

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Системы управления производственной, промышленной и экологической
безопасностью

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Методология внедрения системы GPS для определения точного местонахождения работников при возникновении аварийных ситуаций на установке комплексной подготовки газа №3 (УКПГ-3)

Студент

Э.Р. Аллагулов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Термины и определения	Ошибка! Закладка не определена.
Сокращения.....	10
1. Научная формулировка проблемы определения точного местонахождения персонала при возникновении аварийных ситуаций. известные методы точного определения местоположения персонала при возникновении аварийных ситуаций	11
2. Современный уровень решения проблемы. обзор современных технологических решений.....	18
2.1 Глобальные системы позиционирования. Существующие глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), перспективы их развития. Особенности функционирования различных ГНСС. Факторы, влияющие на точность и надежность местоопределения по сигналам ГНСС. Методы повышения точности позиционирования ГНСС. Методы RTK, PPP	18
2.2 Методы определения местонахождения на основе сигналов систем связи общего пользования (сигналы сотовой связи 2-3-4-5 поколения, публичные сети Wi-Fi, перспективные системы связи, создаваемые для интернета вещей и т.п.)	29
2.3 Локальные системы позиционирования реального времени (RTLS) с активными и пассивными метками, работающих в различных диапазонах частот (CSS и UWB).....	39
2.4 Методы инерциальной навигации.....	42
2.5 Результаты исследования современных методов точного определения местоположения работников применительно к возникновению аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса.....	44

3. Разработка практических рекомендаций по созданию системы точного местоопределения персонала на установках комплексной подготовки газа..	49
3.1 Особенности установок комплексной подготовки газа с точки зрения реализации системы определения точного местонахождения персонала. Общие требования к системе определения точного местонахождения персонала	49
3.2 Достоинства и недостатки различных методов позиционирования с точки зрения применения для решения поставленной задачи. Сравнение точностных, функциональных, эксплуатационных и экономических характеристик системы при использовании различных методов позиционирования.....	52
3.3 Возможность комплексирования различных методов определения местоположения для решения поставленной задачи	55
3.4 Предлагаемая функциональная схема системы определения местонахождения персонала на установках комплексной подготовки газа. План практического внедрения предложенной системы определения точного местоположения персонала на установках комплексной подготовки газа.....	57
3.5 Экономическая оценка проекта реализации системы определения местонахождения персонала на производственном объекте	69
Заключение	75
Список используемой литературы	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Мы живем в бурное время, когда ежедневно происходит множество событий, реализуются неблагоприятные для здоровья человека аварии, катастрофы, эпидемии. По данным МОТ ежегодно от несчастных случаев на рабочих местах погибает около 2,3 млн человек, это примерно 6000 человек ежедневно [7]. В России официальная статистика утверждает, что производственный травматизм составляет примерно 26–26 тыс. человек в год, смертельный травматизм порядка 7-8 тыс.[17].

Однако, как утверждают авторы статьи [20, с. 143], критически проанализировавшие данные статистики производственного травматизма трех ведомств Фонда социального страхования, Роструда и Росстата, реальная ситуация совершенно другая. Авторы показали, что в разные исторические периоды производственный травматизм в России, а именно в пред-и послереволюционный периоды (1904-1932 гг.) на один случай гибели на производстве приходилось от 200 до 700 зарегистрированных травм, эти данные коррелируют с данными МОТ. Тогда как в современной России по данным Роструда в 2016 году погибло все лишь 2072 работника. Если пересчитать, исходя из мировых данных от 500 до 1000 несчастных случаев на одну смертельную, то вероятное количество травмированных могло составить от 1 до 2 млн человек, тогда как статистика ФСС сообщает о 39 781 несчастных случаях. Все это указывает на сокрытие несчастных случаев на производстве[4, с. 45]. Практика сокрытия несчастных случаев на производстве распространяется и на смертельный травматизм, в частности в строительстве, при дорожно-транспортных происшествиях при работе мигрантов [1, с. 6].

Предметом работы является системы GPS для определения точного местонахождения.

Объектом работы является GPS для определения точного местонахождения работников при возникновении аварийных ситуаций на установке комплексной подготовки газа №3.

Цель работы заключается в разработке проекта по внедрению системы GPS для определения точного местонахождения работников при возникновении аварийных ситуаций на установке комплексной подготовки газа №3.

Гипотеза исследования состоит в том, что для снижения рисков возникновения инцидентов на рабочих местах и сохранению окружающей среды, а также для повышения конкурентоспособности организации, необходимо разработать и внедрить в действие элементы интегрированной системы управления промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей средой.

Задачи:

- описать роль современных технологий в обеспечении безопасности персонала на промышленных объектах;
- рассмотреть глобальные системы позиционирования, существующие глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), перспективы их развития;
- раскрыть методы определения местонахождения на основе сигналов систем связи общего пользования;
- рассмотреть локальные системы позиционирования реального времени (RTLS) с активными и пассивными метками, работающих в различных диапазонах частот (CSS и UWB);
- описать особенности производственного объекта с точки зрения реализации системы определения точного местонахождения персонала;
- выявить достоинства и недостатки различных методов позиционирования с точки зрения применения для решения поставленной задачи;

- рассмотреть возможность комплексирования различных методов определения местоположения для решения поставленной задачи;
- описать предлагаемую функциональную схему системы определения местонахождения персонала на производственном объекте;
- провести экономическую оценку проекта реализации системы определения местонахождения персонала на производственном объекте;
- обосновать необходимость внедрения полученного результата в практическую деятельность.

Базовыми для настоящего исследования явились: принципы, изложенные в Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ» (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 ноября 2017 года №485), Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 года. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Методы исследования: анализ, синтез, сравнение и сопоставление, дедукция.

Научная новизна исследования заключается в:

- выявлении особенностей производственного объекта с точки зрения реализации системы определения точного местонахождения персонал;
- комплексном исследовании возможность комплексирования различных методов определения местоположения для решения поставленной задачи;
- разработке функциональная схема системы определения местонахождения персонала на производственном объекте.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- использовании материалов исследования для изучения навигационных систем;
- использовании материала работы в научных целях.

Практическая значимость исследования использовании материалов данного исследования в практической деятельности предприятий.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались приложением необходимых актов и результатов сопоставления и оценки полученных результатов применения в действии интегрированной системы управления промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей средой в ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» высшим руководством.

Термины и определения

«Инерциальная навигация — метод навигации (определения координат и параметров движения различных объектов — судов, самолётов, ракет и др.) и управления их движением, основанный на свойствах инерции тел, являющийся автономным, т. е. не требующим наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов» [4].

«RealTrac Позicionирование – продукт предназначен для определения местоположения сотрудников, техники и других объектов в различных зонах или помещениях промышленного предприятия, с использованием различных радио технологий» [4].

Система Galileo - это глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), которая вышла в 2016 году, созданного Европейского Союза посредством Европейского космического агентства (ЕКА), управляется Европейской ГНСС агентства (ГСА), штаб-квартира расположена в Праге, Чехия, с двумя наземными операциями центров в Фучино, Италия, и Оберпфaffenхофене, Германия.

Сокращения

ГЛОНАСС - российская глобальная навигационная система

«GPS - Глобальная система навигации и позиционирования. Сеть спутников, которые постоянно передают закодированную информацию, с помощью которой можно точно определить месторасположение на земле путем измерения расстояния до спутников» [7].

«ГНСС - системы, включающие в себя искусственные спутники Земли, передающих радиосигналы пользователям Земли для определения положения в пространстве, станции слежения, центры вычисления параметров орбит, параметры системы координат и времени, в которых определяются положения спутников и пользователей» [7].

ИНС - Инерциальные навигационные системы

1. Научная формулировка проблемы определения точного местонахождения персонала при возникновении аварийных ситуаций. Известные методы точного определения местоположения персонала при возникновении аварийных ситуаций

«В настоящее время в России идет процесс модернизации законодательства, и прежде всего в вопросах управления техносферной безопасностью. Эти преобразования охватывают, прежде всего, вопросы охраны труда и промышленной безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, они касаются системы управления охраной труда и промышленной безопасности на государственном уровне. Целью этой модернизации состоит в переходе от ранее действовавшей неэффективной системы, ориентированной на компенсационные выплаты на утрату здоровья, медико-социальную помощь работникам, пострадавшим от производственных травм и профессиональных рисков, на современную, основанную на превентивных подходах постоянного улучшения условий труда, безопасности производства и формирования культуры безопасного поведения работающих, создание системы управления рисками» [5].

«С точки зрения техносферной безопасности для объектов устанавливаются классы или категории риска по воздействию на здоровье работающих, на окружающую среду, возникновению чрезвычайных ситуаций и т. д. При этом риски классифицируются на 5 категорий: очень высокий; высокий; значительный; умеренный и пониженный. Для каждой категории определены частоты проверок от ежегодных, раз в два года, раз в три года, раз в пять, не проводятся» [2].

Законодательство в области охраны труда за последние несколько лет существенно изменилось. Наиболее важные изменения начались еще в 2018 году, однако тогда не все запланированное было осуществлено. Этот инструмент масштабного пересмотра и отмены нормативных правовых

актов, негативно влияющих на современный рынок имеет название «регуляторная гильотина».

Цель реализации «регуляторной гильотины» - создать к 2021 году новую систему понятных и четких требований, введение в действие новых норм, содержащих актуализированные требования, разработанных с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития [5].

В первую очередь гильотина затронет наиболее зарегулированные отрасли, следует из слов премьер-министра, а именно [2]:

- транспорт;
- экологию;
- промышленную безопасность;
- ветеринарию;
- санитарно-эпидемиологический надзор.

На начало 2020 года в действующих нормативных актах содержалось более 2 млн обязательных требований, многие из которых были приняты еще во времена СССР. Поэтому с учетом современного уровня технологического развития, эти большая часть этих требований не соответствуют современным реалиям[21].

На февраль 2020 года 20 419 правовых актов советского периода предлагается к отмене. «Реформа будет проводиться с помощью отмены всех неактуальных нормативных актов в сфере надзора и контроля, а также построения новой, современной, эффективной системы государственного контроля (надзора), направленной на снижение социально значимых рисков» [16].

Одним из результатов «регуляторной гильотины» в 2020 году является Постановление «О признании не действующими на территории Российской Федерации актов СССР и их отдельных положений» (от 03.02.2020, № 80). Подписанным постановлением признаются утратившими силу принятые в период с 1923 года по 1991 год 3621 акт СССР и их отдельные положения,

содержащие устаревшее регулирование или имеющие статус «действующие», но не применяющиеся на практике.[14] А также Постановление от 13 января 2020 года № 7. «С 1 февраля 2020 года признаются утратившими силу принятые в период с 1917 года по 2002 год 1259 актов РСФСР и Российской Федерации и их отдельных положений, содержащих устаревшее регулирование или имеющих статус «действующие», но не применяющихся на практике» [15].

Для того, чтобы «регуляторная гильотина» имела результаты необходимым условием является осуществление данной процедуры с привлечением бизнеса, то есть непосредственно самих работодателей. Комиссии по дерегулированию выносит список нормативов, планируемых к отмене, а ведомства должны доказать их сохранение с учетом необходимости для современных производств[2].

Работа специалиста по охране труда требует многих навыков, в частности это и умение быстро найти нужную актуальную информацию из нормативных документов, а также в кратчайшие сроки привести в порядок локальные документы. Не стоит забывать о проведении своевременных проверок и аудитов, и фиксации выявленных нарушений. Такой большой объем информации достаточно сложно запомнить, поэтому на помощь специалисту по охране труда, а также другим работникам предприятий приходят мобильные приложения.

На сегодняшний день разработано достаточное количество приложений на смартфоны, позволяющие отслеживать состояние охраны труда на предприятиях. Ежегодно число таких мобильных программ растет. В данной работе рассмотрим некоторые из них и постараемся их сравнить, выявить достоинства и недостатки.

Программы, содержащие «шпаргалки» по охране труда от общих нормативно-правовых требований вплоть до примеров заполнения актов и предписаний [29]:

– охрана труда. Шпаргалка;

– охрана труда для ИТР.

Сравнение возможностей этих программ представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение функций приложений- «шпаргалок» по охране труда

Характерные параметры	Охрана труда. Шпаргалка	Охрана труда для ИТР
Наличие общей нормативно-правовой базы	+	+
Возможность проведение проверки знаний	-	+(тест)
Оказание первой медицинской помощи	+	+
Наличие специализированных нормативно-правовых актов (на проведение определенного вида работ)	+(большой выбор работ)	(только проведение ремонтных работ)

Еще одно приложение для прохождения обучения по охране труда, а также по промышленной безопасности, ГО и ЧС на мобильном телефоне - ОЛИМПОКС.

После регистрации на сайте-разработчике online.olimpoks.ru и оформлении годовой подписки в рамках корпоративного использования системы «ОЛИМПОКС: Предприятие», владелец мобильного приложения получает доступ ко всем тестам.

Основные функции [18]:

- создание планов проверок, чек-листов;
- проведение проверок, фиксация нарушений;
- выгрузка результатов проверок.

Данное приложение позволяет:

- руководителю предприятия оценить соответствие состояния охраны труда и промышленной безопасности требованиям законодательства;
- специалисту по охране труда - организовать и провести трехступенчатый контроль, оперативно обработать и проанализировать его результаты;

- аудитору и контролеру - выполнять проверки в четко поставленные сроки, формировать отчеты и акты по единому образцу.

На сегодняшний день создан ряд программ под общим названием BioTime, позволяющих в режиме реального времени вести биометрический учет использования рабочего времени сотрудниками предприятия, а именно [9]:

- Фиксирование времени прихода и ухода с работы;
- Определение местоположения сотрудника;
- Регистрация перемещений сотрудника (учет пройденного расстояния).

Такое приложение крайне полезно руководителям предприятий, где сотрудникам необходимо перемещаться по объекту, а также осматривать помещения. Например, охранным агентствам.

Примером использования мобильных приложений в промышленном масштабе, может послужить Магнитогорский металлургический комбинат. На данном предприятии в декабре прошлого года начали использовать мобильное приложение «ПАБ (Поведенческие аудиты безопасности)», разработанное IT-подразделением Группы ПАО «ММК» ООО «ММК-Информсервис» [8].

Функции данного приложения:

- фиксирование опасного поведения или нарушения требований охраны труда;
- сохранение фотографии нарушения (в том числе в режиме офлайн);
- выявление и отметка коренных причин выполнения работы с нарушениями правил безопасности;
- внесение предложений работников для обеспечения безопасного выполнения работ и в целях профилактики;
- сохранение результатов аудита.

Также специалисты компании ООО «ММК-Информсервис» разработали обучающее мобильное приложение «Обучение по ОТ и ПБ», предназначенное для самоподготовки работников [8]. Данное приложение используется на Магнитогорском металлургическом комбинате в листопрокатном цехе № 10. У данной программы 2 режима работы: обучение и экзамен (в виде теста).

