



Научная статья

УДК 528.486

doi: 10.55186/25876740_2024_67_6_659

АНАЛИЗ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ «ПОРТ СЕВЕР. БАЗА ГСМ»)

С.С. Рацен¹, Н.В. Литвиненко¹, Е.Ю. Конушина¹, Т.Н. Рацен²¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия²Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Актуальность исследований заключается в том, что проблема освоения северных регионов является на сегодня одним из значимых и государственно важных направлений стратегии развития Российской Федерации. В статье приведены результаты исследований освоения северных территорий, которые являются важной основой политики нашего государства в области использования Арктической зоны в качестве стратегической ресурсной базы, обеспечивающей решение задач социально-экономического развития страны. В качестве объекта исследования выступает земельный участок «Порт бухта Север. База ГСМ». В ходе исследования применялись методы: метод инструментальных измерений, метод визуального осмотра, метод анализа и проверки предоставленных полевых материалов. В завершении исследований сделан вывод, что полученный в результате обработки топографический материал может быть использован для проектирования. Рекомендуется при производстве последующих инженерно-геодезических работ использовать созданную опорную геодезическую сеть, а также созданные инженерно-топографические планы, при условии их актуализации и обновления. Полевые работы на изыскиваемом объекте выполнялись в августе 2019 года.

Ключевые слова: проектирование, строительство, изыскания, трасса, многолетнемерзлые грунты, опорные геодезические сети, изыскания

Original article

ANALYSIS OF ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS IN CONDITIONS OF PERMAFROST DISTRIBUTION (USING THE EXAMPLE OF «PORT SEVER. FUEL AND LUBRICANTS BASE»)

S.S. Ratsen¹, N.V. Litvinenko¹, E.Yu. Konushina¹, T.N. Ratsen²¹Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia²University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. The relevance of the research lies in the fact that the problem of developing the northern regions is today one of the significant and nationally important areas of the development strategy of the Russian Federation. The article presents the results of research into the development of the northern territories, which are an important basis for our state's policy in the field of using the Arctic zone as a strategic resource base that provides solutions to the problems of the country's socio-economic development. The object of study is the land plot «Port North. Fuel and lubricants base». During the study, the following methods were used: the method of instrumental measurements, the method of visual inspection, the method of analysis and verification of the provided field materials. At the end of the research, it was concluded that the topographic material obtained as a result of processing can be used for design. It is recommended that when carrying out subsequent engineering and geodetic work, use the created geodetic reference network, as well as the created engineering and topographic plans, subject to their actualization and updating. Field work at the target site was carried out in August 2019.

Keywords: design, construction, surveys, route, permafrost soils, geodetic support networks, surveys

Введение. Из-за большой удалённости и слабо развитой инфраструктуры Таймыр по настоящее время остаётся наименее изученным регионом России в геологическом отношении [1]. Долгое время суровый климат и вечная мерзлота препятствовали освоению северных территорий. Деградация вечной мерзлоты отнесена к опасным геокриологическим процессам, которые становятся источником чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [2]. Особенно актуален комплексный подход к инженерным изысканиям на территории Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера, характеризующихся огромной территорией, не простыми природно-климатическими и инженерно-геологическими условиями. Для изысканий на территории Таймырского автономного округа важен региональный подход и обеспечение всех видов изысканий достоверной, хорошо выверенной нормативной и технической документацией. Комплексный подход к инженерным

изысканиям предполагает объединение организаций и специалистов различного профиля с целью повышения качества и снижения стоимости работ [3, 4]. Проведение геодезических изысканий является обязательным условием для разработки предпроектной документации [5-7]. Существуют актуальные проблемы, которые возникают при проектировании и анализе результатов геодезических наблюдений [8].

Актуальность и цель исследований заключается в том, что проблема освоения северных регионов является на сегодня одним из значимых и государственно важных направлений стратегии развития Российской Федерации.

В качестве объекта исследования выступает земельный участок «Порт бухта Север. База ГСМ».

Цель и задачи проведения инженерно-геодезических изысканий — выполнение комплекса работ в соответствии с требованиями действующего законодательства, нормативных документов, технических регламентов и сводов

правил, в объеме, отвечающим целям и задачам проектирования указанного объекта, а также с учетом ранее выполненных изысканий.

К задачам инженерно-геодезических изысканий относятся: получение топографо-геодезических материалов и сведений о ситуации и рельефе местности, существующих зданиях и сооружениях, элементах планировки, необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий территории строительства и обоснования проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

Рассмотрим особенности выполнения инженерно-геодезических изысканий на примере земельного участка, расположенного в Таймырском Долгано-Ненецком районе Красноярского края «Порт бухта Север. База ГСМ» [7-11].

