечивающей прослеживаемость результатов, наличие формализованных выходных документов и однозначность приёмки на каждом этапе. Все этапы НИОКР имеют измеримые показатели достижения (KPI), подтверждаемые документально и результатами испытаний.

Общий срок выполнения работ составляет 12 месяцев.

Ответственным за выполнение работ является Исполнитель, при контрольной, экспертной и приёмочной функции Заказчика.

5.2 Стадии и этапы работ

5.2.1 Этап 1. Научно-аналитическая подготовка и сбор исходных данных.
На данном этапе выполняются работы по сбору, систематизации и анализу исходных данных об объекте автоматизации, включая построение цифровой карты месторождения, условия эксплуатации, численность персонала, состав техники и характеристики производственной среды. Проводится анализ бизнес-процессов, формируется цифровая база исходных данных.
KPI этапа: полнота исходных данных 100%; подтверждённая пригодность данных для проектирования.
Результаты: аналитический отчёт; цифровая база исходных данных.

5.2.2 Этап 2. Научно-исследовательские работы и патентно-аналитическое обоснование.
На этапе выполняется патентный поиск и анализ мировых аналогов, исследование технологий позиционирования и передачи данных, моделирование модулей и подсистем и оценка применимости технологий. Формируется научно обоснованная архитектура ПАК.
KPI этапа: наличие патентного отчёта; обоснованная архитектура, подтверждённая моделированием.
Результаты: отчёт о патентном поиске; научно-аналитический отчёт; описание архитектуры ПАК.

5.2.3 Этап 3. Проектирование ПАК.
Этап включает разработку проектных и программно-технических решений, формирование структуры системы и подсистем, разработку схем размещения оборудования и его распределения по площадкам месторождения, подготовку спецификаций технических средств.
KPI этапа: утверждённая проектная документация; отсутствие замечаний, препятствующих внедрению.
Результаты: комплект проектной документации; перечень и распределение оборудования по площадкам.

5.2.4 Этап 4. Разработка опытного образца ПАК и программно-алгоритмических решений.
На этапе выполняются разработка и программная реализация алгоритмов обработки и комплексирования пространственных данных, выявления отклонений фактических параметров бурения от проектных, механизмов автономной работы и синхронизации данных; разработка и интеграция программных и аппаратных компонентов; изготовление (комплектование) опытного образца ПАК; проведение предварительных испытаний разработанных решений.
KPI: создан интегрированный опытный образец ПАК; реализованы предусмотренные ТЗ программно-алгоритмические решения; подтверждена готовность опытного образца к монтажу и ОПИ.
Результаты: опытный образец ПАК; программно-алгоритмические модули; техническая документация; протокол предварительных испытаний.

5.2.5 Этап 5. Внедрение и монтаж.
Выполняется монтаж инфраструктурных элементов, развертывание серверного и прикладного программного обеспечения, подключение устройств бортовых модулей техники.
KPI этапа: готовность ПАК к испытаниям 100 %.
Результаты: акт готовности; протоколы первичных проверок.

5.2.6 Этап 6. Опытно-промышленные испытания.
Проводятся опытно-промышленные испытания в соответствии с утверждённой Программой и методикой испытаний. Проверяются точность позиционирования, время обновления данных, автономность, отказоустойчивость, работа в аварийных режимах.

KPI этапа:

- погрешность определения координат техники в статических условиях не более 10 см (средняя), не более 15 см (максимальная);
- в динамических условиях не более 15 см (средняя), не более 25 см (максимальная);
- время обновления координат: техника не более 10 с;
- время реакции на тревожное событие не более 10 с;
- передача проекта бурения с офиса на буровой станок посредством загрузки файла физически на машине через USB порт – не более 5 минут (в зависимости от выбранного накопителя)
- передача проекта бурения с офиса на буровой станок посредством загрузки файла удаленно на машину через интернет связь – не более 5 минут (в зависимости от качества связи)
- оптимизация распределения рабочего времени маркшейдеров по разметки контуров поля бурения. Высвобождение от данных видов работ.