Существуют также ряд программ, разрабатываемых непосредственно под цели одного предприятия, например:

1. «Уголок безопасности». Данное приложение разработано для ООО «Газпром трансгаз Ухта», в котором представлены необходимые документы по обеспечению безопасности для производственных и бытовых ситуаций[29].
2. «ОТ и ПБ» разработчик ППО ООО «Томскнефтехим».
3. Мобильное приложение для уполномоченных по охране труда и промышленной безопасности[19].

Существуют вендинговые аппараты по выдаче средств индивидуальной защиты, привязанные к телефону. Так на шахте «Распадская» работнику, чтобы получить необходимые СИЗы, нужно ввести на экране аппарата свой номер телефона и пин-код [22].

В 2019 году Международная организация труда (МОТ) создала 10 программных приложений по охране труда. Основная часть из них предназначена для специалистов этой области, но есть и такие, которые подходят всем пользователям в целях получения знаний и навыков по оценке рисков, уменьшению негативных воздействий производственных факторов, а также предупреждению их негативного воздействия на организм человека[10]. Вот некоторые из этих программ:

1. Surfing the labour market - помогает молодым людям узнать больше о себе лично, найти работу и создавать карьеру, которая соответствует их навыкам и способностям.

2. ILOSTAT Country Profiles - легкий доступ к базе данных показателей рынка труда, в частности уровня безработицы, занятости молодежи, заработка, производственного травматизма и активности профсоюзов. Программа содержит данные о рынке труда из национальных источников более чем 200 стран.
3. Droits des Jeunes au Travail - разъяснение молодым работникам их трудовых прав, помощь в адаптации на рабочем месте.

Мобильные телефоны все больше и больше входят в нашу жизнь, как в бытовую, так и в рабочие моменты. Сегодня нельзя представить хорошего работника, не умеющего пользоваться смартфоном и не имеющего на нем достаточного количества приложений для хранения и моментальной обработки данных. Это и касается сферы охраны труда. Руководители предприятия, ИТР, так и простые рабочие имеют возможность скачивать и устанавливать данные программы. Имеется огромное количество приложений для смартфонов, касающихся обеспечения соблюдения требований охраны труда, промышленной безопасности, ГО и ЧС и т. д. Необходимо лишь выбрать наиболее подходящую для себя программу и следовать ее оповещениям.

2. Современный уровень решения проблемы. Обзор современных технологических решений

2.1 Глобальные системы позиционирования. Существующие глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), перспективы их развития. Особенности функционирования различных ГНСС. Факторы, влияющие на точность и надежность местоопределения по сигналам ГНСС. Методы повышения точности позиционирования ГНСС. Методы RTK, PPP

«Сегодня в мире работают четыре глобальные системы позиционирования: GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), BeiDou (Китай) и Galileo (Евросоюз). Их навигационные спутники расположены на средних околоземных орбитах (20–22 тыс. км над уровнем моря) с орбитальным периодом около 12 часов. Над поверхностью планеты они движутся довольно быстро (орбитальная скорость порядка 14–15 тыс. км/ч), поэтому скорость движения вашего приемника сигнала для работы GNSS не имеет значения — она все равно относительно мала, будь то морское или воздушное судно. Чтобы построить глобальную систему с хорошим покрытием, всего требуется 24–30 спутников, которые можно по-разному распределить по орбитальным плоскостям. Например, у GPS шесть плоскостей, на каждой из которых находятся по четыре спутника, тогда как у остальных GNSS по три орбитальные плоскости с восемью-десятью спутниками» [34].

«Другое принципиальное различие между системами кроется в модуляции радиосигнала. Так, ГЛОНАСС использует разные частоты для каждого спутника, тогда как в остальных GNSS задействована кодовая модуляция. Координирует работу GNSS международный комитет (The International Committee on Global Navigation Satellite Systems), который является частью ООН; его участники добровольно вносят свой вклад в

развитие навигационных систем и улучшают их совместимость для гражданского применения» [34].

Схема околоземных орбит и положения группировок спутников показана на рисунке 1.

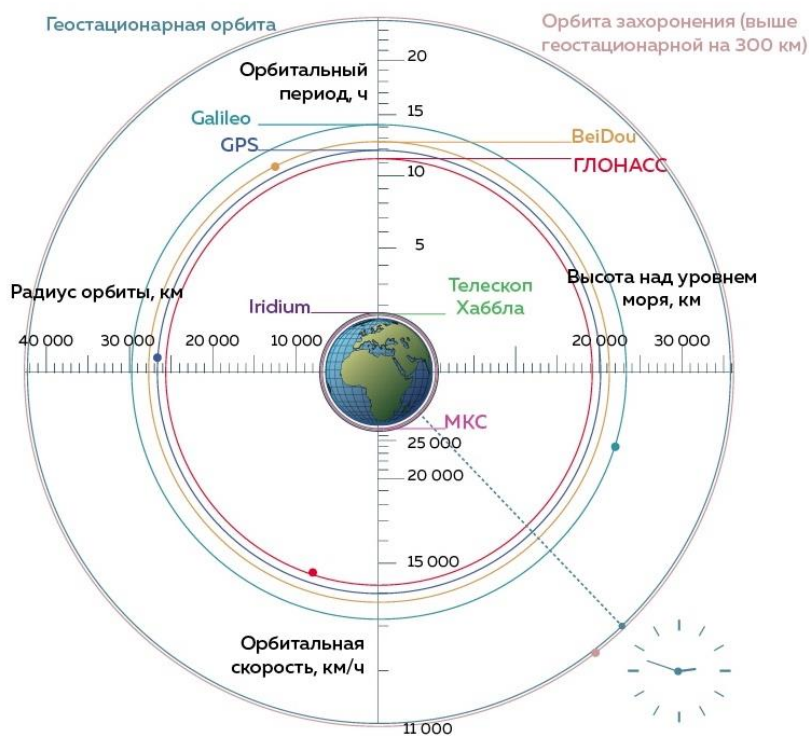


Рисунок 1 – Схема околоземных орбит и положения группировок спутников

«Помимо глобальных, существуют также региональные спутниковые навигационные системы (RNSS). Например, до появления BeiDou над Китаем работала региональная группировка спутников Compass, расположенных на близких к геостационарной орбитах. Похожая система есть в Индии (IRNSS, Indian Regional Navigation Satellite System) и Японии (QZSS, Quasi-Zenith Satellite System, четыре спутника). Задача последней — дополнять GPS в регионе за счет улучшения доступности сигнала в городских «каньонах», повышать точность и надежность навигации. IRNSS, которую после запуска переименовали в NAVIC (NAVigation with Indian

Constellation), включает восемь спутников и, в отличие от QZSS, способна обеспечить независимую навигацию в регионе» [34].

«Система GPS обеспечивает 100% глобальную доступность навигационных услуг на углах места выше 5° . Средняя точность навигации за счет самой системы (без учета ошибок приемной аппаратуры) составляет порядка одного метра [34]. Относительная устойчивость точностных характеристик в системе GPS обеспечивается за счет наземного комплекса управления с глобальным покрытием орбит измерительными и закладочными станциями. Кроме того, в контуре управления реализованы «индивидуальные» для каждого аппарата типовые циклы управления, что позволяет оперативно реагировать на возникающие отклонения в характеристиках того или иного космического аппарата» [34].

«Штатная орбитальная группировка системы ГЛОНАСС включает 24 космических аппарата, равномерно расположенных на круговых орбитах с высотой 19400 км в трех плоскостях с наклоном $64,8^\circ$ [32]. Группировка выбрана таким образом, чтобы в процессе эксплуатации сохранялась ее конфигурация при воздействии возмущений гравитационного поля Земли, Луны, Солнца при отсутствии резонанса [38]. В результате такого орбитального построения практически не требуется тратить топливо на поддержание требуемой орбитальной структуры. Группировка обеспечивает лучшее покрытие северных широт за счет экваториальных областей. В системе GPS обратная ситуация» [38].

«На январь 2019 года в составе системы ГЛОНАСС 23 космических аппаратов второго поколения «Глонасс-М» и один аппарат нового поколения «Глонасс-К», которые используются по целевому назначению. Все космические аппараты излучают закрытые и открытые навигационные сигналы с частотным разделением каналов в двух диапазонах L1 и L2. Для этих сигналов предельное количество аппаратов в орбитальной группировке - 24. На космических аппарата нового поколения «Глонасс-К2», в добавление к существующим, будут излучаться новые сигналы с кодовым разделением

на трех частотах в традиционных для ГЛОНАСС диапазонах. В структуре новых сигналов ограничение на количество аппаратов в орбитальной группировке отсутствует» [38].

«Более половины космических аппаратов системы ГЛОНАСС работают свыше предусмотренного семилетнего гарантийного срока существования» [35].

«Система ГЛОНАСС обеспечивает 100% глобальную доступность навигационных услуг на углах места выше 5° . Средняя точность навигации за счет самой системы (без учета ошибок приемной аппаратуры) составляет порядка трех метров. Наземный комплекс управления включает измерительные и закладочные станции, размещенные только на территории Российской Федерации, что пока не позволяет существенно повысить точность системы» [33].

«При создании системы Galileo был учтен опыт создания и эксплуатации российской и американской систем. Орбитальная группировка Galileo не имеет резонанса. В составе штатной группировки 27 аппаратов на круговых орбитах с высотой около 23200 км, равномерно расположенных в трех плоскостях с наклоном 56° . На январь 2019 года по целевому назначению используется 20 аппаратов [25]. Еще два аппарата, которые в 2014 году были выведены на нерасчетные эллиптические орбиты, работают в тестовом режиме. Специалисты Европейского космического агентства планируют их также использовать по целевому назначению. Спутники Galileo излучают навигационные сигналы с кодовым разделением каналов на трех частотах. Система принята в опытную эксплуатацию» [25].

«Наземный комплекс управления построен с учетом требований участников программы и имеет географически распределенную структуру по территории Евросоюза, включая разделение основного и дублирующего центров управления на центр космическими аппаратами и центр решения целевых задач. Основная инфраструктура управления располагается на территории Германии и Италии, а также во Франции, Испании,

Великобритании, Голландии, Норвегии. После завершения развертывания системы в полном объеме (запланировано на 2020 год) характеристики системы Galileo по точности навигационных определений, как ожидается, будут превосходить аналогичные характеристики системы GPS» [33].

«Китайская система Бейдоу за двадцать лет прошла уже три этапа развития - от Бейдоу-1 до Бейдоу-3. Штатная группировка спутников системы Бейдоу будет состоять из трех сегментов» [33]:

- «геостационарный (5 спутников на геостационарной круговой орбите с периодом 24 часа и нулевым наклоном)» [33];
- «геосинхронный (3 спутника на наклонных круговых орбитах с периодом 24 часа и наклоном 55°)» [33];
- «средневысотный (27 спутников на круговых орбитах в трех плоскостях с высотой 21500 км и наклоном 55°)» [33].

На декабрь 2018 года в составе системы Бейдоу-2 в использовании по целевому назначению находились 14 космических аппаратов:

- на геостационарной орбите 5 аппаратов;
- на геосинхронной орбите 5 аппаратов;
- на средневысотной орбите 4 аппарата.

Спутники Бейдоу-2 излучают три навигационных сигнала с кодовым разделением каналов в навигационных диапазонах с центральными частотами, которые совпадают с сигналами GPS и Galileo.

В составе системы Бейдоу-3 на декабрь 2018 года находилось 23 аппарата:

- на геостационарной орбите 1 аппарат;
- на геосинхронной орбите 2 аппарата;
- на средневысотной орбите 20 аппаратов.

Спутники Бейдоу-3 излучают дополнительно пять новых навигационных сигналов, дополнительно к трем системы Бейдоу-2.

«Средства наземного комплекса управления располагаются на территории КНР. Система Бейдоу-2 предоставляет региональные навигационные услуги на территории, в основном, КНР с точностью, сопоставимой с системой ГЛОНАСС. Система Бейдоу-3 по своему потенциалу после ее полного развертывания (2020 год) сможет обеспечить точность на уровне системы GPS и даже лучше» [33].

Направления развития глобальных навигационных спутниковых систем и их применений формируются в результате учета четырех факторов:

- «объявленной США концепции NAVWAR (Навигационной войны), которая предусматривает активное противодействие со стороны противника или внешних враждебных сил устойчивому функционированию систем ГНСС и приему штатных навигационных сигналов, а также ограничения по использованию средств спутниковой навигации противником» [24];
- обеспечения собственной навигационной независимости для устойчивого функционирования национальной инфраструктуры;
- конкуренции между ГНСС в борьбе за глобальный рынок навигационных услуг;
- вынужденного совместного сосуществования четырех, по крайней мере, систем в рамках де-факто объединенной мировой навигационной спутниковой «системы систем».
- С целью парирования угроз, в ответ на новые вызовы разработчики ГНСС, продолжая предоставлять базовые навигационные услуги на безвозмездной основе, предусматривают дальнейшее совершенствование своих систем по следующим направлениям:
- «обеспечение минимально необходимой доступности навигации для решения задач спецпотребителями при работе только по одной своей системе. В зависимости от условий применения, требуемое количество спутников на орбите с высотой порядка 20.000 км находится в диапазоне от 18 до 32» [24];

- «обеспечение стабильности и прогнозируемости характеристик систем, т.е. в максимально возможной степени исключение неприемлемых сбоев в работе и «выбросов» в передаваемой в сигналах навигационной информации, в том числе по вине персонала управления. С этим связано и обеспечение характеристик целостности и непрерывности, важных для определенных потребителей, например для авиации на участке посадки» [24];
- «повышение точности, которую обеспечивают спутниковые навигационные системы для решения координатно-временных задач. При создании систем GPS и ГЛОНАСС ставилась задача обеспечить точность на уровне десятков метров. Сейчас можно говорить о метровом диапазоне точности в абсолютном режиме. Задача стоит достичь точностей на субметровом уровне и даже на сантиметровом» [25];
- «обеспечение устойчивости к внешним воздействиям и быстрое восстановление работоспособности в случае таких воздействий (за рубежом появился уже модный термин - resiliency). Сюда относится и парирование радиопомех, как непреднамеренных, так и преднамеренных, включая «уводящие» помехи от ложных источников сигналов с искаженной информацией. Здесь также рассматриваются и внешние воздействия с целью исказить целевую информацию, закладываемую наземным комплексом управления. С этой целью вводятся новые навигационные сигналы со структурой, обеспечивающей лучшую помехоустойчивость, а также предусматривается возможность повышения мощности излучаемых закрытых сигналов. В рамках обеспечения устойчивости рассматриваются варианты автономного функционирования спутниковых навигационных систем без связи с землей и без снижения характеристик в течение заданного периода времени» [25];

- «обеспечение совместимости и взаимодополняемости всех ГНСС в части сигналов, систем координат, шкал времени» [25];
- «разработка общих стандартов предоставляемых навигационных услуг, декларирование со стороны «провайдера» системы о поддержании характеристик системы на объявленном уровне» [25];
- «расширение услуг за счет передачи дополнительной информации средствами самих систем, такой как высокоточная эфемеридно-временная информация для решения навигационных задач в глобальном масштабе в режиме PPP (Precise Point Positioning), корректирующая информация и информация о целостности в технологии SBAS, короткие сообщения для, например, предупреждения о чрезвычайных ситуациях» [25];
- «установка на борт дополнительной полезной нагрузки, напрямую не связанной с решением навигационных задач, такой как аппаратуры системы поиска и спасания КОСПАС-SARSAT» [25];
- «комплексирование приемной потребительской аппаратуры ГНСС с датчиками, которые используют другие источники навигационной информации (микроинерциальные системы, приемники сигналов сотовых сетей, сигналов WiFi, высокостабильные часы, градиентометры и т. д.) и оснащение ее интеллектуальными направленными помехоустойчивыми антеннами» [25].