В ходе исследования применялись *методы*: метод инструментальных измерений, метод визуального осмотра, метод анализа и проверки предоставленных полевых материалов.

Камеральная обработка инженерных материалов выполнена в два этапа:

- предварительная обработка;
- окончательная обработка полевых материалов.

Все работы выполнены в соответствии с заданием на выполнение инженерных изысканий, СП 47.13330.2016, СП 11-104-97 Часть I и II, СП 11-105-97 Часть I и IV, требованиями ГОСТов.

Участок изысканий в административном отношении находится в Таймырском Долгано-Ненецком районе Красноярского края. Территория изысканий относится к неосвоенной.

По условиям комфортности, территория, в которую входит объект изысканий, относится к зоне Крайнего Севера, в соответствии со схематической картой районирования северной строительно-климатической зоны относится к суровым условиям. Ближайшие населенные пункты относительно площадки «Порт бухта Север. База ГСМ» — п.г.т. Диксон находится в 37,8 км севернее, с. Воронцово — в 193,4 км юго-восточнее, с. Караул — в 357,7 км юго-восточнее. Обзорная схема приведена на рис. 1.

Изыскиваемая территория характеризуется арктическим типом климата: лето короткое и холодное, продолжительная и суровая зима. Вблизи полярного круга наибольшая повторяемость циклонической деятельности наблюдается преимущественно осенью и в начале зимы, что обуславливает повышенные осадки, сумма которых местами достигает в октябре максимальной годовой величины. В табл. 1 приведены данные температуры воздуха по месяцам.

На рис. 2 представлена роза ветров (м/с) за 2019 год.

Согласно климатическому районированию исследуемый участок расположен в:

- зоне 1Г, по карте климатического районирования для строительства;
- зоне с суровыми условиями, согласно карте районирования северной строительно-климатической зоны.

В гидрологическом отношении участок изысканий расположен в западной части Таймырского гидрологического района. Данный район расположен в тундровой зоне. Гидрографически изыскиваемые водотоки относятся к бассейну бухты Ефремова Енисейского залива Карского моря. Густота речной сети составляет 0,6-0,7 км/км².

Реки территории преимущественно имеют неясно выраженные долины, они имеют спокойное течение, берега бывают заболоченными. Лишь в местах выхода коренных пород в руслах тундровых рек появляются перекаты и пороги, течение становится быстрым.

По схеме районирования болот изучаемая территория относится к району распространения арктических тундровых болот. Особенности климата обуславливают развитие болотообразовательного процесса тундрового типа. Наиболее распространены болота низинного типа с невысокой кислотностью среды и значительной минерализацией.

Растительный покров составляют гипновые и сфагновые мхи, лишайники, осока, пушица и другие травы. Болота занимают долины рек, плоские равнины и депрессии на водоразделах.

Заболоченность отдельных бассейнов достигает местами 1%. Трассы проектируемых автодорог пересекают плоскостные стоки. Площадка проектируемого объекта находится на значительном плановом и высотном удалении от водных объектов.

В орографическом отношении район изысканий расположен в Северо-Таймырской арктическо-полупустынной низменности, которая занимает узкую полосу вдоль северной окраины Таймырского полуострова. Она сложена морскими четвертичными отложениями, среди которых местами выходят на дневную поверхность коренные породы. Они нередко поднимаются над поверхностью низменности на 50-100 м.

Рельеф равнинный, нарушаемый невысокими (абсолютная высота до 200-240 м) увалами и холмистыми грядами северо-восточного простирания, между ними в многочисленных впадинах и понижениях располагаются озера и озёрки.

Согласно геоэкологическому районированию, исследуемая территория находится в зоне совместного распространения многолетне- и сезонномерзлых пород. Глубина слоя сезонного протаивания колеблется от 20-30 см под моховым покровом на оторфованных участках с суглинистым слоем на поверхности до 1,5-1,8 м на открытых участках, сложенных малольдистыми песчаными породами. В галечниках на косах и бечевнике слой сезонного протаивания может достигать 2,5 м. Оттаивание на большей части территории начинается в июне, промерзание — в конце сентября — октябре.

Район изысканий характеризуется распространением приантлантической тундровой растительности. Местами встречается бореальная растительность. Леса отсутствуют либо представляют собой низкопродуктивные лиственные редколесья в окружении тундровой растительности. В нижних ярусах произрастают кустарнички. В наземном покрове господствуют мхи и лишайники.