5.2.7 Этап 7. Доработка и интеграция.
На этапе выполняется устранение выявленных замечаний, оптимизация алгоритмов, интеграция ПАК с процессами промышленной безопасности.
KPI этапа: отсутствие критических замечаний по результатам повторных проверок.
Результаты: доработанная версия ПАК; отчёт о доработке.

5.2.8 Этап 8. Обучение персонала.
Проводится обучение инженерно-технического персонала Заказчика, передаются методические материалы.
KPI этапа: обучено не менее 90 % целевого персонала.
Результаты: акты обучения; методические материалы.

5.2.9 Этап 9. Ввод в эксплуатацию и оценка KPI.
Осуществляется ввод ПАК в эксплуатацию и оценка достижения целевых показателей.
KPI этапа: подтверждение достижения всех целевых показателей ТЗ.
Результаты: акт ввода в эксплуатацию; отчёт о достижении KPI.

5.2.10 Этап 10. Завершение НИОКР и оформление результатов.
Подготавливается научно-технический отчёт, осуществляется его регистрация в АО «НЦГНТЭ», обеспечивается подготовка научных публикаций и подача заявки на патент, оформляется передача прав на РИД Заказчику.
KPI этапа: регистрация НТО; подтверждение подачи патентной заявки, публикации.
Результаты: научно-технический отчёт; подтверждение регистрации; материалы по РИД.

5.3 Экспертиза документации, обеспечение надёжности и метрологическое обеспечение.
Экспертиза технической и научной документации, обеспечение надёжности и метрологическое обеспечение являются неотъемлемыми элементами работ по созданию и развитию ПАК и выполняются на всех ключевых стадиях жизненного цикла в рамках НИОКР.
Экспертиза технической, программной и научной документации проводится на стадиях проектирования ПАК, проведения опытно-промышленных испытаний, а также по завершении выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Экспертизе подлежат проектные решения, программно-техническая документация, результаты испытаний, научно-технические отчёты и иные материалы, формируемые в ходе выполнения НИОКР. Объём экспертизы, перечень подлежащих рассмотрению документов, этапы её проведения, а также перечень организаций, привлекаемых в качестве экспертов, определяются Программой и методикой испытаний и условиями договора на выполнение НИОКР.
Обеспечение надёжности ПАК осуществляется на всех этапах её создания и апробации. В рамках работ по обеспечению надёжности выполняются анализ потенциальных отказов и отказоустойчивости ПАК, проверка функционирования автономных режимов работы, оценка

сохранности данных при аварийных ситуациях и потере электропитания, а также контроль выполнения установленных показателей надёжности, заданных настоящим техническим заданием.
Работы по метрологическому обеспечению выполняются на этапах проектирования, испытаний и опытно-промышленной эксплуатации ПАК. Метрологическое обеспечение включает формирование и уточнение перечня измерительных каналов, оценку точности измерений, проверку метрологической совместимости технических и программных средств, а также проведение ведомственной метрологической аттестации измерительных каналов и средств измерений в установленном порядке. Порядок, сроки и исполнители работ по метрологическому обеспечению определяются Программой и методикой испытаний и согласуются с Заказчиком.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЁМКИ

6.1 Виды, состав, объём и методы испытаний ПАК

Контроль качества выполнения работ и подтверждение соответствия разрабатываемой цифровой системы мониторинга и позиционирования техники требованиям настоящего технического задания осуществляется путём проведения комплекса испытаний ПАК и её составных частей.
Испытания проводятся с учётом отраслевых нормативных документов Республики Казахстан в области промышленной безопасности, охраны труда и предупреждения чрезвычайных ситуаций.
В рамках проекта предусматриваются следующие виды испытаний:

- Предварительные испытания, выполняемые на стадии завершения разработки и адаптации ПАК. Целью предварительных испытаний является проверка корректности функционирования отдельных подсистем, алгоритмов обработки данных, каналов связи, носимых устройств и инфраструктурных элементов в лабораторных и полевых условиях.
- Опытно-промышленные испытания, проводимые непосредственно в условиях горных работ месторождения. Данный вид испытаний является ключевым и направлен на экспериментальное подтверждение работоспособности, устойчивости и эффективности ПАК в реальных условиях эксплуатации, включая повышенную влажность, запылённость, вибрации, протяжённые участки и зоны с ограниченной связью.
- Приёмочные испытания, проводимые после завершения опытно-промышленной эксплуатации и до ввода ПАК в промышленную эксплуатацию. Приёмочные испытания подтверждают достижение всех установленных технических, функциональных и эксплуатационных показателей ПАК.

Объём испытаний включает проверку следующих параметров и характеристик:

- точность определения координат буровой техники в статических и динамических условиях, раздельно для стандартных зон и зон повышенной опасности;
- устойчивость и отказоустойчивость цифровых каналов связи при обрыве связи с центральным сервером и в автономных режимах работы;
- время обновления координат и время реакции ПАК на аварийные события;
- сохранность, целостность и воспроизводимость цифровых данных при отказах оборудования и потере электропитания;
- соответствие оборудования требованиям взрывозащиты и промышленной безопасности для эксплуатации условиях горных работ.
- Методы испытаний включают инструментальные измерения, натурные эксперименты, имитацию аварийных и предаварийных сценариев, анализ журналов событий, сравнение фактических показателей с установленными нормативными значениями, а также статистическую обработку результатов.
- Для проведения испытаний в рамках НИОКР Исполнителем в обязательном порядке разрабатывается Программа и методика испытаний, подлежащая согласованию и утверждению Заказчиком до начала опытно-промышленных испытаний (таблица 2).

Таблица 2 - KPI, подлежащие подтверждению в ходе испытаний и приёмки ПАК

№	Группа показателей	Наименование показателя	Нормативное значение	Метод контроля	Этап подтверждения
1	Точность позиционирования	Средняя погрешность определения координат буровой техники и буровзрывных скважин	статический режим: средняя ≤10 см, максимальная ≤15 см; динамический режим: средняя ≤15 см, максимальная ≤25 см.	Сопоставление маршрутов движения	Опытно-промышленные
2	Временные характеристики	Период обновления координат буровой техники и буровзрывных скважин	≤ 10 с	Анализ журналов	Предварительные, ОПИ
3	Реакция	Время реакции на несоответствие заданным параметрам позиции техники	≤ 10 с	Имитация тревожных сценариев	ОПИ, приёмочные
4	Производительность	Количество одновременно отслеживаемых объектов (техника)	не менее 14 единиц одновременно	Нагрузочные испытания	ОПИ
5	Надёжность	Коэффициент готовности	≥ 0,98	Статистический анализ отказов	Приёмочные
6	Надёжность	Потеря данных при отказах и потере питания	Не допускается	Контроль целостности БД	ОПИ
7	Автономность	Автономная работа мобильного приложения (оффлайн)	Нормативное значение: обеспечивается	Контроль сбоя работы мобильного приложения	ОПИ
8	Устойчивость	Работа при обрыве связи с центральным сервером	Сохранение функций локального уровня	Имитация отказа связи	ОПИ
9	Функциональность	Корректность бизнес-процессов	≥ 99 % достоверности	Анализ на соответствие законодательству и ТЗ	ОПИ
10	Эксплуатация	Непрерывность работы	24/7 без критических отказов	Журналы эксплуатации	ОПИ