«Глобальные навигационные спутниковые системы будут оставаться еще не одно десятилетие основой средств координатно-временного и навигационного обеспечения за счет неоспоримых преимуществ в решении навигационных задач за счет беспрецедентно высокой точности определения координат и времени, оперативности, дешевизны и малых габаритов энергопотребления потребительской аппаратуры. Технологии спутниковой навигации, помимо традиционных военных применений, прочно вошли в повседневный быт и используются практически во всех отраслях экономики» [25].

«Существенная зависимость критической инфраструктуры от работоспособности систем спутниковой навигации, учитывая уязвимость этих систем, вызывает необходимость, как совершенствования самих систем спутниковой навигации и аппаратуры потребителя, так и поиск новых, альтернативных источников навигационной информации. Основные тенденции развития, представленные в докладе, уже реализуются во всех ГНСС в ответ на существующие и будущие вызовы. Параллельно, во многих странах ведутся исследования и разработки альтернативных навигационных систем, в том числе навигации по геофизическим полям [13, с, 124]. Это длительный процесс. Кроме того, практически во всех автономных системах навигации для их работы требуется создание моделей, карт, определение начального состояния, что практически невозможно сделать с требуемой точностью без использования глобальных навигационных спутниковых систем» [3, с, 45].

Методы автономного позиционирования различают по режиму использования измерительной информации (режим разового позиционирования; режим накопительного позиционирования). Оптимальный метод выбирается с учетом характеристик используемой аппаратуры потребителя и требований к точности позиционирования и продолжительности наблюдений на определяемом объекте. Для повышения точности позиционирования при наличии времени для проведения наблюдений следует использовать метод накопительного позиционирования.

Метрологическое обеспечение методов и технологий выполнения геодезических и землеустроительных работ с использованием аппаратуры потребителей ГНСС устанавливает порядок применения этих методов и технологий, необходимый для достижения требуемой точности позиционирования определяемых объектов.

Дифференциальное позиционирование применяют для получения абсолютных координат определяемого объекта на метровом уровне точности с использованием дифференциальных поправок, которые получают в

исходном пункте, передают по каналу связи на определяемый объект и вводят в измеренные значения псевдодальности.

Относительное позиционирование применяют для определения взаимного положения исходного пункта и определяемого объекта на сантиметровом и более высоком уровне точности, в зависимости от используемого метода позиционирования.

Точность относительного позиционирования характеризуют величиной СКП приращений координат между определяемым объектом и исходным пунктом. При оценке точности принимают во внимание особенности используемого метода позиционирования, тип используемой ГАП, удаленность определяемого объекта от исходного пункта, интервал времени синхронных наблюдений и условия видимости спутников.

Статический метод обеспечивает получение разностей координат одного или нескольких определяемых объектов и исходного пункта с использованием ГАП, стационарно размещаемой на этих объектах. Данный метод применяют для получения разностей координат определяемого объекта и исходного пункта с повышенной точностью (в режиме фазовых измерений), как правило, при отсутствии жестких ограничений по времени синхронных наблюдений навигационных спутников.

«Одним из самых производительных и доступных способов производства большинства геодезических работ в современном мире является работа со спутниковым оборудованием в режиме реального времени (RTK), который был разработан в далёком 1993 году. Всем пользователям хорошо известны преимущества этого режима – вы можете в реальном времени в поле получать координаты измеряемых точек с точностью в несколько сантиметров за несколько секунд или моментально производить вынос точек с известными координатами» [24].

«Сервисы PPP-RTK основаны на создании и передаче уточнённой информации о состоянии спутников NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo (уточненные координаты, уточненная информация о шкалах времени,

инные погрешности, связанные со спутниками) на глобальном уровне, модели ионосферы и тропосферы на региональном уровне. Передача нового типа информации подразумевает предварительное решение сложных задач, которые влияют на конечный результат» [24]:

- Разрешение фазовых неоднозначностей;
- Вычисление высокоточной информации о состоянии спутников в реальном времени;
- Создание моделей ионосферы и тропосферы в реальном времени;
- Оптимизация канала передачи информации;
- Определение координат в реальном времени с использованием нового типа получаемой корректирующей информации, в том числе исключение многолучевости.

Такие методы активного прогноза разработаны и применяются при строительстве тоннелей, но не используются при эксплуатации горных предприятий с подземным способом добычи полезного ископаемого.

Наиболее известны методы активного прогноза геологического строения горного массива впереди забоя выработки, которые реализованы в системах сейсмической томографии TRT 6000 (NSA Engineering, США) и TSP 303 (Amberg Measuring Technique Ltd., Швейцария).

Именно эти методы основаны на регистрации сигналов отраженных волн от источников импульсного типа (удары и взрывы) и давно применяются в практике тоннельного и шахтного строительства (в Китае с 2000 года).

Однако системы TSP и TRT неприменимы в угольных шахтах, поскольку не обеспечивают непрерывный контроль и прогнозирование развития опасных газогеодинимических явлений в зоне влияния, что остаётся актуальной и сложной задачей.

2.2 Методы определения местонахождения на основе сигналов систем связи общего пользования (сигналы сотовой связи 2-3-4-5 поколения, публичные сети Wi-Fi, перспективные системы связи, создаваемые для интернета вещей и т.п.)

«Задача позиционирования мобильных телефонов предполагает автоматическое определение их местоположения в пределах сотовых сетей. При этом под термином «местоположение» следует понимать не нахождение географических координат - широты и долготы (что в принципе также возможно), а однозначную идентификацию положения владельца мобильного телефона на местности (электронной карте)» [11].

«Способы определения положения, основанные на использовании только оборудования сети, могут выдавать данные непрерывно и без всякого уведомления абонента или его разрешения. Когда MSC (Mobile Switching Centre) необходимо опросить местоположение подвижной станции, он обращается к VLR (Visited Location Register). Если подвижная станция инициирует процедуру местоопределения с MSC, он информирует свой VLR, который заносит всю изменяющуюся информацию в свои регистры. Эта процедура происходит всегда, когда MS (Mobile Station) переходит из одной области местоопределения в другую. В случае, если абонент запрашивает специальные дополнительные услуги или изменяет некоторые свои данные, MSC также информирует VLR, который регистрирует изменения и при необходимости сообщает о них HLR. В этой процедуре используется так называемый В-интерфейс» [11].

«Для расширения обмена данными о положении подвижной станции и управления процессом связи используется D-интерфейс. Основные услуги, предоставляемые подвижному абоненту, заключаются в возможности передавать или принимать сообщения независимо от местоположения, поэтому HLR должен пополнять свои данные. VLR сообщает HLR о положении MS, управляя ею и переприсваивая ей номера в процессе

блуждания и посылает все необходимые данные для обеспечения обслуживания подвижной станции» [11].

«Применительно к сотовым телефонам для решения задачи их позиционирования с точностью до соты может быть применен метод СОО (Cell of Origin), базирующийся на геометрических расчетах. Так как зоны приема базовых станций сети на местности известны, то существует возможность определить, какие из них могут принять (а при использовании секторных антенн и приближенно запеленговать) сигналы телефона. На основе полученных данных определяется территория, в пределах которой находится пользователь мобильного телефона: в лучшем случае 150 м (пикосота), в худшем - до 30 км» [11].

«Для определения положения радиопередающего устройства могут быть использованы три основных параметра радиосигналов: их амплитуда в месте приема, направление прихода и время задержки при распространении» [10].

«Амплитуда принимаемых сигналов способна характеризовать расстояние между передатчиком и приемником. Однако на практике уровень сигналов мобильного телефона в месте приема зависит от столь большого числа причин, что в большинстве случаев не может обеспечить требуемую точность определения места и используется в качестве вспомогательного параметра» [11].

«Направление прихода сигналов может автоматически определяться, например, по различию фаз сигналов на элементах антенной решетки, установленной на базовой станции сотовой сети. Пересечение пеленгов из двух (или большего числа) мест обеспечивает (с определенной точностью) определение положения мобильного телефона» [11].

«Задержка сигналов при распространении может быть также использована при решении задачи позиционирования. При точно известном моменте времени передачи радиосигналов, измеряя время их прихода в приемник базовой станции, можно вычислить расстояние от мобильного

телефона до базовой станции при условии жесткой временной синхронизации (желательно до долей микросекунды) всех элементов системы. Именно эта технология позиционирования сотовых телефонов легла в основу большинства применяемых в настоящее время систем местоопределения»[11].

«В специализированных системах при определенном дооснащении базовых станций специальной аппаратурой может быть реализовано позиционирование абонентов сети, основанное на классических методах радиопеленгации - угломерном, дальномерном и разностно-дальномерном» [11].

В общей сложности эволюция мобильной связи происходила в следующем порядке - 1G, 2G, 3G и 4G. На момент написания и опубликования статьи, поколение новой мобильной связи 5G уже проходит тестирование в некоторых странах и городах:

- США в городах: Хьюстоне, Индианаполисе, Лос-Анджелесе и Сакраменто
- Южной Корее в различных крупных городах, а также в Сеуле.
- Швейцарии – 54 города.
- Великобритании.
- Италии.
- Испании.
- Германии в нескольких городах: Бонне и Берлине.
- Китае – 50 города.

Так же, уже готовится внедрение шестого поколения мобильной связи - 6G во второй половине 2020-х — 2030-е.

Поколения сотовой связи — это набор функциональных возможностей работы сети в рамках определенных стандартов, включая в себя: регистрацию абонента, передачу информации, шифрование, роуминг, а также набор различных услуг, предоставляемых абоненту. И уже в каждое

поколение входят различные стандарты, которые с каждым поколением совершенствуются. Классификация поколений сотовой связи приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация поколений сотовой связи

Поколения сотовой связи:	1G	2G	2,5G	3G	3,5G	4G	5G (сотовая связь нового поколения)
Стандарты сотовой связи:	AMPS, TACS, NMT	TDM A, CDMA, GSM, PDC	GPRS, EDGE (2.75G), 1xRTT	WCDMA, CDMA 2000, UMTS	HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA+	LTE-Advanced, WiMax Release 2 (IEEE 802.16m), WirelessMAN-Advanced	
Преимущества:	Аналоговый стандарт	Цифровой стандарт, поддержка СМС	Пакетная передача данных, увеличение скорости	Увеличение емкости и скорости до 2 Мбит/с	Увеличение скорости	Увеличение емкости, IP ориентированная сеть, поддержка мультимедиа, увеличение скорости до сотен Мбит/с	Скорость от 1 Гбит/с, среднее количество одновременных пользователей - 1 млн на км ² , задержка до 1 мс, повышенная энергоэффективность
Скорость передачи данных:	1,9 кбит/с	9,6 - 14,4 кбит/с	115 кбит/с (1 фаза), 384 кбит/с (2 фаза)	до 3,6 Мбит/с	до 42 Мбит/с	100 Мбит/с - 1 Гбит/с	от 1 Гб/с, 6,5 Гб/с
Рабочая частота (МГц):		900,1800.		900,1800,2100.		800,1800,2600.	

В 1984 году в коммерческое пользование вышла технологии первого поколения мобильной связи - 1G и функционировала она на аналоговом

способе передачи данных. Использовались тогда аналоговые системы и была возможность осуществления только голосовых звонков. Ведь только для голосовых вызовов она и разрабатывалась. Стоимость минуты разговора в 80-х годах была весьма высокой и мобильный телефон в те годы считался дорогим, и редким удовольствием.

Первое поколение имело свои недостатки, а именно:

- низкая емкость.
- отсутствие какого-либо шифрования.
- была возможность прослушивания голосовых вызовов.
- проблемы осуществления роуминга.
- большой вес и стоимость абонентских терминалов.
- полное отсутствие эффективных методов борьбы с замиранием сигнала, даже при передвижении абонента.

Стандарты сотовой связи – 2G.

- GSM
- GPRS
- EDGE

Основные преимущества в сравнении с 1G:

- Высокая емкость сети.
- Появилось в сравнении с прошлым поколением - шифрование информации при передаче.
- Стала возможна передачи данных.
- Куда более лучшая помехоустойчиваость.
- Возможность создания роуминга.
- Вес и стоимость абонентских терминалов стала меньше.
- GSM.

Впервые сети поколения 2G начали свою работу уже в 1991 году. Главным нововведением и преимуществом от первого поколения - цифровой метод передачи информации, благодаря чему появилась любимым многим,

возможность передачи сообщений – SMS. Во время создания второго поколения, Европа решила создать единый стандарт, который именуется - GSM. Так же, примечательной особенностью второго поколения связи стало то, что звонки стали зашифрованы благодаря цифровому шифрованию, а пиковая скорость достигала 115,2 кбит/с.

GPRS.

После GSM появилась новая и совершенная технология - GPRS. Данный стандарт сотовой связи позволяет пользователю передавать данные другому устройству в сети интернет. Эта система была создана для пакетной передачи данных с возможной скоростью не более 170 кбит/с.

Данный стандарт применялся для:

- спутникового отслеживания транспорта.
- мобильный и в свою очередь безопасный доступ для сотрудников к корпоративным сетям, почтовым и информационным серверам предприятий.
- доступ в интернет с мобильного устройства с приемлемой на то время скоростью передачи данных, а так же с тарификацией по переданным/полученным данным.

EDGE.

После GPRS появилась более новая технология EDGE. Главные отличия от прошлой технологии - способ кодирования данных, благодаря чему возможно передавать куда больший объем данных. Пиковая достижимая скорость передачи данных, не более чем 474 кбит/с.

Для усиления голосовой связи на частоте 900 МГц, мы рекомендуем следующие готовые комплекты:

- комплект для усиления сотовой связи BS-GSM-65-kit
- комплект для усиления сотовой связи BS-GSM-75-kit
- комплект для усиления сотовой связи BS-GSM-80-kit

Выбирать данные комплекты, мы настоятельно рекомендуем по необходимой мощности усиления, а также силе входного сигнала.