В соответствии с почвенно-географическим районированием России, исследуемая территория относится к северной части Северо-Сибирской провинции глееземов тундровых, торфянистых и торфяных, подбуров тундровых, пойменных заболоченных, почв тундровых пятен, глееземов тундровых гумусных, подбуров светлых тундровых, арктических почв. Почвенный покров характеризуется широким распространением криозёмов, а также почв болот и речных пойм, встречаются элювиально-глеевые и позолистые почвы. Особенности почв провинции являются хорошая разложённость органического вещества, отсутствие или незначительная выраженность дифференциации минеральной части профиля по элювиально-иллювиальному типу, а также максимальное оглеение в надмерзлотных горизонтах.

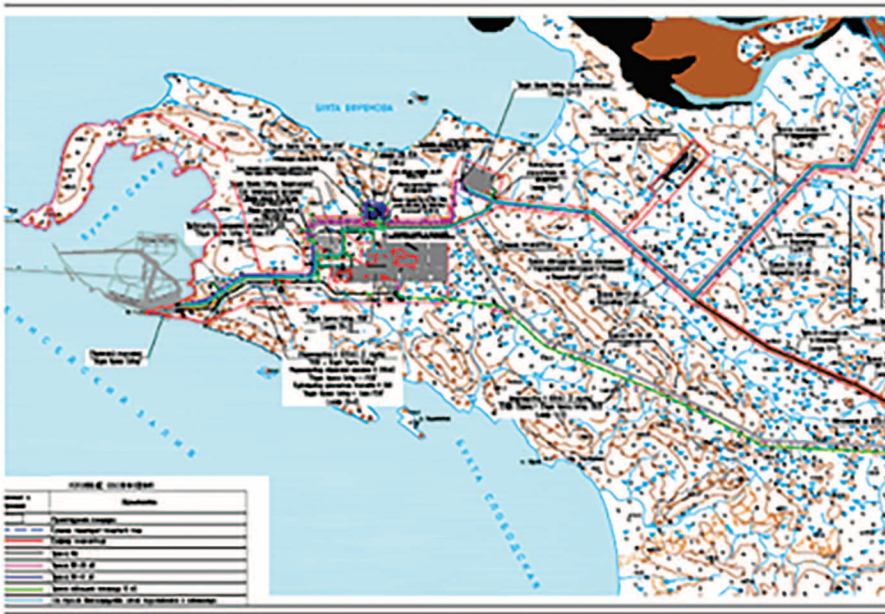


Рисунок 1. Обзорная карта объекта исследования. Порт бухта Север. База ГСМ
Figure 1. Overview map of the study site. Port North. Fuel and lubricants base

Таблица 1. Характеристики температуры воздуха, °С, м/с (2019 г.)
Table 1. Characteristics of air temperature, °C, m/s (2019)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
средняя	-24,6	-24,9	-21,9	-16,3	-7,4	0,7	5,2	5,2	1,9	-7,1	-17,2	-22,3	-10,7
абс. максимум	-0,3	-0,6	0,0	3,6	9,0	20,7	23,7	22,1	18,2	8,2	0,3	-1,0	23,7
абс. минимум	-44,6	-48,1	-45,3	-36,9	-28,0	-12,6	-3,3	-3,4	-11,0	-31,3	-37,9	-46,6	-48,1

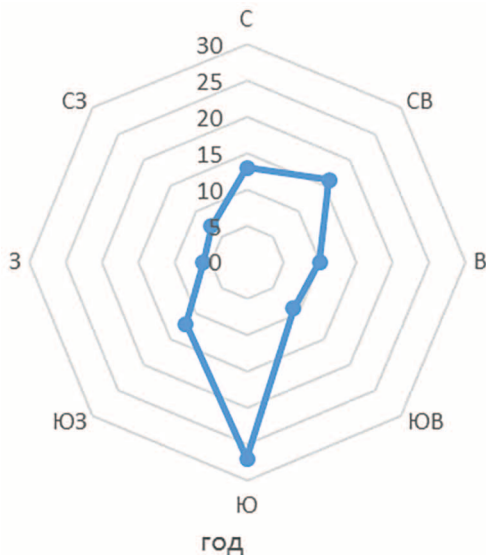


Рисунок 2. Роза ветров (м/с), Диксон (2019 г.)
Figure 2. Wind rose (m/s), Dixon (2019)