11	Безопасность	Соответствие оборудования требованиям промышленной безопасности и взрывозащиты	Обязательное соответствие	Проверка сертификатов	Приёмочные
12	Информационная безопасность	Сохранность информации при авариях	Полная сохранность	Тесты восстановления	Приёмочные
13	Аналитика	Формирование отчётов и архивов данных	Без искажений	Контроль отчётности	Приёмочные
14	НИОКР	Подготовка научно-технического отчёта	Обязательное	Экспертиза отчёта	Завершение НИОКР
15	НИОКР	Подготовка публикаций и патентного отчёта	В объёме ТЗ	Документальный контроль	Завершение НИОКР

6.2 Общие требования к приёмке работ и порядок утверждения приёмочной документации

Приёмка результатов работ осуществляется поэтапно в соответствии со стадиями и этапами создания ПАК, установленными настоящим техническим заданием и ГОСТ 34.601-90. Приёмка работ по каждому этапу осуществляется комиссией с участием представителей Заказчика, Исполнителя, а также при необходимости представителей служб промышленной безопасности, охраны труда и уполномоченных подразделений предприятия.
Местом проведения приёмки являются:

- производственные площадки месторождения для этапов, связанных с монтажом, испытаниями и опытно-промышленной эксплуатацией;
- диспетчерские и служебные помещения Заказчика для проверки серверной части, программно-аналитической платформы и интерфейсов пользователей.

Сроки проведения приёмочных мероприятий устанавливаются календарным планом выполнения работ и охватывают весь период реализации проекта продолжительностью 12 месяцев.

По результатам каждого этапа Исполнитель обязан представить комплект отчётных и приёмочных документов, включая:

- отчёты о выполненных работах;
- протоколы испытаний;
- акты опытно-промышленной эксплуатации;
- заключения о достижении установленных KPI и показателей эффективности;
- обновлённую техническую и эксплуатационную документацию.

Приёмка ПАК в целом осуществляется на основании результатов приёмочных испытаний и подтверждения достижения всех количественных и качественных показателей, установленных в ТЗ, включая точность позиционирования, время отклика, автономность, устойчивость каналов связи и соответствие требованиям промышленной безопасности.
Результаты приёмки оформляются Актом приёмки ПАК, который является основанием для ввода ПАК в промышленную эксплуатацию и завершения НИОКР.

Приёмочная документация подлежит согласованию и утверждению Заказчиком в установленном порядке. Все спорные вопросы, выявленные в ходе приёмки, подлежат устранению Исполнителем в согласованные сроки с повторным подтверждением соответствия.

7. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ ПАК В ДЕЙСТВИЕ

Подготовка объекта автоматизации к вводу цифровой системы мониторинга и позиционирования буровой техники и других бизнес-процессов в действие является обязательной стадией реализации проекта и осуществляется в целях обеспечения соответствия условий эксплуатации требованиям настоящего технического задания, нормативных документов Республики Казахстан в области промышленной безопасности, а также условиям проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Работы по подготовке объекта автоматизации выполняются Заказчиком при методическом и техническом сопровождении Исполнителя и включают комплекс организационных, технических, информационных и кадровых мероприятий.

7.1 Приведение информации, поступающей в ПАК, к виду, пригодному для автоматизированной обработки

До ввода ПАК в действие Заказчик обязан обеспечить подготовку и актуализацию исходной информации, используемой ПАК, в цифровом виде и форматах, пригодных для машинной обработки.

В рамках подготовки должны быть выполнены следующие мероприятия:

- формирование цифровых слоёв зон эксплуатации с классификацией на зоны стандартных условий и зоны повышенной опасности;
- присвоение уникальных идентификаторов персоналу, технике и датчикам;
- подготовка справочников, классификаторов и нормативных параметров, используемых ПАК.

Форматы представления данных и структура цифровых карт должны соответствовать требованиям к информационному и лингвистическому обеспечению ПАК и Программе и методике испытаний.