Стандарты связи 3G.

- CDMA2000
- UMTS (или W-CDMA)
- HSPA
- HSPA+

Преимущество поколения 3G над прошлым:

- более лучшая устойчивость к помехам
- повышенная безопасность сигнала
- меньшее энергопотребление

Мобильная связь в третьем поколении строится на пакетной передаче данных.

Данная сеть позволяет как устраивать видеоконференции, так и просматривать кино, видео и другой контент на любом мобильном устройстве.

В сети третьего поколения, есть одно весьма важное преимущество это улучшенная защита от обрывов мобильной связи при движении абонента. По мере удаления от одной вышки сотового оператора его начинает подхватывать сразу другая станция. Она начинает передавать все больше информации, в то время как предыдущая станция все меньше и меньше, и это продолжается до тех пор, пока клиент вовсе не покинет зону ее обслуживания.

При качественном покрытии сети и вовсе сводиться к минимуму шанс обрыва связи при таком перехвате.

Если вам необходимо усилить сигнал 3G или 4G, то вам отлично подойдут эти 2 комплекта в зависимости от необходимой мощности усиления сигнала:

- готовый комплект для усиления 3G-4G интернета A13
- готовый комплект усиления 4G интернета N5

Так же, можете выбрать комплект для усиления мобильного интернета из нашего каталога:

- Модемы 3G-4G с антеннами (комплект)
- CDMA2000.

Стандарт, который обеспечивает для неподвижных объектов скорость передачи данных до 2048 кбит/с. для пользователей со скоростью передвижения не более 3км/ч скорость может достигать примерно до 384 кбит/с, а для абонентов, которые перемещаются со скоростью до 120 км/ч – 144 кбит/с.

W-CDMA.

W-CDMA - широкополосный множественный доступ с кодовым разделением. При его использовании позволяет получать скорость на малых расстояниях до 2 Мбит/с и на больших расстояниях с полной возможностью передвижения до 384 Кбит/с.

Для достижения таких скоростей, сеть требует широкую полосу частот, благодаря чему ширина полосы в данной технологии и составляет 5 МГц.

HSPA.

Следующим витком третьего поколения стала сеть HSPA - высокоскоростной пакетный доступ. В первое время скорость передачи данных достигала 14,4 Мбит/с, но уже в нынешнее время, получается достигать и куда высокие значения - 84 Мбит/с и больше.

HSPA+.

Этот стандарт связи - улучшенная версия стандарта – HSPA. В нем присутствуют сложные модуляции 16QAM (uplink/downlink) и 64QAM (downlink), а также появилась технология MIMO, которая используется только для скачивания – downlink. Технология MIMO позволит получать пиковую скорость скачивания - 42 Мбит/с и отдачи до 11 Мбит/с.

Стандарты мобильной связи 4G.

LTE Advanced

LTE Advanced Pro

LTE это стандарт беспроводной передачи данных, а также является развитием стандартов GSM/UMTS. Целью этого нового стандарта было увлечение пропускной способности и скорости передачи данных с использованием нового метода цифровой обработки сигнала, и модуляции, которые были разработаны на рубеже тысячелетий.

Так же еще одной целью было упростить всю архитектуру сетей, основанных на IP, при этом в разы уменьшить задержку при передаче данных в мобильной сети.

Преимущества данного поколения перед прошлым:

- высокая скорость передачи данных
- улучшенное качество голосовой связи
- при передвижении абонента лучше поддерживается скорость
- низкое время задержки при передаче данных.

Для усиления сигнала в сетях 4G мы можем посоветовать вам данные комплекты:

- готовый комплект усиления 3G-4G интернета № A1
- готовый комплект усиления 3G-4G интернета № A20

LTE Advanced.

LTE Advanced это главное улучшение стандарта сети LTE. Эта технология получила заявленную скорость до 1 Гбит/с у неподвижных абонентов и 300 Мбит/с у передвижных.

LTE Advanced Pro.

Этот стандарт является более улучшенной версией стандарта - LTE Advanced Pro. Возможная скорость передачи данных составляет до 3 Гбит/с. Так же этот стандарт обладает поддержкой и других новых технологий, которые непосредственно связанные с сетью 5G, что позволяет в недалеком будущем поддерживать стандарту LTE Advanced Pro, сеть нового пятого поколения – 5G.

Сотовая связь нового поколения – 5G.

Эта сотовая связь нового поколения, должна обеспечивать куда большую пропускную способность в сравнении с 4G, имеет малую задержку, скорость передачи данных в 1—2 Гбит/с, более экономный и меньший расход батареи устройства. 5G функционирует на куда больших частотах чем прошлое поколение и благодаря этому имеет маленький радиус покрытия – 200-300 метров.

Какие стандарты связи поддерживают российские операторы?

Стандарты и операторы сотовой связи в России находятся в частотах, которые указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Стандарты и операторы сотовой связи в России

Российский оператор	Yota, Мегафон, Билайн, МТС, Теле2	Yota, Мегафон, МТС, Билайн	Yota, Мегафон, МТС, Билайн, Теле2 (СПб)	Yota, Мегафон, МТС, Билайн, Теле2	Yota, Мегафон, МТС, Билайн, Теле2
Стандарт связи.	4G	2G, 3G	2G, 3G, 4G	3G	4G
Частота (МГц)	800	900	1800	2100	2600

На данный момент самая быстрая связь обеспечивается в сетях 4G. Четвертое поколение связи уже имеет достаточное хорошее покрытие в городах России, а также имеет весьма неплохую скорость передачи данных 100 Мбит/с - 1 Гбит/с, что делает ее использование весьма желанным для многих российских пользователей и клиентов. Но не стоит и забывать о том, что энергопотребление как правило у 4G несколько больше, чем у прошлого поколения (3G).

По некоторым данным энергопотребление в сетях четвертого поколения на 20% больше, чем у 3G.

И тут весьма уместен итог. Каждый пользователь при возможности уже выбирает сам 4G или 3G ему использовать. Иметь больше скорость и энергопотребление или наоборот, тут уже зависит от человека и от случая.

2.3 Локальные системы позиционирования реального времени (RTLS) с активными и пассивными метками, работающих в различных диапазонах частот (CSS и UWB)

«Технология, что дает возможность определить местонахождение и произвести идентификацию одного или нескольких объектов, называется RTLS (Real-time Locating Systems). Координаты контролируемого механизма устанавливаются постоянно, а информация сохраняется, обрабатывается и отображается на дисплеях» [11].

Системы такого рода классифицируются по применяемым в них технологиям позиционирования:

- Wi-Fi;
- MEMS акселерометры;
- UWB или Ultra Wideband;
- UHF Ultra High Frequency;
- ZigBee сеть.

Перечисленные выше технологии различаются также особенностями устройства меток.

Такого рода комплексы имеют разные технические характеристики и особенности эксплуатации. Наибольшее распространение получили три вида RTLS:

- «Wi-Fi системы позиционирования основаны на использовании протоколов обмена данными стандарта IEEE 802.11 в основном a, b, g и i. Устройствами данного типа снабжаются практически все планшеты, мобильные телефоны и ноутбуки. Дальность действия на открытом пространстве до 0,5 км в закрытых помещениях не более 100 м» [11].
- ZigBee комплексы используют стандарт IEEE 802.15.4 и способны обеспечить беспроводную передачу информации в тех же пределах.

«Низкое энергопотребление устройств увеличивает время автономной работы. Система обеспечивает устойчивую работу при значительном количестве контролируемых объектов за счет сокращения объемов передачи данных» [11].

UWB технология относится к широкополосной, комплектуется мощной приемопередающей установкой. Она обеспечивает высокую точность определения места, где находится объект, менее одного метра и отличается высокой надежностью и помехоустойчивостью.

Все названные комплексы работают в разных частотных радиодиапазонах и имеют разные характеристики, которые и определяют сферы их применения.

«Система RTLS (Real Time Location System) локального позиционирования компании Nanotron использует наиболее экономичный метод вычисления абсолютных координат Time Difference of Arrival (TDoA), который заключается в следующем. Мобильная метка (Tag) с заданным интервалом времени излучает идентификационный сигнал-маячок, а синхронизированные анкерные узлы фиксируют время поступления этого сигнала и отправляют измеренные значения на сервер. По этим данным на сервере при помощи системы уравнений оказывается возможным вычислить и время излучения сигнала маячка и координату мобильной метки» [11].

Преимуществами метода TDOA являются

- малая загруженность метки и возможность для нее находиться большую часть времени в спящем режиме
- высокая скорость определений
- малая загрузка эфира
- большое количество одновременно обслуживаемых меток.

«Электронное оборудование Nanotron позволяет строить смешанные системы локального позиционирования, в которых наряду с абсолютными координатами могут также определяться и относительные расстояния. Для построения такой системы нужно использовать локализационный сервер и

анкеры системы RTLS компании Nanotron, а метки строить на базе радиомодулей swarm bee LE» [11].

Преимущества RealTrac Позicionирование.

Оптимальная стоимость внедрения системы мониторинга персонала

Система имеет отличный показатель цена/качество среди подобных систем мониторинга.

Запуск системы позиционирования за 20 дней.

Заложенная в систему позиционирования простота установки позволяет внедрить зональный мониторинг персонала на предприятии в течение 20 дней.

Возможность сочетать зональное, точное и глобальное позиционирование.

Сочетание в одном устройстве нескольких систем позиционирования позволяет реализовать различные сценарии работы и успешно решать поставленные задачи.

Улучшение системы до сверхточного позиционирования без замены оборудования.

Система позиционирования RealTrac, благодаря своей модульности позволяет перейти от зонального к точному позиционированию без изменения инфраструктуры.

Гибкая лицензионная политика для клиентов и партнеров.

Единая система управления и программное обеспечение.

Диспетчер и руководитель работают в одном информационном пространстве. Наличие API позволяет передавать данные из системы RealTrac в другие учетные системы, что позволяет получать более полные данные о различных бизнес процессах.

Определение местоположения и идентификация контрольных объектов не единственные задачи, которые способны решать подобные системы. Они имеют ряд дополнительных функций:

– обеспечение качественной связи между сотрудниками;

- контроль важнейших жизненных функций организма;
- обеспечение вывода персонала и посетителей из зданий и сооружений в случай чрезвычайной ситуации;
- исключение возможности столкновения автоматических транспортных средств;
- контроль падения сотрудников;
- обеспечение навигации людей и механизмов на ограниченной территории.

Системы локального позиционирования зарекомендовали себя как простые в эксплуатации, надежные и удобные комплексы. Эти обстоятельства и способствуют их повсеместному распространению.

2.4 Методы инерциальной навигации

«Инерциальная навигация — метод навигации (определения координат и параметров движения различных объектов — судов, самолётов, ракет и др.) и управления их движением, основанный на свойствах инерции тел, являющийся автономным, т. е. не требующим наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов. Неавтономные методы решения задач навигации основываются на использовании внешних ориентиров или сигналов (например, звёзд, маяков, радиосигналов и т. п.)» [24].

«Инерциальные навигационные системы (ИНС) имеют в своём составе датчики линейного ускорения (акселерометры) и угловой скорости (гироскопы или пары акселерометров, измеряющих центробежное ускорение). С их помощью можно определить отклонение связанной с корпусом прибора системы координат от системы координат, связанной с Землёй, получив углы ориентации: рыскание (курс), тангаж и крен. Угловое отклонение координат в виде широты, долготы и высоты определяется путём интегрирования показаний акселерометров. Алгоритмически ИНС состоит из курсовертикали и системы определения координат. Курсовертикаль

обеспечивает возможность определения ориентации в географической системе координат, что позволяет правильно определить положение объекта. При этом в неё постоянно должны поступать данные о положении объекта. Однако технически система, как правило, не разделяется и акселерометры, например, могут использоваться при выставке курсовертикальной части» [24].

Виды интернациональной навигационной системы приведены на рисунке 2.

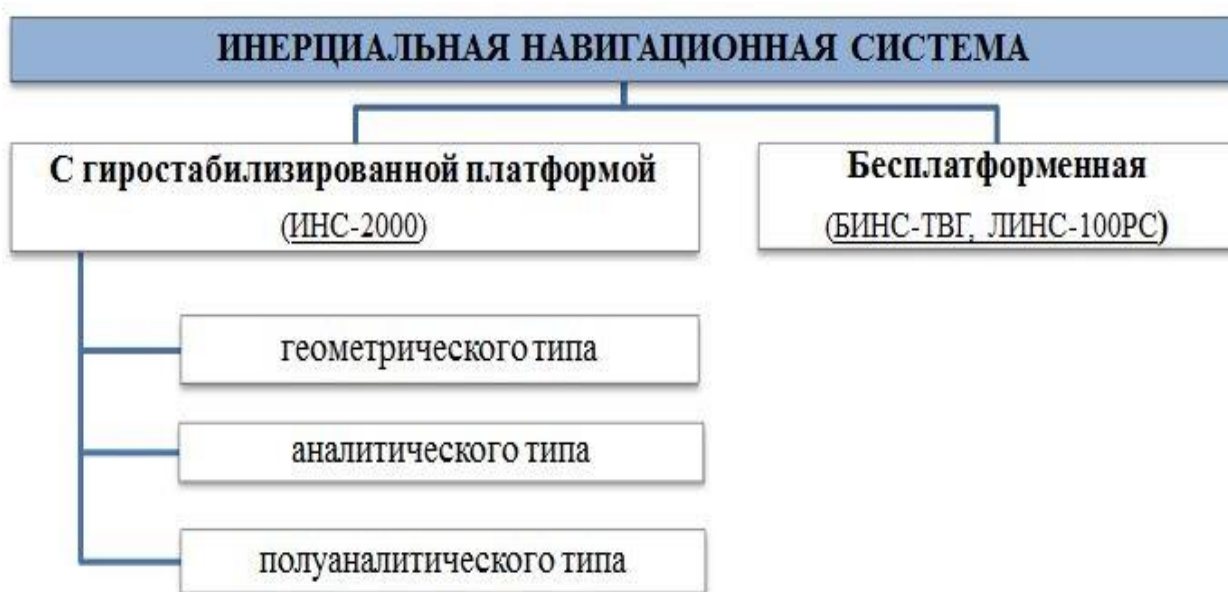


Рисунок 2 – Интернациональная навигационная система

«В платформенных ИНС взаимная связь блока измерителей ускорений и гироскопических устройств, обеспечивающих ориентацию акселерометров в пространстве, определяет тип инерциальной системы.

Известны три основных типа платформенных инерциальных систем.

Инерциальная система геометрического типа имеет две платформы. Одна платформа с гироскопами ориентирована и стабилизирована в инерциальном пространстве, а вторая с акселерометрами — относительно плоскости горизонта» [22].

Координаты самолета определяются в вычислителе с использованием данных о взаимном расположении платформ.