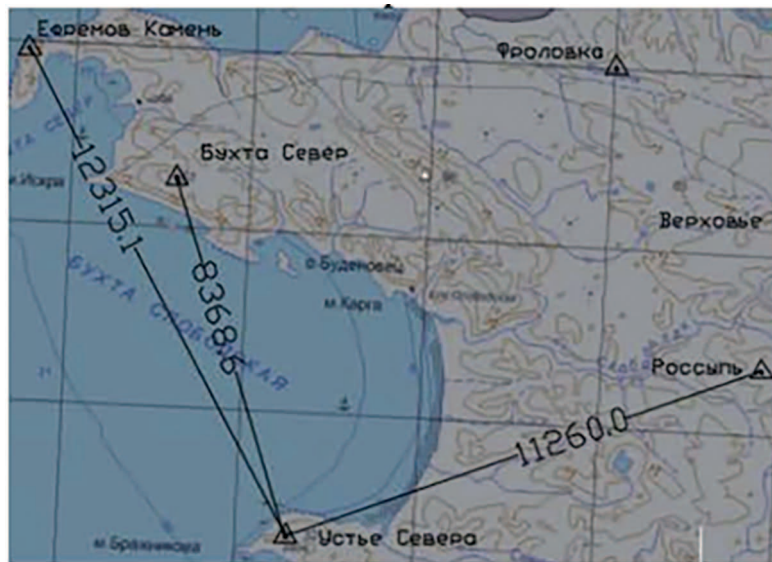


Рисунок 3. Схема геодезических построений
Figure 3. Scheme of geodetic constructions

В почвенном покрове тундры наибольшие площади занимают тундровые и болотные почвы. Широкое распространение болотных почв обусловлено низкой энергообеспеченностью территории, преобладанием осадков над испарением, слабой расчлененностью рельефа, плохим дренажем. В условиях избытка водозастойной влаги возникает сильное оглеение минеральной толщи, что способствует также достаточно активному процессу торфонакопления.

По зональному районированию исследуемая территория приурочена к тундровой геоботанической зоне представленной растительностью типичной тундры и покрыта моховой, лишайниковой и кустарниковой растительностью в понижениях. Для данной зоны характерны тундровые типичные и оподзоленные почвы.

Техногенные условия рассматриваемой территории обусловлены хозяйственным освоением территории. Исследуемая местность в момент проведения инженерных изысканий испытывает минимальную антропогенную нагрузку, степень воздействия человека и его деятельности на природу не значительна.

Площадка «Порт бухта Север. База ГСМ» расположена на территории Российской Федерации, Красноярского края, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района на побережье р. Енисей в районе бухты Север.

Наиболее крупным водотоком в районе изысканий является: р. Ефремова. На расстоянии 250 м к северу от площадки ГСМ протекает ручей б/н, впадающий в бухту Север Енисейского залива Карского моря.

Рельеф не однородный с уклоном на юго-запад, абсолютные отметки рельефа колеблются в пределах от 32,38 м до 40,93 м. Угол наклона поверхности составляет 2,9°, рельеф всхолмленный согласно п.2.8.1 ГКИНП-02-033-82.

Территория площадки свободна от застроек. Изыскиваемая территория площадки покрыта тундрой моховой и влаголюбивой растительностью.

Площадка для складирования снега расположена на территории Красноярского края, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального

района на побережье р. Енисей в районе бухты Север с восточной стороны граничит с площадкой База ГСМ. В соответствии с общим сейсмическим районированием территории РФ ОСР-2015 (СП 14.13330.2014) участок работ отнесен к районам расчетно-сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 по карте А (10%) и В (5%) — 5 баллов, по карте С (1%) — 5 баллов. По условиям увлажнения и мерзлотно-грунтовым особенностям (СП 34.13330.2012) район изысканий относится ко 2-му типу местности.

Согласно данным ФГБУ «Северное УГМС», в районе изысканий наблюдаются следующие опасные метеорологические явления: сильное гололедно-изморозевое отложение, очень сильный ветер, сильный мороз, сильный туман, сильная метель.

Согласно СП 20.13330.2016 район изысканий относится к:

- IV району по весу снегового покрова, нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли составляет 2,0 кПа;
- на границе VI и VII районов по ветровому давлению, нормативные значения по которым составляют 0,73 и 0,85 кПа, рекомендуемые значения принять как наиболее суровые относительно VII района с нормативными значениями 0,85 кПа;
- III району по толщине стенки гололеда, толщина стенки гололеда (превышаемая раз в 5 лет), на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли составляет 10 мм.
- Согласно ПУЭ район изысканий расположен:
 - на границе V и VI районов по ветровому давлению; в связи с этим нормативное давление ветра W₀, соответствующее 10-минутному интервалу осреднения скорости ветра (v₀=45 м/с) на высоте 10 м над поверхностью земли для VI района составляет 1250 Па (наихудшие условия);
 - на границе III и IV районов по максимальной толщине стенки гололеда, в связи с этим максимальная толщина стенки отложения

гололеда цилиндрической формы при плотности 0,9 г/см³ на проводе диаметром 10 мм, расположенном на высоте 10 м над поверхностью земли, повторяемостью 1 раз в 25 лет принята для IV района и составляет 25 мм (наихудшие условия).