7.1.1 Предоставление доступа к существующей инфраструктуре

Для выполнения работ по интеграции Заказчик обеспечивает Исполнителю в объёме, необходимом для реализации проекта, доступ к существующей технической и информационной инфраструктуре, включая:

- доступные каналы передачи данных и сетевую инфраструктуру;
- интерфейсы взаимодействия с оборудованием позиционирования, бортовым оборудованием и контроллерами;
- доступные программные интерфейсы (API), промышленные протоколы и иные средства информационного обмена;
- необходимые форматы и структуры передаваемых данных;
- техническую документацию, необходимую для выполнения интеграции;
- доступ к информационным системам Заказчика в объёме, необходимом для выполнения работ.

Предоставление доступа осуществляется с соблюдением требований информационной безопасности и внутренних регламентов Заказчика. Конкретный состав интерфейсов, протоколов, данных и уровень доступа определяются по результатам обследования существующей инфраструктуры и согласовываются Заказчиком и Исполнителем.

7.2 Изменения, подлежащие выполнению на объекте автоматизации

Для обеспечения функционирования ПАК Заказчик обязан обеспечить внесение необходимых изменений в объект автоматизации, не затрагивающих технологический процесс добычи, но обеспечивающих условия для развертывания цифровой инфраструктуры.

К таким изменениям относятся:

- выделение и подготовка мест установки стационарных датчиков, антенн, ретрансляторов и шлюзов;
- обеспечение условий для прокладки кабельных линий и размещения элементов беспроводной сети;
- подготовка помещений для размещения серверного оборудования и рабочих мест;
- определение и утверждение техники внедрения на месторождении и приборов учета с указанием конкретного перечня и их мест.

Перечень техники и приборов учета подлежит обязательному утверждению до начала опытно-промышленных испытаний.

7.3 Создание условий функционирования объекта автоматизации

Заказчик обязан обеспечить условия эксплуатации, при которых гарантируется достижение ПАК показателей, установленных настоящим ТЗ.

К таким условиям относятся:

- обеспечение стабильного электропитания элементов ПАК;
- соблюдение требований промышленной безопасности и взрывозащиты;
- регламентированный доступ к зонам размещения оборудования;
- возможность проведения опытно-промышленных испытаний, включая отработку аварийных отключений.

ПАК должна обеспечивать корректную работу в автономных режимах при временном нарушении условий эксплуатации с последующим восстановлением целостности данных.

7.4 Создание и (или) определение подразделений и служб, обеспечивающих функционирование ПАК

Заказчик обязан определить организационные подразделения, ответственные за функционирование ПАК, включая:

- техническую службу сопровождения ПАК;
- производственно-техническую службу;
- менеджмент.

Функции и зоны ответственности указанных подразделений закрепляются внутренними распорядительными документами Заказчика.

7.5 Комплектование штатов и обучение персонала

До ввода ПАК в действие Заказчик совместно с Исполнителем обязан обеспечить комплектование штатов и обучение персонала. Обучение включает:

- подготовку сотрудников по работе с интерфейсами ПАК;
- инструктаж персонала по использованию ПАК.

Результаты обучения оформляются протоколами и являются обязательным условием допуска к эксплуатации ПАК.

7.6 Изменения методов управления и производственного контроля

В рамках внедрения ПАК Заказчик обеспечивает адаптацию методов оперативного управления и производственного контроля с использованием цифровых данных ПАК. Данные ПАК используются:

- в анализе инцидентов и нарушений;
- в научно-исследовательской и аналитической деятельности в рамках НИОКР.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

8.1 Общие требования к составу документации

В рамках выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию цифровой системы мониторинга и позиционирования техники Исполнитель обязан обеспечить разработку, оформление, согласование и передачу Заказчику полного комплекта документации,

соответствующего требованиям ГОСТ 34.201, ГОСТ 34.602-89, ГОСТ 34.015-2002, а также нормативно-техническим документам отрасли Заказчика и действующему законодательству Республики Казахстан.

Состав и содержание документации должны обеспечивать: возможность однозначной приёмки результатов НИОКР; воспроизводимость результатов опытно-промышленных испытаний; промышленную эксплуатацию ПАК; правовую защиту результатов интеллектуальной деятельности; подтверждение научной составляющей проекта.