В инерциальных системах аналитического типа и акселерометры, и гироскопы неподвижны в инерциальном пространстве (относительно сколь угодно далёких звёзд). Координаты объекта получаются в счетно-решающем устройстве, в котором обрабатываются сигналы, снимаемые с акселерометров и устройств, определяющих поворот самого объекта относительно гироскопов и акселерометров.

Полуаналитическая система имеет платформу, которая непрерывно стабилизируется по местному горизонту. На платформе имеются гироскопы и акселерометры.

В БИНС акселерометры и гироскопы жестко связаны с корпусом прибора. Передовой технологией в производстве БИНС является технология волоконно-оптических гироскопов (ВОГ), принцип действия которых основан на эффекте Саньяка. БИНС на базе таких гироскопов не имеет подвижных частей, абсолютно бесшумна, не требует специального обслуживания и имеет хорошие показатели наработки на отказ (до 80 000 часов у некоторых моделей) и малое энергопотребление (десятки Ватт).

Технологии ВОГ пришли на смену лазерно-кольцевым гироскопам (ЛКГ), имеющим подвижные части и требующим периодического обслуживания по калибровке и замене износившихся узлов и деталей, а также с относительно высоким уровнем энергопотребления.

2.5 Результаты исследования современных методов точного определения местоположения работников применительно к возникновению аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса

«Вопросам безопасности людей в шахтах всегда уделялось особое внимание. Одной из важных задач, повышающих безопасность

горнорабочих, является возможность отслеживать их местоположение внутри шахт. Спутниковые системы навигации, такие как ГЛОНАСС или GPS, невозможно использовать в закрытых пространствах. В таких случаях разрабатываются специальные системы локации» [12, с. 18].

«Наиболее удобными для настройки и инсталляции являются технологии позиционирования, основанные на использовании беспроводных сетей датчиков» [6, с. 63]. «Некоторые из таких систем основаны на анализе уровня принимаемого сигнала от стационарных точек доступа беспроводной сети (в основном такие системы используют WiFi, ZigBee или Bluetooth радио передатчики)» [26, р. 2845]. Недостатком таких систем является низкая точность.

«В некоторых случаях использую технологии, построенные на основе измерения расстояний с помощью ультразвука[26] или анализе распространения сигнала сквозь толщу породы» [31, р. 2454].

«Более точными являются системы, основанные на измерении времени распространения сигнала (ToF – Time of Flight). К таким радио технологиям можно отнести nanoLOC[11, с. 38] и UWB» [39, с. 2315] (оба стандарта входят в IEEE 802.15.4a).

«Чаще всего для определения местоположения объекта используют либо фильтр частиц [30, с. 2160], либо одну из модификаций фильтра Калмана [28], либо методы построения шаблонов карт слышимости (fingerprinting) [23], либо их комбинации» [29].

«Как показано в [37, с. 1428], условия распространения электромагнитных волн в шахтах и тоннелях сильно отличаются от условий распространения на открытом пространстве и в зданиях. С одной стороны, тоннели позволяют «фокусировать» энергию волн, таким образом, сигнал может быть зарегистрирован на гораздо больших расстояниях по сравнению с открытым пространством. С другой стороны, даже частичная блокировка поперечного сечения каким-нибудь объектом приводит к резкому ухудшению условий распространения излучения» [37].

«Кроме этого, существует большая разница между шахтными штреками и автомобильными туннелями. Как правило, стены автомобильных туннелей делают достаточно ровными, а сами туннели - прямыми, а стены шахт имеют большие неровности. Это приводит к дополнительному значительному затуханию сигнала в шахтах» [37].

В данной статье рассматривается система локации RealTrac [35, р. 387], основанная на беспроводной сети датчиков nanoLOC, использующих метод ToF для измерения расстояний от базовых станций до мобильного узла. Для измерения расстояний используются чипы компании Nanotron Technologies GmbH, работающие на частоте 2.4 ГГц. Типичная схема системы для определения местоположения на основе беспроводной сети датчиков изображена на рисунке 3.

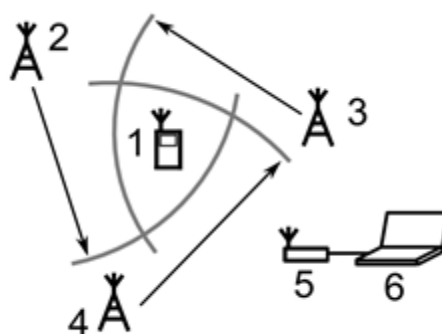


Рисунок 3 – Типичная схема системы локации на основе беспроводной сети датчиков

1 – мобильное устройство; 2, 3, 4 – базовые станции; 5 – шлюз для передачи данных из беспроводной сети; 6 – сервер расчета локации

Система локации состоит из мобильного устройства (1), нескольких базовых станций (2, 3, 4), шлюза для передачи данных из беспроводной сети в проводной сегмент (5) и сервера расчета локации (6). В заданный интервал времени базовые станции проводят измерения расстояния и силы сигнала до мобильного объекта. Полученная информация отправляется на сервер, где производится расчет местоположения объекта.

Главным фактором, ухудшающим точность локации, является ошибка, связанная с непрямолинейным распространением сигнала. Датчик, находящийся на мобильном объекте может измерить не прямой сигнал от базовой станции, а отраженный от препятствия. В результате измеренное расстояние будет больше, чем истинное. Иногда эта ошибка может достигать нескольких десятков метров. Таким образом, окружности с радиусами измеренных расстояний не будут пересекаться в одной точке, а будут образовывать некоторую область локации (как показано на рисунке 4).

«При использовании описанной системы для локации в шахтах необходимо учитывать ряд особенностей. В случае локации объекта на открытой поверхности (когда объект может двигаться в двумерной плоскости) для точного определения местоположения необходимо получить измерения минимум от трех базовых станций. Внутри шахт объект может двигаться только вдоль туннелей, в результате, для определения его местоположения достаточно двух, а иногда и одного измерения от базовой станции» [37].

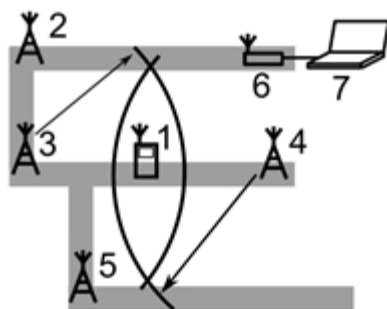


Рисунок 4 - Схема системы локации для работы в шахте
1 – мобильное устройство; 2, 3, 4, 5 – базовые станции; 6 – шлюз для передачи данных из беспроводной сети; 7 – сервер расчета локации

Радиосигнал с частотой 2.4 ГГц не может проходить через толщи породы. Поэтому, базовые станции необходимо размещать таким образом, чтобы всегда сохранялись условия прямой видимости между ними. Передача информации от мобильного объекта на сервер осуществляется по цепочке от одной базовой станции к другой. В результате, с точки зрения системы

локации, шахта представляет собой граф туннелей, в вершинах которого находится базовые станции (рисунок 4). Станции располагаются таким образом, чтобы на каждом ребре было хотя бы по одной базовой станции.

В туннелях измеренные расстояния между радиоузлами всегда выше истинных, поэтому местоположение объекта описывается отрезком (отрезками), сформированным(и) пересечениями отрезков, соответствующих измеренным расстояниям (см. рисунок 4).

Измерения расстояний проводятся периодически. За время между измерениями объект может переместиться на некоторое расстояние. Понятно, что зона вероятного местоположения объекта в этом случае должна быть расширена. Модель мобильного объекта подразумевает ограничение по его максимальной скорости. Поэтому, размер зоны зависит от периода времени между измерениями расстояний.

Таким образом, целью исследования является создание алгоритма, позволяющего оценивать локацию мобильных объектов в шахте, учитывающего ошибки измерений расстояний и возможное перемещение объектов в моменты между последовательными измерениями.

3. Разработка практических рекомендаций по созданию системы точного местоопределения персонала на установках комплексной подготовки газа

3.1 Особенности установок комплексной подготовки газа с точки зрения реализации системы определения точного местонахождения персонала. Общие требования к системе определения точного местонахождения персонала

Необходимость в определении и постоянном контроле местоположения персонала и/или оборудования возникает в организациях, расположенных на больших территориях: от крупных госпиталей или больниц и больших супермаркетов до зон с повышенной опасностью, таких как нефтяные терминалы, атомные электростанции, большие надводные и подводные корабли и т.п.

Такое наблюдение и контроль обеспечивается с помощью сверхширокополосной, многопозиционной, радиолокационной системы (далее Система).

Система, в зависимости от величины и конфигурации территории, состоит из некоторого количества приемных устройств, соединенных проводными или беспроводными линиями связи с единым центром обработки информации.

Каждый контролируемый объект снабжен маломощным радиомаяком, периодически излучающим радиосигналы с кодом, присвоенным данному объекту.

Работа Системы заключается в высокоточном измерении разности времён распространения сигнала от объекта до нескольких приемных устройств, координаты которых известны.

«Полученные значения разностей времени распространения передаются в центр обработки информации, где вычисляются координаты

каждого объекта, которые затем передаются на единый контрольный терминал» [22].

Разработан фрагмент Системы, структурная схема которого приведена на рис. 5.

«Сигналы от приемников по ВЧ кабелю передаются на время-цифровые преобразователи (ВЦП). Разность времени прихода сигнала для каждого приемника рассчитывается в ВЦП с пикосекундной точностью и передается в компьютер для расчета координат объекта» [22].

Точность определения координат объекта (среднеквадратическое отклонение от истинного значения) лежит в пределах от 0,5 метра до 5 см в зависимости от размеров и конфигурации помещения.

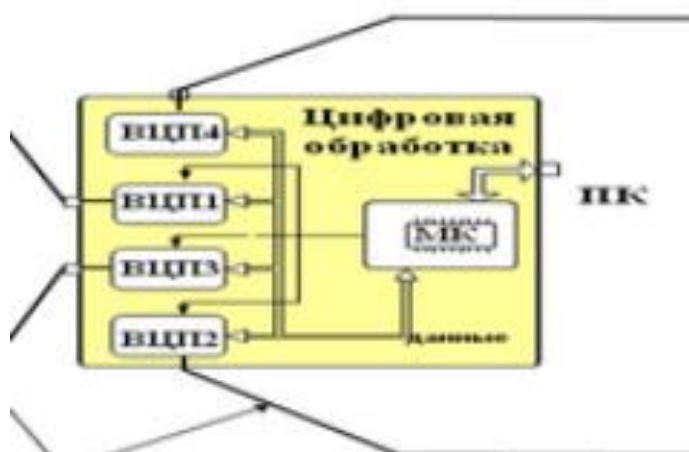


Рисунок 5 – Фрагмент Системы

Такая проблема типична для крупных производственных площадок в несколько гектаров, где ежедневно на смену выходит тысячи людей и перемещаются сотни тысяч механизмов.

Чтобы обеспечивать слаженность работы всего предприятия, необходим контроль перемещения и защиты персонала, особенно в условиях прохода на территорию с опасными производственными постами.

Трекинг персонала на открытом воздухе - это хорошо проработанный вопрос. Но внутри помещений используются уже совершенно другие технологии, такие как iBeacon, RFID или UWB. Отслеживание перемещения людей и оборудования, как на улице, так и внутри помещений - достаточно сложная задача.

Для её решения необходимы GPS или Глонасс трекеры, iBeacon или UWB шлюзы, канал передачи данных гео-позиции объекта на сервер. При этом, хотелось бы совместить все эти приборы в одном корпусе.

Компания Merusoft разработала устройство - NB-IoT GPS iBeacon трекер, объединившее разные технологии, при этом, сократив энергопотребление. Достаточно сказать, что трекер возможно использовать без подзарядки до 3-х месяцев.

Применение технологии NB-IoT и LoRa существенно снижает нагрузку на потребляемую энергию. Чтобы сделать работу таких устройств гладкой с точки зрения мониторинга, была установлена встроенная память для записи координат перемещения. Обратная связь, которая оповещает сотрудника о входе на запрещенную для него территорию, осуществляется через вибратор. А встроенный функционал акселерометра позволяет отслеживать ситуации, когда сотрудник находится, например, в комнате отдыха дольше положенного времени.

Что касается безопасности труда, то с помощью NB-IoT GPS iBeacon трекера возможно контролировать перемещение гостей по предприятию, вход-выход аккредитованных сотрудников на территорию запрещённых или опасных зон, анализировать «ненормальное поведение» работников (например, когда несколько людей находятся в одном месте без движения в течении длительного времени), измерять температуру тела, а также принимать SOS сигналы и отправлять вызов на трекер рабочего.

Важно отметить низкую стоимость оборудования, внедрения, владения системой, а также простоту эксплуатации: информация об уровне заряда

аккумуляторов, контроль технической исправности, обновление прошивки трекеров – вся эта информация доступна и понятна.

3.2 Достоинства и недостатки различных методов позиционирования с точки зрения применения для решения поставленной задачи. Сравнение точностных, функциональных, эксплуатационных и экономических характеристик системы при использовании различных методов позиционирования

Система геолокации объектов внутри помещений реализована в продукте RealTrac Позиционирование.

Технология локального позиционирования объектов (RTLS - Real-time Locating Systems — система позиционирования в режиме реального времени) – включает в себя различные радиотехнологии и принципы определения местоположения объекта, позволяющие получать координату объекта с различной точностью внутри помещений.

Позволяет определять местоположение сотрудников на карте предприятия, с указанием этажа, комнаты и даже местоположения внутри комнаты с точностью до 1 метра.

Благодаря определению местоположения и разграничению территории предприятия на разные зоны появляется возможность фиксировать время входа и выхода в каждую из зон. Это позволяет строить аналитические отчеты о времени, проведенном в рабочей зоне и проведенном в зоне отдыха.

Зоны на территории предприятия могут иметь разный уровень доступа, и система фиксирует вход в разрешенную или запрещенную зону. При этом уведомление о входе в запрещенную зону могут быть транслированы диспетчеру, охране или другим сотрудникам компании. Это позволяет оперативно фиксировать нарушения и пресекать возможные инциденты.

Благодаря наличию на персональном трекере сотрудника кнопки и возможности запрограммировать тип оповещения при нажатии, могут быть

реализованы различные сценарии работы. Так сотрудник по нажатию на кнопку может вызвать менеджера в точку, где он сейчас находится. Или вызвать охрану если требуется помощь или обнаружен нарушитель.

При необходимости оповещения об эвакуации уведомление может быть отправлено на все персональные теги сотрудников. Также имея информацию о их местоположении в каждый момент времени можно контролировать ход эвакуации и ее успешность.

Продукт может успешно применяться на следующих предприятиях:

- офисы;
- медицинские центры и объекты здравоохранения;
- складские и логистические комплексы;
- производственные помещения;
- охрана объектов;
- объекты транспортной инфраструктуры или метрополитен;
- банки.