Район изысканий достаточно обеспечен пунктами государственной геодезической сети 2, 3 класса предприятий «Роскартографии». Плано-высотная съемочная геодезическая сеть (рисунок 3) построена от пунктов ГГС: Бухта Север (Зкл.), Верховье Слободской (2 кл.), Россыпь (Зкл.), Устье Ефремовой (Зкл.), Фроловка (Зкл.), Устье Севера (3 кл.), Ефремов камень (2 кл.).

Для установления сохранности геодезических знаков и возможности использования их при производстве работ, выполнено обследование пунктов государственной геодезической сети и государственной нивелирной сети. В результате обследования утраченных пунктов не обнаружено, используемые пункты в удовлетворительном состоянии и пригодны для использования. Местоположение пунктов отражены на картограмме топографо-геодезической изученности.

Инженерно-геодезические изыскания выполняются в порядке, установленном действующими законодательными и нормативными актами РФ в соответствии с требованиями основных нормативных документов: СП 47.13330.2012, СП 47.13330.2016, СП 11-104-97, ГКИНП-02-033-82, ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, ВСН 30-81, ВСН 208-89.

При производстве работ соблюдаются требования нормативно-технических документов Федеральной службы геодезии и картографии России, регламентирующие геодезическую и картографическую деятельность в соответствии с Федеральным законом «О геодезии и картографии».

В процессе выполнения инженерно-геодезических изысканий отступлений от программы инженерных изысканий, в части методики и технологии работ, не производилось.

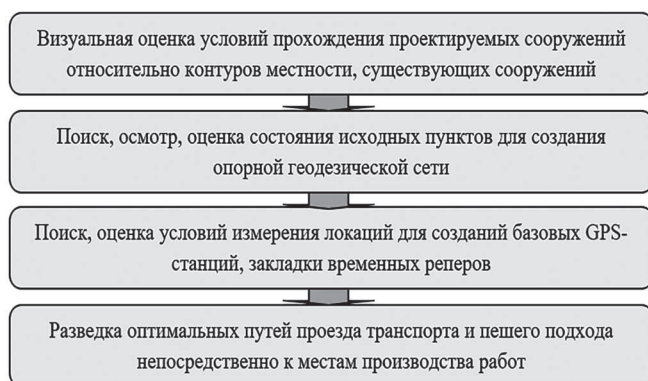
Проверки приборов, используемых для производства инженерно-геодезических изысканий, представлены в табл. 2.



Таблица 2. Используемые приборы и инструменты
 Table 2. Devices and tools used

№ п/п	Наименование прибора	Тип прибора	№ приборов	Область применения
1.	GPS/ГЛОНАСС-приемник спутниковый геодезический двухчастотный	Trimble R7	5142K22577	Создание планово-высотного обоснования, топографическая съемка
2.	GPS/ГЛОНАСС-приемник спутниковый геодезический двухчастотный	Trimble R8s	5628R07163	Создание планово-высотного обоснования, топографическая съемка
3.	GPS/ГЛОНАСС-приемник спутниковый геодезический двухчастотный	Trimble R8s	5731R02302	Создание планово-высотного обоснования, топографическая съемка
4.	Фотоаппарат	Nikon, Canon	-	Фотографирование реперов, скважин и ситуации местности

Перед началом работ производится рекогносцировочное обследование, целями которого является:



Рекогносцировочная информация фиксировалась путем зарисовки абрисов, фотографированием, навигационным координированием ключевых точек и линий. Выполнены работы по обследованию пунктов ГТС, координаты и высоты которых получены в установленном порядке в Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Красноярскому краю.

Построение опорной геодезической сети выполняется в соответствии с требованиями инструкции ГКНИП (ОНТА) — 02-262-02 методом построения сети в виде треугольников. Все линии (базисы) сети определены независимо друг от друга, включая линии, опирающиеся на пункты геодезической основы (рис. 4).

При этом каждый репер сети определен не менее чем от 3 исходных пунктов. Обязательным условием было получение замкнутых полигонов.

Определение планово-высотного положения реперов выполнены от пунктов Государственной геодезической сети спутниковыми двухчастотными ГЛОНАСС/GPS приборами в режиме «СТАТИКА» в соответствии с инструкцией ГКНИП (ОНТА) — 02-262-02, обеспечивающей точность сети не ниже Точность измерений в режиме статика оставляет: в плане 3мм + 0.5 мм/км, по высоте 5мм + 0,5 мм/км.