Перечень документации подлежит предварительному согласованию с Заказчиком и утверждается в составе Технического задания и календарного плана НИОКР.

8.2 Перечень документации по ГОСТ 34.201

По завершении соответствующих стадий и этапов работ Исполнитель обязан представить следующие комплекты документов.

На стадии технического проекта и опытно-промышленной эксплуатации:

- техническое задание (уточнённая редакция с учётом результатов НИОКР);
- описание архитектуры ПАК;
- описание функциональных подсистем;
- описание алгоритмов позиционирования и обработки данных;
- описание программного обеспечения;
- схемы размещения оборудования и датчиков;
- спецификации оборудования с указанием измеримых параметров;
- Программа и методика испытаний (ПМИ), утверждённая Заказчиком.

На стадии испытаний и приёмки:

- протоколы лабораторных испытаний;
- протоколы опытно-промышленных испытаний;
- отчёты о проверке точности позиционирования в статических и динамических условиях;
- отчёты о проверке устойчивости работы при обрыве связи с центральным сервером;
- отчёты по отказоустойчивости и сохранности данных.

На стадии завершения НИОКР:

- научно-технический отчёт по НИОКР;
- отчёт о патентном поиске и анализе мировых аналогов;
- материалы по публикационной активности;
- комплект документов по результатам интеллектуальной деятельности.

8.3 Требования к оформлению и регистрации отчётной документации по НИОКР

8.3.1 Отчёт о выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по настоящему Техническому заданию должен быть оформлен в полном соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2017 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

8.3.2 Структура отчёта должна включать обязательные элементы, предусмотренные ГОСТ 7.32–2017, в том числе титульный лист установленной формы, задание на НИР, реферат, содержание, перечень обозначений и сокращений, введение, основную часть с изложением целей, задач, методологии, хода выполнения и результатов работ, заключение, список использованных источников и приложения.

8.3.3 Отчёт должен содержать обоснование актуальности и научной новизны выполненных работ, описание применённых методов, моделей и алгоритмов, результаты опытно-промышленных испытаний с подтверждением достижения установленных в ТЗ измеримых KPI, анализ надёжности и устойчивости функционирования ПАК, оценку ожидаемой технико-экономической эффективности (Приложение Б), оценку научно-технического уровня и степени готовности технологии (TRL) (Приложение В), сведения о полученных результатах интеллектуальной деятельности, а также сведения о подготовленных и опубликованных научных статьях.

8.3.4 Оформление отчёта должно строго соответствовать требованиям ГОСТ 7.32–2017 в части структуры разделов, нумерации, оформления таблиц, рисунков и формул, оформления ссылок и списка литературы, а также оформления приложений.
8.3.5 Отчёт представляется Заказчику в печатном виде в двух экземплярах и в электронном виде в форматах PDF или DOCX. Электронная версия должна полностью соответствовать печатной версии по содержанию и структуре.
8.3.6 Итоговый научно-технический отчёт подлежит обязательной регистрации в АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы» в установленном порядке. Исполнитель обязан обеспечить подготовку полного комплекта регистрационных материалов, их подачу, сопровождение процедуры регистрации и получение подтверждающих документов о постановке отчёта на государственный учёт НИОКР.
8.3.7 Потенциальный исполнитель должен обладать подтверждённым опытом регистрации НИОКР и отчётной документации в АО «НЦГНТЭ», включая подготовку реферативных форм, регистрационных карт и сопроводительных материалов в соответствии с действующими требованиями национальной системы учёта научно-исследовательских работ.

8.4 Требования к документированию программных и аппаратных компонентов
Документирование программных средств, алгоритмов и программно-аппаратных комплексов межотраслевого применения должно выполняться в соответствии с требованиями ЕСПД и ЕСКД, включая: описание программных интерфейсов (API); руководство администратора; руководство пользователя; описание форматов данных; описание механизмов резервного копирования и восстановления; описание мер по информационной безопасности.
Для компонентов, в отношении которых отсутствуют прямые государственные стандарты документирования, Исполнитель обязан разработать документы, содержащие: назначение и область применения компонента; функциональные и технические характеристики; условия эксплуатации; ограничения и предельные режимы работы; требования по безопасности и взрывозащите.