Преимущества продукта RealTrac Позicionирование:

- позволяет обеспечить соблюдение различных требований по безопасности объектов и контролю передвижения сотрудников внутри зданий;
- использует существующую инфраструктуру предприятия;
- модульность системы RealTrac позволяет добавлять функционал по мере необходимости;
- сочетание различных способов определения местоположения в одном устройстве для большей гибкости конкретного решения;
- интеграция с помощью открытого протокола (API), позволяет передавать данные в системы кадрового учета, СКУД, видеонаблюдения и другие действующие на предприятии системы.

Определение местоположения сотрудника или другого объекта с точностью до зоны показано на рисунке 6.

Позиционирование персонала внутри помещений может осуществляться по двум направлениям:

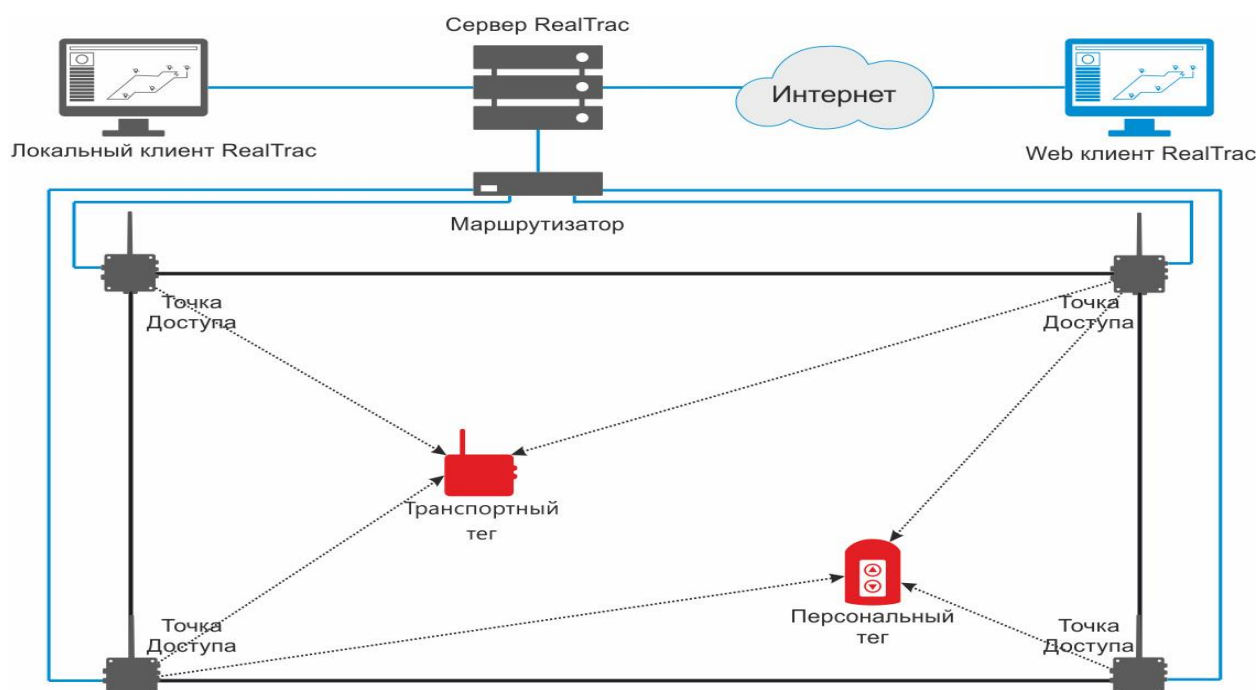


Рисунок 6 – Определение местоположения сотрудника или другого объекта с точностью до зоны

- Точность: +/- 20 метров;
- Дальность радиобнаружения: до 100 метров;
- Конфигурация зоны: от 20 метров до зоны (возможна настройка зон по требованию Заказчика);
- Ограничения: Работа только в зоне радиовидимости точек доступа, установленных по территории здания;
- Затраты на внедрение: низкие.

Определение местоположения сотрудника или другого объекта с точностью до метра.

- Точность: до 1 метра
- Дальность радиобнаружения: до 75 метров

- Конфигурация зоны: от 5 м² (возможна настройка зон по требованию Заказчика)
- Ограничения: Работа только в зоне радиовидимости точек доступа, установленных по территории здания
- Затраты на внедрение: средние.

3.3 Возможность комплексирования различных методов определения местоположения для решения поставленной задачи

RealTrac Позicionирование – продукт предназначен для определения местоположения сотрудников, техники и других объектов в различных зонах или помещениях промышленного предприятия, с использованием различных радио технологий.

Решаемые задачи:

Контроль местоположения рабочих на территории предприятия

Диспетчер или оператор в режиме реального времени может получить как данные о текущем местоположении всех рабочих или техники, так и сведения о пути пройденном контролируемым объектом за заданный период.

Контроль уровней доступа рабочих

Благодаря созданию геозон с разным уровнем доступа диспетчер всегда знает в разрешенной или запрещенной зоне находится тот, или иной рабочий. Система отчетов и аналитики позволяет выявлять систематические нарушения уровней доступа и пресекать возможные инциденты.

Контроль рабочего времени, времени, проведенного в геозоне

Система RealTrac позволяет регистрировать время входа/выхода работников в определенную геозону. Это позволяет контролировать их нахождение на определенных участках и в зонах проведения работ. А также оповещать диспетчера или сотрудника при необходимости покинуть зону. При этом данные о перемещениях, времени нахождения в различных зонах и событиях хранятся на сервере до 10 лет.

Аварийное оповещение персонала в случае ЧП

Канал передачи данных может использоваться для передачи аудио оповещения о том, что произошло ЧП и необходимых действиях персонала. С помощью данного канала также можно реализовать управление дополнительными устройствами оповещения: сиренами, аварийным освещением и т.п.

Контроль эвакуации персонала

Система позволяет в режиме реального времени контролировать процесс эвакуации: затраченное время, траектории движения работников во время объявления эвакуации, и самое главное – определение текущего местоположения работников, которые не смогли вовремя добраться до безопасных точек сбора.

RealTrac Предотвращение столкновений

Продукт предназначен для снижения количества аварий, связанных со столкновением транспорта и техники, а также наездов техники на персонал в условиях недостаточной или плохой видимости на территории промышленного предприятия.

Продукт решает задачи в двух направлениях контроля:

Направление: Транспорт-транспорт

Задачи:

- Повышение безопасности движения технологического транспорта в условиях плохой или недостаточной видимости
- Сокращение затрат, связанных с простоем и ремонтом техники в результате столкновения
- Функции
- Фиксация факта опасного сближения транспортных средств и спецтехники
- Оповещение водителя/рабочего или оператора о риске столкновения

Направление: Транспорт-человек

Задачи:

- Способствует снижению уровня травматизма, связанного с наездом горной техники на людей
- Позволяет производить безопасные маневры карьерной техники при скоплении людей вокруг нее
- Функции
- Фиксация факта опасного инцидента, связанного с наездом на рабочего
- Оповещение о нахождении рабочего в опасной зоне рядом с техникой.

3.4 Предлагаемая функциональная схема системы определения местонахождения персонала на установках комплексной подготовки газа. План практического внедрения предложенной системы определения точного местоположения персонала на установках комплексной подготовки газа

В современных реалиях число сотрудников с разъездным характером работы увеличивается, и контролировать их «по старинке» становится сложнее. GPS-технологии позволяют эффективно контролировать персонал «в полях».

В правилах внутреннего трудового распорядка ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг», которые подписывает сотрудник, также необходимо добавить пункт о согласии на использование программ контроля. При исполнении всех юридических тонкостей, использовать GPS для контроля за персоналом допустимо.

Некоторых сотрудников может смутить такой контроль. «Следят – значит не доверяют, подозревают в чем-то», – думают они. И дело даже не в том, что их действительно есть в чем подозревать. Это могут быть честные работники, в полной мере выполняющие все свои трудовые обязанности, просто им не объяснили зачем компании нужно использовать GPS. Из-за

этого сотрудники не понимают всех преимуществ этих сервисов и даже не подозревают, что GPS может быть полезен не только работодателю, но и работнику. Вывод напрашивается сам – не стоит представлять ситуацию однобоко.

Помимо контроля эффективности работы персонала, GPS-трекеры позволяют выявлять оптимальный маршрут с точки зрения времени, затраченного в пути, эффективны и с точки зрения безопасности – имеют тревожную кнопку.

При внедрении проекта системы GPS для определения точного местонахождения работников при возникновении аварийных ситуаций на установке комплексной подготовки газа №3 необходимо выполнить работы по разработке проекта системы позиционирования, осуществляющей контроль местонахождения работников и поиск, в том числе при отсутствии электроэнергии, согласно таблице 4.

Таблица 4 – Работы по разработке проекта системы позиционирования, осуществляющей контроль местонахождения работников и поиск

№ п/п	Перечень условий и требований	Содержание
1.	Назначение объекта, сооружения	Система позиционирования и поиска работников должна обеспечивать обнаружение местонахождения человека во всех действующих горных выработках с передачей информации диспетчеру и на командный пункт объекта в режиме реального времени. Информация о местонахождении людей в горных выработках должна храниться на шахте не менее одного месяца с даты ее получения. Система обеспечивает решение задач организации и осуществления безопасного производства и информационной поддержки управления технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях в соответствии с отраслевыми нормативными документами.
2.	Основание для проектирования	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых (с изменениями на 21 ноября 2018 года, в редакции, действующей с 17 марта 2019 года).

Продолжение таблицы 4

3.	<p>Нормативные документы соответствия, которыми происходит проектирование опасных производственных объектов</p>	<p>- Градостроительный кодекс российской Федерации; - Федеральный закон от 21.07.97 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; - Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»; - Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»; - Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; - Технический регламент о безопасности зданий и сооружений; - Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; - ГОСТ Р 21.1001-2009 Система проектной документации для строительства. Общие положения; - ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.</p>
4.	<p>Сроки выполнения работ</p>	<p>100 (сто) дней</p>
5.	<p>Содержание Работ</p>	<p>1. Разработка документации на проектирование системы позиционирования; 2. Согласование документации на проектирование системы позиционирования с Заказчиком; 3. Экспертиза промышленной безопасности документации на проектирование системы позиционирования; 4. Регистрация заключения экспертизы промышленной безопасности в Ростехнадзоре; 5. Разработка рабочей документации; 6. Согласование и утверждение рабочей документации Заказчиком.</p>
6.	<p>Требования по разработке документации</p>	<p>1. Предусмотреть проектную и рабочую стадии разработки документации. Состав проектной и рабочей документации определяется по материалам обследования объекта проектирования и согласовывается с Заказчиком. 2. В Проектной документации и в Рабочей документации должны быть реализованы следующие положения: 2.1. Выбор типа, состава оборудования систем, определены места их размещения, схемы подключения, разработка спецификации оборудования; 2.2. Разработаны схемы установки окончных устройств систем, распределительных элементов и контроллеров, схемы прокладки кабелей, а также других необходимых для строительства схем с учетом возможности дальнейшей автоматизации производства; 2.3. Разработаны схемы гарантированного электропитания проектируемого оборудования, организации защитного заземления.</p>

Продолжение таблицы 4

7.	Предпроектное обследование	Предпроектное обследование предусматривает, разработку документации в полном объеме, для поиска, оповещения и подземной радиосвязи работников в действующих горных выработках.
8.	Общие требования к системе	<ul style="list-style-type: none"> - поставляемое оборудование должно соответствовать требованиям Федерального закона от 21.07.97 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», ФНиП «Правила безопасности при ведении горных и переработке твердых полезных ископаемых»; - все поставляемое оборудование должно иметь эксплуатационную документацию (паспорта, инструкции, руководства по эксплуатации), выполненную на русском языке; - комплект поставки должен предусматривать ЗИП 10%; - система должна обладать надежностью обеспечивающую круглосуточную, непрерывную работу и оперативное восстановление при сбоях.
9.	Требования к категории электропитания и технические условия (ТУ) на подключение электропитания	<p>Система электропитания должна обеспечивать особую группу первой категории энергоснабжения по правилам устройства электроустановок - ПУЭ, время работы подземного оборудования систем передачи информации, позиционирования, радиосвязи и аварийного оповещения от источника(-ов) бесперебойного питания, при отключении энергоснабжения полностью, должно быть не менее 16 часов (960 минут), а для наземного оборудования не менее 3 часов (180 минут).</p> <p>Технические условия на присоединение проектируемого оборудования к системам электроснабжения на объектах предоставляет Заказчик.</p>
10.	Основные требования к схеме организации связи (обеспечение каналами связи, вещания, телевидения, передачи данных различных потребителей)	Проектом предусмотреть разработку схемы системы передачи информации, схемы стыковки проектируемого оборудования с существующими линиями связи.
11.	Требования по предварительному согласованию Заказчиком основных технических решений в процессе проектирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести предпроектное обследование рудника. 2. Согласовать основные технические решения. 3. Предусмотреть поэтапное внедрение проектных решений.

Продолжение таблицы 4

12.	Требования к оборудованию размещаемому в руднике (подземных выработках)	<ul style="list-style-type: none"> - климатическое исполнение – УХЛ5 по ГОСТ 15150-69; - высота над уровнем моря – до 1500 м; - класс защиты по ГОСТ 14254-96 – не хуже IP54; - напряжения в линиях связи не должны превышать 60В постоянного тока или 42В переменного тока; - питание устройств должно осуществляться от рабочей сети переменного тока с изолированной нейтралью частотой 50 Гц, напряжением 380 В; - оборудование подземного комплекса, должно обеспечивать бесперебойную работу в течение 16 часов с момента прекращения электропитания; - питание идентификационных устройств должно осуществляться от аккумуляторов головных светильников; - допускается применение устройств в нерудничном (закрытом, защищенном) исполнении.
13.	Требования по использованию существующих сооружений (стационарных, линейных)	Максимальное использование существующих и пригодных к использованию конструкций для размещения оборудования, а также кабельных линий связи.
14.	Требование к технологии производства и режиму работы предприятия Заказчика	<ul style="list-style-type: none"> Число рабочих дней предприятия в год – 247; Продолжительность рабочей смены в часах 7,2; Число светильников -250.
15.	Перечень проектной документации подлежащей передаче Заказчику и количество экземпляров, выдаваемых заказчику	<ul style="list-style-type: none"> 4 (четыре) экземпляра проектной документации на бумажных носителях. 2 (два) экземпляра проектной документации в электронном виде. Формат файлов: пояснительной записки – Microsoft Word, спецификации – Microsoft Word – Microsoft Excel, рабочих чертежей – Auto Cad, сметной документации - Microsoft Excel. Кроме того, проект должен быть дополнительно представлен в формате Adobe Acrobat Reader 7.0.
Требования к организации радиотелефонной связи		
16.	Зона уверенного приема и передачи по действующим объектам	<ul style="list-style-type: none"> Количество переносных радиотелефонов – 37 шт. Количество стационарных радиотелефонов – 3 шт.