Измерения проводились в наиболее благоприятный для наблюдения период времени.

Полевые измерения выполняются спутниковыми двухчастотными приёмниками (GPS/Глонасс), марки «Trimble». Все приборы прошли метрологические исследования.

Технология GPS наблюдений сводилась к следующему:

- приемники устанавливались над пунктами по оптическим центрам;
 - высота антенны измерялась с точностью до 1 мм;
 - работы проводились только в благоприятный период расположения спутников, т.е. при PDOP (позиционный фактор) не превышающего 5,0.
- Время наблюдений определялось в зависимости от условий наблюдений.

Параметры измерения векторов:

- интервал записи измерений — 5 сек.;
 - угол отсечки спутников — 15 градусов.
- Интервал синхронных измерений проектных векторов в сеансе составлял не менее 1 часа. Значение интервала регистрации было принято одинаковым для всех приёмников, используемых в сеансе. Измерение высоты антенны над центром производилось с помощью специальной

металлической рулетки с точностью 1 мм. Измерения выполнены с использованием всех частот в системах GPS и ГЛОНАСС.

Данные полевых измерений из приемников переписываются в персональный компьютер. Дальнейшая обработка результатов измерений выполняется в лицензионном программном модуле LEICA LGO GNSS. При постобработке первоначально вычисляется и уравнивается каждый вектор отдельно от других измерений в проекте. Затем, формируется пространственно-свободная сеть, без фиксирования координат исходных пунктов. Результаты обработки на этом этапе сохраняются, после чего, на следующем этапе исходные пункты сети фиксируются координатами из каталога и проводится анализ качества исходных пунктов, по результатам которого принимается решение: использовать пункт в качестве исходного, понизить вес измерений с пункта или отбраковать пункт.

После этого этапа был получен GPS-проект, готовый для расчета результатов регулярных измерений с исходных пунктов. При уравнивании была использована модель геоида EGM-2008.

После уравнивания результатов GPS-измерений в опорной геодезической сети по методу наименьших квадратов была произведена оценка точности созданной геодезической основы. Оценка точности определения планового положения пунктов созданной геодезической основы выполнена по средним квадратическим погрешностям (СКП) (п.5.1.1 СП 317.1325800.2017).

Для высотной опорной геодезической сети оценка точности выполнена по СКП высот пунктов созданной сети относительно исходных пунктов (п.5.1.6 СП 317.1325800.2017).

При построении плановой опорной геодезической сети значения СКП взаимного положения смежных пунктов в плане не превышают 40 мм, что соответствует погрешностям плановой опорной сети 2 разряда (т.5.1 п.5.1.1 СП 317.1325800.2017). СКП определения высотных отметок пунктов нивелирной сети относительно исходных пунктов в самом слабом месте не превосходят 30 мм, что соответствует высотной сети, построенной с точностью нивелирования IV класса (т.5.3 п.5.1.6 СП 317.1325800.2017).

Итого на объекте заложено 2 пункта опорной геодезической сети (репер) долговременного закрепления, представляющие собой грунтовые репера тип 150 оп. знак модифицированный (рис. 5).

Внешний вид, конструктивные элементы и установка реперов выполняются в соответствии с требованиями ВСН 30-81.

Дополнительно использованы грунтовые репера, установленные по объекту «Порт бухта Север. Приемо-сдаточный пункт»: Гр. Рп. 0492, Гр. Рп. 0371, Гр. Рп. 0397, Гр. Рп. 0479.

Все грунтовые репера вошли в создаваемую опорную геодезическую сеть, как равнозначные и независимые друг от друга геодезические знаки, совмещая в каждом знаке центр плановой сети с точностью полигонометрии 2 разряда и репер нивелирной сети с точностью нивелирования IV класса.

Заложенные репера установлены на территориях не подвергающихся необратимым деформациям грунтов, затоплению, за пределами границ работ. Выбранные места обеспечат сохранность реперов в период строительства объекта и в период его эксплуатации.

Топографическая съемка местности при инженерно-геодезических изысканиях выполняется согласно требованиям инструкции по топографическим съемкам (ГКИНП-02-033-82) и инструкции по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (ГКИНП (ОНТА)-02-262-02) [12-21].