8.5 Документирование научно-исследовательской составляющей
В целях устранения формального характера НИОКР Исполнитель обязан обеспечить документирование научной составляющей проекта в следующем объёме:

- Отчёт о патентном поиске, включающий анализ охранных документов и мировых аналогов; выявление прототипов; оценку уровня новизны разрабатываемых решений; выводы о патентной чистоте и целесообразности правовой охраны.
- Научно-технический отчёт, содержащий: методологию исследований; описание экспериментальных установок и условий испытаний; количественные результаты измерений; анализ точности, устойчивости и масштабируемости ПАК; выводы и рекомендации по дальнейшему развитию.
- Публикационная документация, подтверждающая: подготовку и подачу не менее двух научных статей в рецензируемые журналы, индексируемые в Web of Science (Q1-Q4) и (или) Scopus с CiteScore процентиль не менее 35; подготовку не менее одной статьи в изданиях, рекомендованных КОКНВО МНВО РК.

8.6 Документирование результатов интеллектуальной деятельности
Исполнитель обязан обеспечить оформление документации по РИД, созданным в ходе выполнения НИОКР, включая: программное обеспечение; алгоритмы позиционирования и аналитики; архитектурные и технические решения; методики испытаний и обработки данных.
В состав документации должны входить материалы для подачи заявки на свидетельство авторского права на результаты интеллектуальной деятельности; документы, определяющие объём и границы правовой охраны; документы, регламентирующие передачу исключительных прав Заказчику.
Порядок распределения, передачи и использования прав на РИД определяется договором на выполнение НИОКР и должен быть однозначно отражён в итоговой документации.

8.7 Требования к качеству и проверяемости документации

Вся документация должна содержать измеримые и проверяемые показатели; исключать формулировки типа «не хуже», «как правило», «достаточный уровень»; обеспечивать однозначность критериев приёмки; быть согласованной между собой по терминам, параметрам и обозначениям. Документация является неотъемлемой частью результатов работ и подлежит приёмке Заказчиком наравне с программно-аппаратными компонентами системы.

9. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Настоящее техническое задание разработано на основании следующих нормативных и методических документов:

1. ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы».
2. ГОСТ 34.601–90 «Автоматизированные системы. Стадии создания».
3. ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем».
4. ГОСТ 34.603-92 «Автоматизированные системы. Испытания».
5. ГОСТ 34.015–2002 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы».
6. Нормативно-технические документы Республики Казахстан в области промышленной безопасности, охраны труда и предупреждения чрезвычайных ситуаций при ведении горных работ.
7. Отраслевые нормативные документы и внутренние регламенты Заказчика, регулирующие производственный контроль.

Приложение А

Перечень подразделений Заказчика, участвующих в реализации и эксплуатации ПАК

Подразделение	Роль при реализации НИОКР	Роль при ОПИ/эксплуатации
Планово-аналитический отдел	Координация проекта, формирование требований, оценка достижения KPI	Анализ результатов и эффективности
Служба эксплуатации горных производств	Предоставление техники и производственных условий для исследований	Эксплуатация системы
Служба буровзрывных работ	Формирование требований к процессу бурения, предоставление проектных и фактических данных	Основной пользователь результатов позиционирования и контроля бурения
Маркшейдерская служба	Предоставление проектной сетки и эталонных координат, участие в проверке точности	Контроль пространственных данных
ИТ/АСУ	Требования к инфраструктуре, интеграции и информационной безопасности	Техническое сопровождение и администрирование
Служба технического обслуживания	Участие в монтаже и обеспечении доступности оборудования	Техническое обслуживание
Служба контроля безопасности труда	Определение и проверка показателей промышленной безопасности	Контроль показателей безопасности
Геологическая служба	Предоставление необходимых геологических/пространственных данных	Использование данных ПАК в пределах компетенции
Приемочная комиссия	Участие в приемке этапов и результатов ОПИ	Итоговая приемка результатов НИОКР