Проект реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» создается с целью:

- оперативного контроля соответствия технологических процессов заданным параметрам;
- применения систем противоаварийной защиты людей, оборудования и сооружений;
- повышения безопасности ведения работ за счет оперативного предупреждения об аварийных ситуациях, реализации комплекса мер по спасению людей, локализации и ликвидации аварии;
- организации автоматического непрерывного обмена информацией с диспетчерским пунктом, обработки информации, ее отображения и хранения.

Автоматизированная система проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» должна отвечать следующим требованиям:

- соответствовать требованиям промышленной и пожарной безопасности;
- обеспечивать выполнение требований отраслевых нормативных документов;
- иметь встроенные средства самодиагностики и гарантировать оперативность, полноту, достоверность и однозначность получаемой информации о состоянии проекта;
- обеспечивать надежность и оперативность формирования и передачи информации;
- обеспечивать формирование упорядоченных результатов контроля, способствующих принятию оптимальных решений горным диспетчером, а в случае возникновения аварийной ситуации - ответственным руководителем ликвидации аварии.

В основу построения проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» должны быть положены следующие принципы:

- соответствие государственным стандартам и требованиям в области промышленной и пожарной безопасности;
- возможность пополнения и обновления функций автоматизированной системы и видов их обеспечения путем доработки или настройки имеющихся средств;
- техническая и информационная совместимость с перспективными информационными системами;
- использование стандартных технических и программных средств, интерфейсов и протоколов связи.

Связь между компонентами проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» должна обеспечивать надежную передачу сигналов позиционирования, поиска, оповещения и радиосвязи между верхним и нижним уровнями системы, а также на нижнем уровне, между передатчиками и приемниками сигналов.

Система передачи информации должна быть интегрирована с существующей на предприятии локальной вычислительной сетью с использованием межсетевых экранов.

Пользователями Автоматизированной системы проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» должны быть все работники рудника, имеющие индивидуальные светильники.

Пользователями, имеющими право на управление проектом реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг», являются горные диспетчеры или промышленные операторы. Основные пользователи проекта должны быть обеспечены автоматизированными рабочими местами (АРМ) в соответствии с проектными решениями.

Другие пользователи проекта, имеющие право на управление, должны назначаться приказом по предприятию. К их числу могут относиться

руководитель предприятия, главный инженер и его заместители, главный механик, главный энергетик, специалисты участков.

В ходе проведения предпроектного обследования уточнить должности ответственных лиц согласно штатному расписанию предприятия по состоянию на момент внедрения проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг».

Все горные диспетчеры, промышленные операторы, начальники смен, а также другие пользователи, эксплуатирующие и обслуживающие систему, должны пройти курс обучения в объеме, необходимом для ее эксплуатации в рамках своих функциональных обязанностей.

По окончании обучения проводится экзамен, результаты которого оформляются протоколом. Контроль знаний и умений проводится на предприятии представителем контролирующих органов, совместно с представителем фирмы изготовителя и администратора системы, отвечающего за эксплуатацию системы.

Все работники, имеющие индивидуальные шахтные светильники со встроенными радиометками системы, должны пройти инструктаж по их использованию под руководством администратора, отвечающего за эксплуатацию системы, и получившего сертификат на право обучения от фирмы-изготовителя.

Администраторы проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» - специалисты, имеющие высшее или среднее техническое образование, обладающие знаниями по компьютерной технике, системам автоматики, волоконно-оптическим линиям связи.

Администраторы должны пройти полный курс обучения и иметь соответствующее удостоверение.

Горный диспетчер или промышленный оператор должен иметь высшее или среднее техническое образование и пройти обучение по правилам эксплуатации системы в объеме своих функциональных обязанностей.

Обучение диспетчеров или промышленных операторов должно осуществляться поставщиком системы, в том числе, в процессе сдачи их в эксплуатацию. На действующей системе обучение обслуживающего и эксплуатирующего персонала должен осуществлять администратор.

В составе документации на техническое перевооружение ОПО должны быть разработаны программы обучения для всех категорий сотрудников, эксплуатирующих или обслуживающих систему.

Режим работы пользователей, принимающих оперативные решения: диспетчеров и промышленных операторов должен быть сменный и регламентированный документами о внутреннем распорядке предприятия; режим работы с системой круглосуточный.

Основными функциями системы оповещения являются:

- передача общего аварийного вызова всем работникам одновременно при условии их нахождения в зоне радиопокрытия системы позиционирования;
- передача группового вызова группе работников при условии их нахождения в зоне радиопокрытия системы позиционирования;
- передача индивидуального вызова работнику при условии его нахождения в зоне радиопокрытия системы позиционирования;
- подтверждение работником приема сигнала аварийного оповещения (опционально).

Основными функциями системы передачи информации являются:

- возможность работы как по волоконно-оптическим, так и по медным линиям связи;
- организация приема/передачи информации систем позиционирования, оповещения, радиосвязи;
- возможность резервирования линии связи;
- возможность подключения оборудования по стандартным проводным интерфейсам;

- необслуживаемый режим работы.

Проектом предусмотреть установку коммутаторов системы передачи информации на каждом горизонте.

Используемое в системе программное обеспечение должно отвечать следующим требованиям:

- максимально широкое использование компьютерных средств обработки информации, в том числе средств электронного документирования и архивирования с возможностью получения бумажных копий;
- цветовая и звуковая сигнализация;
- ведение архивов различных технических и технологических событий (аварии и отказы, выход контролируемых параметров за заданные границы и т.п.) с сохранением контролируемых параметров и обеспечение доступа к ним.

В программном обеспечении проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» должна быть предусмотрена защита от несанкционированного доступа к областям программы, связанным с изменением алгоритмов работы и прекращением работы системы.

Потребность в технологии должны быть четко увязаны с необходимостью бизнеса.

Система позиционирования и поиска работников на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» задач организации и осуществления безопасного производства и информационной поддержки управления технологическими и производственными процессами в нормальных и аварийных условиях в соответствии с отраслевыми нормативными документами.

Требования к Проектной документации

Техническим заданием предусматривается разработка документации на техническое перевооружение ОПО для следующих системы промышленной безопасности:

- система позиционирования работников в действующих горных выработках – разработать в полном объеме;
- система поиска работников в действующих горных выработках – разработать в полном объеме;
- система подземной радиосвязи – разработать в объеме, определяемом зоной покрытия системы позиционирования;
- система оповещения (резервная) – разработать в объеме, определяемом зоной покрытия системы позиционирования;
- система передачи информации – разработать в объеме, необходимом для внедрения всех систем.

Система позиционирования работников в режиме нормального функционирования должна использоваться для контроля перемещения и нахождения персонала и транспорта в соответствии с их расписанием и нарядами, а в аварийных ситуациях (при наличии действующих линий связи) для контроля положения людей, застигнутых аварией.

Система должна обеспечивать определение положения персонала и транспорта в реальном времени. Система должна обеспечивать разграничение и контроль (сигнализацию) доступа персонала в особые зоны.

Система поиска и обнаружения людей, застигнутых аварией, попавших под завал или оказавшихся за ним, должна обеспечивать определение местоположения во время аварии и после нее через слой породы.

Система должна способствовать повышению эффективности работы спасательных служб при ликвидации аварийных ситуаций.

Система оповещения должна действовать во всей зоне радиопокрытия системы позиционирования.

Система оповещения должна оставаться работоспособной при отсутствии электропитания.

Работоспособность систем позиционирования, оповещения и подземной радиосвязи при прекращении подачи электроэнергии от основных источников должна поддерживаться не менее 16 часов.

Система передачи информации предназначена для организации передачи данных информационных систем, в том числе систем позиционирования, подземной радиосвязи и оповещения.

Система передачи информации должна состоять из наземной и подземной частей. Связь между наземным комплексом и подземными узлами связи должна осуществляться по выделенным оптическим линиям связи (технология Ethernet FX).

Электрооборудование, входящее в состав системы, размещаемое в опасных зонах, должно соответствовать требованиям нормативной документации, быть сертифицировано на соответствие требованиям промышленной безопасности.

Кабели электропитания и проводные линии связи должны соответствовать требованиям ПУЭ.

Аппаратура системы должна устанавливаться в местах и монтироваться таким образом, чтобы обеспечить ее максимальную защиту от несанкционированного доступа и вмешательства в работу системы.

Технические средства (ТС) системы должны сохранять работоспособность с заданными техническими показателями в условиях, повышенных температуры и влажности среды при круглосуточном непрерывном режиме эксплуатации.

Проектом предусмотреть виды и периодичность технического обслуживания ТС системы, а также возможность дистанционного обслуживания или допустимость работы без обслуживания.

Для передачи данных в системе должны использоваться стандартные общепромышленные интерфейсы, обеспечивающие возможность их замены, модернизации и ремонта без привлечения поставщика.

Источники питания устройств системы должны использовать для питания стандартные напряжения 36 В, 127 В, 220 В, 380 В, 660 В переменного тока промышленной частоты 50 Гц.

3.5 Экономическая оценка проекта реализации системы определения местонахождения персонала на производственном объекте

Требования к функциям системы позиционирования проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг».

Основными функциями системы позиционирования являются:

- контроль местонахождения работников;
- передача информации о местонахождении работника диспетчеру и на командный пункт объекта в режиме реального времени;
- контроль местонахождения работников при отсутствии электроэнергии (отсутствие сетевого питания);
- передача на уровень диспетчера информации о параметрах питания (наличие сетевого питания);
- хранение информация о местонахождении людей x не менее одного месяца с даты ее получения;
- отображение местонахождения работников на автоматизированном рабочем месте (АРМ) диспетчера по безопасности или диспетчера на схеме, поиск местонахождения работников;
- регистрация аварийных событий и нарушений в работе системы;
- разграничение и контроль (сигнализация) доступа персонала в особые зоны (склад взрывчатых материалов, энергетические объекты и т.п.).

Проектом предусмотреть установку не менее 220 считывателей для обеспечения выполнения функций позиционирования.

Проектом предусмотреть расчет количества источников питания, необходимого для автономного питания считывателей. Информация о параметрах электропитания (напряжение, ток, мощность, емкость

аккумуляторной батареи) должна передаваться на диспетчерский уровень для контроля, визуализации и хранения.

Проектом предусмотрено оборудование средствами позиционирования головных светильников в количестве – 250 шт.

С целью оценки эффективности реализации проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» в данной работе предлагается провести оценку косвенного эффекта, а также оценить прямой эффект от внедрения системы. Первым будет оценен косвенный эффект.

Для расчета эффективности проекта внедрения проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» необходимо рассчитать, для начала, потенциальные доходы от реализации проекта.

Так, для более корректной оценки доходов компании в результате внедрения информационной системы, предполагается расчет комплексного экономического показателя, характеризующего положительные эффекты от внедрения автоматизированной системы управления. В качестве такого показателя был выбран показатель экономической добавленной стоимости (EVA). Согласно различным опросам, проводившимся среди менеджмента иностранных компаний, внедривших ERP, данные автоматизированные системы способствовали повышению качества принимаемых управленческих решений. В данном случае, для экономической оценки повышения качества планирования производства на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» целесообразно использовать именно комплексный показатель экономической добавленной стоимости.

Расчет показателя экономической добавленной стоимости будет проведен для двух временных периодов: это отчетный 2019 год и 2025 год. Данный выбор обоснован тем, что согласно статистическим исследованиям, положительные эффекты от внедрения информационной системы наблюдаются именно в течении 5 лет, после ее внедрения. При рассмотрении

более долгосрочного периода, на оценку эффекта будут оказывать влияния другие факторы, непосредственно не связанные с внедрением информационной системы, и, которые могут существенно исказить рассчитываемый экономический эффект. Кроме того, 5 лет - это срок, на протяжении которого можно наиболее достоверно прогнозировать показатели развития предприятия.

Для начала, проведем расчет EVA по итогам отчетного 2019 года. Для этого необходимо произвести вспомогательные расчеты.

Расчет показателя предлагается начать с расчета показателя EBIT. В целях расчетов данный показатель будет рассчитан, как сумма прибыли до налогообложения предприятия и его процентов к уплате.

Таким образом, на основании рассчитанных ранее вспомогательных показателей можно произвести итоговый расчет показателя EVA на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг». Сводный расчет показателя EVA представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сводный расчет показателя EVA

Показатели:	Единицы измерения:	2019 год
ЕБИТ	тыс. руб.	163613,00
общий капитал	тыс. руб.	2700234,5
wc	%	99,07
wd	%	0,93
WACC	%	11,97
Инвестиционный капитал, CE	тыс. руб.	713194,00
$EVA = EBIT + \text{корректировки} - WACC * CE$		
EVA	тыс. руб.	30053,15

Аналогично с приведенными выше расчетами, определим вспомогательные показатели для вычисления EVA ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» за 2025 г.

Выручка проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» за период 2020-2025 гг. (таблица 6).

Таблица 6 – Прогнозируемые значения выручки ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» за период 2020-2025 гг.

Показатель:	2021 г. (план)	2024 г. (план)	2023 г. (прогноз)	2024 г. (прогноз)	2025 г. (прогноз)
Выручка, млн. руб.	1900,00	2200,00	2389,42	2595,15	2818,59

Таким образом, на основании рассчитанных ранее вспомогательных показателей можно произвести итоговый расчет показателя ЕВІТ на 2025 год, который представляет собой произведение рентабельности по ЕВІТ за 2019 год и прогнозируемого значения выручки за 2025 год. Такой расчет данного показателя является допустимым, так как предприятие имеет устойчивое финансовое положение, что дает право предположить, что значение рентабельности по ЕВІТ в течении рассматриваемого прогнозного периода останется неизменным или понесет лишь незначительные изменения. Сводный расчет показателя EVA ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» за 2025 год представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Сводный расчет показателя EVA ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» за 2025 год

Показатели:	Единицы измерения:	2021 год (прогноз)
ЕВІТ	тыс. руб.	311764,39
WACC	%	11,97
Инвестированный капитал, CE	тыс. руб.	713194,00
EVA = ЕВІТ + корректировки - WACC * CE		
EVA	тыс. руб.	221991,89

Сведем рассчитанные значения EVA завода за 2019 и 2025 год в одну таблицу 8.

Таблица 8 – Итоговый расчет показателей EVA ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» за 2019 и 2025 гг.

Показатели:	Единицы измерения:	2019 год	2025 год (прогноз)
ЕБИТ	тыс. руб.	163613,00	311764,39
WACC	%	11,97	11,97
Инвестированный капитал, CE	тыс. руб.	713194,00	713194,00
EVA = ЕБИТ + корректировки - - WACC * CE			
EVA	тыс. руб.	30053,15	221991,89

Таким образом, из расчетов видно, что в течении прогнозируемых 5 лет экономическая добавленная стоимость

Расчет основных показателей реализации проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет основных показателей реализации проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг», в тыс. руб.