Рисунок 4. Реперы плано-высотного обоснования
Figure 4. Benchmarks of plan-height justification

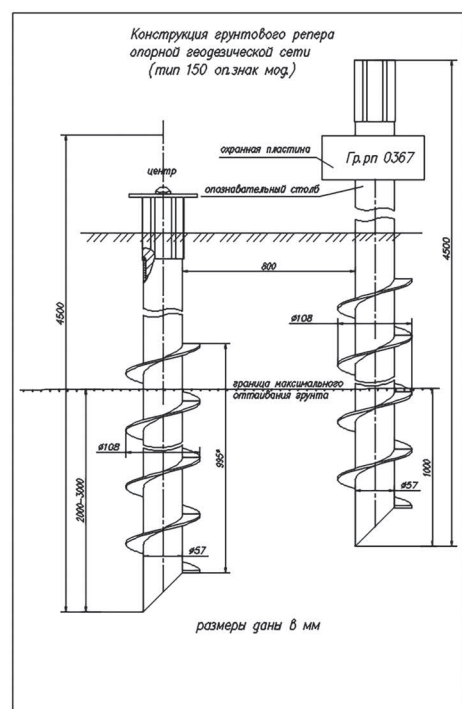


Рисунок 5. Конструкция грунтового репера
Figure 5. Construction of a ground benchmark

При производстве топографических съемок составлялся абрис, в котором указывались пикеты с номерами, ситуация, структурные линии рельефа местности, направления скатов, контура, строения, тип растительности, а также необходимая информация при съемке четких контуров, пункты ОГС.

В процессе производства топографических съемок выявлено, что в границах выполненных инженерно-геодезических изысканий существующие подземные и надземные инженерные коммуникации отсутствуют, а также сеть автомобильных дорог не развита.

На топографических планах показана информация, которая дополнительно предоставлена в ведомостях:

- пересекаемых угодий;
- пересечений с автомобильными дорогами;
- пересечений надземными коммуникациями.

Вычислительная обработка результатов топографической съемки выполняется на персональном компьютере в программном модуле LEICA LGO GNSS. Окончательная обработка топографических планов выполняется в программе AutoCAD.

Заключение. Изучив результаты инженерно-геодезических изысканий можно сделать вывод о том, что выполненная топографическая съемка по объекту «Порт бухта Север. База ГСМ» по основным техническим показателям удовлетворяет требованиям действующих нормативных документов и инструкций, и несет полную информацию о современном состоянии местности и рельефа. В процессе выполнения топографической съемки отступлений от программы инженерных изысканий, в части методики и технологии работ, не производилось. Рекомендуется при производстве после-

дующих инженерно-геодезических работ использовать созданную опорную геодезическую сеть, а также созданные инженерно-топографические планы, при условии их актуализации и обновления.

Список источников

1. Адиев Р.Я., Балдин В.А., Мунасыпов Н.З. Нефть и газ севера Красноярского края: проблемы освоения, перспективы развития // Геофизика. 2012. № 4. С. 4-12.
2. Кудрявцев С.А., Кажарский А.В., Фалеева Е.В. [и др.] Геотехнический мониторинг несущей способности фундаментов транспортных сооружений при деградации многолетнемерзлого основания // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2020. № 4(25). С. 90-95.
3. Конушина Е.Ю. Особенности проведения инженерно-геодезических изысканий в условиях распространения многолетнемерзлых пород (на примере полуострова Таймыр) // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8, № 10. DOI§ 10.55186/2413046X_2023_8_10_530.
4. Каширский В.И., Дмитриев С.В. Специфика инженерно-геологических изысканий на объектах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации: материалы докладов четырнадцатой Общероссийской научно-практической конференции и выставки изыскательских организаций, Москва, 11-14 декабря 2018 года. Москва: ООО «Геомаркетинг», 2018. С. 57-64.
5. Филатов В.К., Рацен С.С. Особенности производства геодезических работ при выполнении изысканий под линейные объекты // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 27 февраля 2023 года. Том Часть 5. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 288-293.
6. Филатов В.К. Инженерно-геодезические изыскания под автомобильную дорогу на территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: Сборник трудов LVII Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 30 ноября 2022 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 270-283.
7. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территории: Учебное пособие. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. 149 с. ISBN 978-5-98346-146-8.
8. Кузьмин Ю.О. Актуальные вопросы использования геодезических измерений при геодинамическом мониторинге объектов нефтегазового комплекса // Вестник СГУГиТ. Том 25. № 1. 2020. С. 43-54.
9. Пельимская А.А., Конушина Е.Ю. Инженерные изыскания линейных сооружений в условиях залегания многолетнемерзлых пород (на примере автомобильной дороги на базу ГСМ, бухта Север) // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14-18 марта 2022 года. Том Часть 2. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 684-696.
10. Пельимская А.А., Конушина Е.Ю. Особенности проведения инженерно-геодезических изысканий в условиях залегания многолетнемерзлых пород // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 12 октября 2021 года. Том Часть 1. Тюмень. 2021. С. 594-601.
11. Уваров А.И., Ефименко А.И. Комплекс геодезических изысканий под строительство кустовой площадки в условиях Крайнего Севера // Каталог выпускных квалификационных работ ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»: сборник материалов по итогам учебной, научно исследовательской и практической деятельности. Омск. С. 983-986.
12. Тельманов А.С., Симакова Т.В., Симаков А.В. Определение координат характерных точек границ земельного участка методом спутниковых геодезических измерений (определений) // Достижения молодежной науки для