Приложение Б

Требования к ожидаемой эффективности создаваемой ПАК

Направление	Показатель	Целевое значение	Способ подтверждения
Автоматизация бизнес-процессов	Автоматизированный сбор, обработка и анализ данных высокоточного позиционирования буровой техники	Обязательно	ОПИ, протокол испытаний
Оперативность управления	Мониторинг местоположения буровой техники в зоне внедрения	24/7	Журналы
	Одновременное отображение фактически работающих единиц буровой техники	≥ 95%	ОПИ, журналы
	Автоматическое выявление и формирование уведомлений об отклонениях от заданных параметров	Обязательно	Контрольные сценарии, ОПИ
	Доступность архивных данных о работе и перемещении буровой техники	≥ 12 месяцев	Проверка хранения данных
Производственная эффективность	Сокращение непроизводительных затрат рабочего времени персонала за счет автоматизации сбора и обработки данных	≥ 4% времени нахождения маркшейдера в карьере в смену	Сравнение показателей до и после внедрения
	Формирование единой цифровой базы данных для анализа производственных процессов	Обязательно	ОПИ
Промышленная безопасность	Сокращение времени выявления критических отклонений при выполнении буровых работ	≥ 9% относительно исходного уровня - Сокращения перепроверок сетки бурения маркшейдерами до и после бурения, уменьшения нахождения рабочего персонала на буровом блоке на 9 % по сравнению с периодом до внедрения технологии	Сравнение показателей до и после внедрения, контрольные сценарии

Примечание: Достижение показателей эффективности подтверждается результатами опытно-промышленных испытаний, протоколами измерений, журналами и соответствующими актами. Исходные (базовые) значения показателей и методика их расчета фиксируются до начала опытно-промышленных испытаний.

Приложение В

Требования к научно-техническому уровню создаваемой ПАК

Научно-технические показатели

В результате выполнения НИОКР должен быть разработана и апробирован ПАК, обеспечивающий достижение установленных настоящим Техническим заданием технических характеристик и возможность ее последующего масштабирования и промышленного внедрения.

Показатель	Требование
Точность позиционирования бурового оборудования	в соответствии с установленными ТЗ показателями для статического и динамического режимов
Время выявления и формирования уведомления о критическом отклонении	не более 10 с
Работа при отсутствии связи с сервером	автономная работа с локальным сохранением и последующей синхронизацией данных
Автоматизированная обработка пространственных данных	обязательная
Выявление отклонений фактических параметров бурения от проектных	автоматизированное
Интеграция с действующей цифровой инфраструктурой Заказчика	обязательная, без необоснованной привязки к конкретному производителю
Архивирование и последующий анализ данных	обязательные
Возможность последующего масштабирования	должна быть предусмотрена архитектурой ПАК

Соответствие установленным показателям подтверждается результатами исследований, опытно-промышленных испытаний, протоколами измерений и заключительным научно-техническим отчетом.

Уровень готовности технологии

В рамках выполнения НИОКР должен быть создан и испытан в реальных производственных условиях опытный образец ПАК.

По завершении проекта должны быть обеспечены:

- наличие интегрированного опытного образца ПАК;
- подтвержденная работоспособность в условиях рудника «Коккия»;
- экспериментальное подтверждение установленных ТЗ технических характеристик;
- подтверждение работоспособности разработанных алгоритмических и программно-аппаратных решений;
- получение результатов, достаточных для принятия Заказчиком решения о целесообразности дальнейшего промышленного внедрения и масштабирования ПАК.

Целевой уровень технологической готовности по завершении НИОКР не ниже TRL 6.