Показатели проекта	Период				
	2021	2022	2023	2024	2025
Первоначальные инвестиции					
Предполагаемый доход	38387,75	38387,75	38387,75	38387,75	38387,75
Денежный поток за период	38387,75	38387,75	38387,75	38387,75	38387,75
Денежный поток нарастающим итогом	37371,05	75758,80	114146,55	152534,3	190922,0
Ставка дисконтирования	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Коэффициент дисконтирования	0,89	0,80	0,71	0,64	0,57
Дисконтированный денежный поток	34283,96	30618,88	27345,61	24422,26	21811,44
Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом	33267,26	63886,14	91231,75	115654,0	137465,5

Таким образом, NPV проекта составляет 137 465,5 тыс. руб. Простой срок окупаемости совпадает с дисконтированным сроком окупаемости и составляет 1 года. IRR составляет 1888%. Следует отметить, что такое высокое значение данного показателя обусловлено низким значением инвестиций по проекту.

Общества по прогнозам должна увеличиться на 2211991,89 – 30053,15 = 191 938,75 тыс. руб. То есть, потенциальный годовой экономический эффект от внедрения информационной системы можно, условно, принять равным 38 387,75 тыс. руб.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что данный проект реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» является экономически выгодным: NPV проекта положителен, сроки окупаемости невелики. Кроме того, внутренняя норма доходности проекта (IRR) больше ставки дисконтирования (1888% и 11,97% соответственно), что свидетельствует о высокой внутренней эффективности проекта.

Следует отметить, что приведенные выше расчеты свидетельствуют лишь о косвенном эффекте внедрения информационной системы, так как возврат от инвестиций в ИС идет не от самой системы, а от повышения эффективности бизнес процессов, которых она поддерживает.

Итак, по данным всех проведенных в разделе расчетов можно сделать вывод, что уже через год после начала функционирования, внедренная система начинает давать положительные результаты – то есть, можно утверждать, что основная цель проекта достигнута, проект способен окупить затраченные средства и, в целом, достаточно эффективен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контроль работы персонала – тема не новая, но всегда актуальная. С развитием технологий усовершенствовались и методы контроля.

Еще 5-10 лет назад чтобы быть в курсе занятости персонала считалось достаточным установить видеонаблюдение на рабочем месте, а для контроля мобильных сотрудников использовали фотоотчеты и устраивали внезапные проверки.

Законодательство в области охраны труда за последние несколько лет существенно изменилось. Наиболее важные изменения начались еще в 2018 году, однако тогда не все запланированное было осуществлено. Этот инструмент масштабного пересмотра и отмены нормативных правовых актов, негативно влияющих на современный рынок имеет название «регуляторная гильотина».

Для того, чтобы «регуляторная гильотина» имела результаты необходимым условием является осуществление данной процедуры с привлечением бизнеса, то есть непосредственно самих работодателей. Комиссии по дерегулированию выносит список нормативов, планируемых к отмене, а ведомства должны доказать их сохранение с учетом необходимости для современных производств.

В 2019 году Международная организация труда (МОТ) создала 10 программных приложений по охране труда. Основная часть из них предназначена для специалистов этой области, но есть и такие, которые подходят всем пользователям в целях получения знаний и навыков по оценке рисков, уменьшению негативных воздействий производственных факторов, а также предупреждению их негативного воздействия на организм человека.

Сегодня в мире работают четыре глобальные системы позиционирования: GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), BeiDou (Китай) и Galileo (Евросоюз). Их навигационные спутники расположены на средних

околоземных орбитах (20–22 тыс. км над уровнем моря) с орбитальным периодом около 12 часов.

Точность относительного позиционирования характеризуют величиной СКП приращений координат между определяемым объектом и исходным пунктом. При оценке точности принимают во внимание особенности используемого метода позиционирования, тип используемой ГАП, удаленность определяемого объекта от исходного пункта, интервал времени синхронных наблюдений и условия видимости спутников.

Необходимость в определении и постоянном контроле местоположения персонала и/или оборудования возникает в организациях, расположенных на больших территориях: от крупных госпиталей или больниц и больших супермаркетов до зон с повышенной опасностью, таких как нефтяные терминалы, атомные электростанции, большие надводные и подводные корабли и т.п.

Такое наблюдение и контроль обеспечивается с помощью сверхширокополосной, многопозиционной, радиолокационной системы (далее Система). Система, в зависимости от величины и конфигурации территории, состоит из некоторого количества приемных устройств, соединенных проводными или беспроводными линиями связи с единым центром обработки информации.

В правилах внутреннего трудового распорядка ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг», которые подписывает сотрудник, также необходимо добавить пункт о согласии на использование программ контроля. При исполнении всех юридических тонкостей, использовать GPS для контроля за персоналом допустимо.

Автоматизированная система проекта реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» должна отвечать следующим требованиям:

- соответствовать требованиям промышленной и пожарной безопасности;

- обеспечивать выполнение требований отраслевых нормативных документов;
- иметь встроенные средства самодиагностики и гарантировать оперативность, полноту, достоверность и однозначность получаемой информации о состоянии проекта;
- обеспечивать надежность и оперативность формирования и передачи информации;
- обеспечивать формирование упорядоченных результатов контроля, способствующих принятию оптимальных решений горным диспетчером, а в случае возникновения аварийной ситуации - ответственным руководителем ликвидации аварии.

NPV проекта составляет 137 465,5 тыс. руб. Простой срок окупаемости совпадает с дисконтированным сроком окупаемости и составляет 1 года. IRR составляет 1888%. Следует отметить, что такое высокое значение данного показателя обусловлено низким значением инвестиций по проекту.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что данный проект реализации системы определения местонахождения персонала на ГК «Карачаганак Петролиум Оперейтинг» является экономически выгодным: NPV проекта положителен, сроки окупаемости невелики. Кроме того, внутренняя норма доходности проекта (IRR) больше ставки дисконтирования (1888% и 11,97% соответственно), что свидетельствует о высокой внутренней эффективности проекта.

Итак, по данным всех проведенных в разделе расчетов можно сделать вывод, что уже через год после начала функционирования, внедренная система начинает давать положительные результаты – то есть, можно утверждать, что основная цель проекта достигнута, проект способен окупить затраченные средства и, в целом, достаточно эффективен.

Список используемой литературы

1. Волков Ю.И. «Непрозрачный» травматизм // Охрана труда и социальное страхование. - 2006. - № 3. - С. 7.
2. Гильотина от правительства: как власти хотят снизить требования к бизнесу // Сайт информационного агентства «РБК» [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.rbc.ru/economics/15/01/2019/5c3df76f9a7947214d11adcf> (дата обращения: 25.02.2021).
3. Джанджгава Г.И., Августов Л.И. Навигация по геополям. М.: Научтехлитиздат, 2018. 296 с.
4. Кузнецов Г. Реальный травматизм и официальная отчетность? // Охрана труда и социальная безопасность. - 2005. - № 10. - С. 43-47.
5. Механизм «регуляторной гильотины» // Сайт Министерства экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. - URL: https://economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny/ (дата обращения: 20.02.2021).
6. Мехтиев А. Д. и др. Применение сенсорных сетей для мониторинга и локального определения местоположения в промышленности // ХАБАРШЫСЫ ВЕСТНИК. – 2013. – С. 68-62.
7. Мировая статистика [Электронный ресурс]. - URL: https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249276/lang--ru/index.htm (дата обращения: 15.02.2021).
8. ММК выводит работу в области промбезопасности на новый уровень // Сайт «Магнитогорский металлургический комбинат» [Электронный ресурс]. - URL: http://mmk.ru/press_center/76900/ (дата обращения: 01.02.2021).
9. Мобильное приложение BioTime поможет контролировать работу сотрудников охраны // Информационно-аналитический портал о безопасности «ОХРАНА.га» [Электронный ресурс]. - URL: [https:// охрана.ru/](https://охрана.ru/)

corporate/mobilnoe-prilozhenie-biotime- pomozhet-kontrolirovat -rabotu - sotrudnikov-ohrany/ (дата обращения: 03.02.2021).

10. Мобильные приложения для повышения уровня охраны труда // Сайт «Государственный университет Телекоммуникаций» [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.dut.edu.ua/ru/news-1-827-6755-mobilnye-prilozheniya-dlya-povysheniya-urovnya-ohrany-truda> (дата обращения: 03.02.2021).

11. Мощевикин А. П., Галов А. С., Волков А. С. Точность расчета локации в беспроводных сетях датчиков стандарта nanoLOC // Информационные технологии. – 2012. – № 9. – С. 37-41.

12. Овчинников С. Системы позиционирования и мониторинга // Технологии и средства связи. – 2014. № 2. С. 18-22.

13. Пешехонов В.Г., Степанов О.А., Августов Л.И. и др. Современные методы и средства измерения параметров гравитационного поля Земли. СПб.: АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2017. 390 с.

14. Принято решение о признании утратившими силу или недействующими на территории России некоторых правовых актов РСФСР и Российской Федерации // Сайт реформы «Регуляторная гильотина» [Электронный ресурс]. - URL: <https://knd.ac.gov.ru/1622/> (дата обращения: 23.02.2021).

15. Принято решение о признании утратившими силу или недействующими на территории России правовых актов СССР // Сайт реформы «Регуляторная гильотина» [Электронный ресурс]. - URL: <https://knd.ac.gov.ru/1744/> (дата обращения: 22.02.2021).

16. Регуляторная гильотина // Сайт реформы «Регуляторная гильотина» [Электронный ресурс]. - URL: <https://knd.ac.gov.ru/> (дата обращения: 21.02.2021).

17. Росстат: статистика производственного травматизма в Российской Федерации. Обобщенные данные [Электронный ресурс].-URL: <http://www.trudcontrol.ru/press/statistics/24076/rosstat-statistika->

proizvodstvennogo- travmatizma-v-rossiyskoy-federacii-obobshennie-dannie (дата обращения: 15.02.2021).

18. Сайт «Компания «Информ Сервис» [Электронный ресурс]. - URL: <http://checks.ot-soft.ru/> (дата обращения: 28.01.2021).

19. Сайт «Профсоюз Томскнефтехим» [Электронный ресурс]. - URL: <http://ppotnhk.ru/> (дата обращения: 29.01.2021).

20. Тихонова Г.И., Чуранова А.Р. Многолетний анализ особенностей учета несчастных случаев на производстве в России // Демографическое обозрение. - 2019. - Т. 6. - № 2. - С. 142-164.

21. Что такое «регуляторная гильотина»? // Сайт реформы «Регуляторная гильотина» [Электронный ресурс]. - URL: <https://knd.ac.gov.ru/about/> (дата обращения: 21.02.2021).

22. Электровендинг // Информационно-аналитический сайт «КузПресс» [Электронный ресурс]. - URL: <http://kuzpress.ru/innovation/17-09-2019/70106.html> (дата обращения: 26.01.2021).

23. Dayekh S. et al. Cooperative geo-location in underground mines: A novel fingerprint positioning technique exploiting spatio-temporal diversity // Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2011 IEEE 22nd International Symposium on. – IEEE, 2011. – С. 1319-1324

24. DOD Instruction 4650.08. Positioning Navigation, and Timing (PNT) and Navigation Warfare (NAVWAR) December 27, 2018 https://fas.org/irp/doddir/dod/i4650_08.pdf

25. Dominic Hayes, European Commission GALILEO Programme UP!-date . Доклад на 13-м заседании Ме-ждународного комитета по ГНСС, Сиань, Китай, 5-9 ноября 2018 http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/meetings/icg-13/icg-annual-meeting-2018_-presentations.html

26. Ferreira G. An implementation of ultrasonic time-of-flight based localization // 2nd International Conference on Wireless Communication in Underground and Confined Areas. – 2008.

27. Galov, A. S., Moschevikin, A. P., Voronov, R. Combination of RSS localization and ToF ranging for increasing positioning accuracy indoors // 11th International Conference on ITS Telecommunications ITST-2011, pp. 299-304.

28. Galov, A., Moschevikin, A. Bayesian filters for ToF and RSS measurements for indoor positioning of a mobile object // Proceedings of the International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN-2013), Montbeliard, France, October 28-31, 2013, pp. 310-317.

29. Google Play // Play Market [Электронный ресурс]. - URL: <https://play.google.com/store/search?q=%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0&c=apps&hl=ru> (дата обращения: 27.01.2021).

30. Hawkins W., Daku B. L. F., Prugger A. F. Vehicle localization in underground mines using a particle filter // Electrical and Computer Engineering, 2005. Canadian Conference on. – IEEE, 2005. – С. 2159-2162.

31. Hawkins W., Daku B. L. F., Prugger A. F. Vehicle localization in underground mines using a particle filter // Electrical and Computer Engineering, 2005. Canadian Conference on. – IEEE, 2005. – С. 2159-2162.

32. Ivan Revnivkykh, ROSCOSMOS, Russian Federation Global Navigation Satellite System (GLONASS) System Development and Use. Доклад на 13-м заседании Международного комитета по ГНСС, Сиань, Китай, 5-9 ноября 2018 http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/meetings/icg-13/icg-annual-meeting-2018_-presentations.html

33. Jiaqing Ma, China Satellite Navigation Office (CSNO), China Update on the BeiDou Satellite Navigation System. Доклад на 13-м заседании Международного комитета по ГНСС, Сиань, Китай, 5-9 ноября 2018.

34. Ken Alexander, National PNT Engineering Forum presented on behalf of Harold MARTIN, National Coordination Office), United States of America Global Positioning System (GPS) Programme and Policy. Доклад на 13-м заседании Международного комитета по ГНСС, Сиань, Китай, 5-9 ноября 2018

35. Moschevikin A., Galov A., Soloviev A., Mikov A., Volkov A., Reginya S.. RealTrac technology overview // EvAAL 2013, Communications in Computer and Information Science series CCIS. – 2013. – Т. 386 – С. 60-71.

36. Pei Z. et al. Anchor-free localization method for mobile targets in coal mine wireless sensor networks // Sensors. – 2009. – Т. 9. – №. 4. – С. 2836-2850.

37. Savic V., Wymeersch H., Larsson E. G. Simultaneous sensor localization and target tracking in mine tunnels // Information Fusion (FUSION), 2013 16th International Conference on. – IEEE, 2013. – С. 1427-1433.

38. Sergey Revnivykh, Joint-Stock Company «Academician M.F. Reshetnev» Information Satellite Systems» GLONASS Status and Evolution. Доклад на 12-й Ежегодной Башкской Конференции по ГНСС, Башка, Хорватия, 7 мая 2018

39. Widmann D. et al. Characterization of in-tunnel distance measurements for vehicle localization // Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2013 IEEE. – IEEE, 2013. – С. 2311-2316.