агропромышленного комплекса: Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14-18 марта 2022 года. Часть 2. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 776-785.

13. Уторова А.А., Гура Д.А., Акоюн Г.Т., Шевелева А.В. Мобильное лазерное сканирование для инженерно-геодезических изысканий при реконструкции или проектировании автомобильных дорог // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2019. № 2. С. 324-326.

14. Leick A. GPS Satellite Surveying. 3rd Edition. John Wiley and Sons, Inc. 2004.

15. Мадиев А.Г., Пронина Л.А. Инженерно-геодезические изыскания, выполненные для проектирования и строительства автомобильной дороги // Академический журнал Западной Сибири. 2019. Т. 15, № 3(80). С. 16.

16. Купреева Е.Н., Колевинская В.П., Морозова А.А. Инженерно-геодезические изыскания и методы геодезического съемки с применением GNSS-технологий // Академический журнал Западной Сибири. 2019. Т. 15, № 1(78). С. 4-7.

17. Кузнецов А.О. Опыт применения спутниковой геодезической аппаратуры при проведении инженерно-геодезических изысканий на участке федеральной автомобильной дороги // Инновационная наука. 2017. № 10. С. 101.

18. Костылев В.А., Шумейко В.В., Нестеренко И.В., Поваляхина М.А. Основные аспекты совершенствования инженерно-геодезических изысканий в современных условиях // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. 2021. № 1. С. 22-25.

19. Залуцкий З.В. Анализ требований к точности инженерно-топографических планов при проведении инженерно-геодезических изысканий // Инженерные изыскания. 2021. Т. 15, № 5-6. С. 34-41. DOI: 10.25296/1997-8650-2021-15-5-6-34-41.

20. Роот Ю.С., Литвиненко Н.В., Солошенко А.И. Изучение воздействия антропогенных факторов на окружающую среду // Современное образование: проблемы, решения, тенденции развития: Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 23 ноября 2023 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства Новая Наука, 2023. С. 168-172.

21. Spectral characteristics of humic and hylatomelanin acids in lake peats of the right bank of the Ob river (Western Siberia) / O.A. Gurova, T.Y. Somikova, A.A. Novikov [et al.] // Plant Archives. 2020. Vol. 20, № 1. P. 2847-2850.

References

1. Adiev R.Ya., Baldin, V.A. & Munasyrov, N.Z. (2012). *Neft' i gaz severa Krasnoyarskogo kraja: problemy osvoeniya, perspektivy razvitiya* [Oil and gas in the north of the Krasnoyarsk Territory: problems of development, development prospects]. Geophysics, no. 4, pp. 4-12.

2. Kudryavtsev S.A., Kazharsky A.V. & Faleeva E.V. [and others] (2020). *Geotekhnicheskij monitoring nesushchej sposobnosti fundamentov transportnyh sooruzhenij pri degradacii mnogoletnemerzlogo osnovaniya* [Geotechnical monitoring

of the bearing capacity of foundations of transport structures during degradation of permafrost]. Transport of the Asia-Pacific Region, no. 4 (25), pp. 90-95.

3. Konushina E.Yu. (2023). *Osobennosti provedeniya inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniy v usloviyah rasprostreneniya mnogoletnemerzlykh porod (na primere poluostrova Tajmyr)* [Features of carrying out engineering and geodetic surveys in the conditions of the spread of permafrost (on the example of the Taimyr Peninsula)]. Moscow Economic Journal, vol. 8, no. 10. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_10_530.

4. Kashirsky V.I. & Dmitriev S.V. (2018). Specifics of engineering-geological surveys at sites in Siberia, the Far East and the Far North. In *Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossijskoj Federacii: materialy dokladov chetyrnadcatoy Obscherosijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii i vystavki izyskatejskikh organizacij, Moskva, 11-14 dekabrya 2018 goda* [Prospects for the development of engineering surveys in construction in the Russian Federation: materials of reports of the fourteenth All-Russian scientific and practical conference and exhibition of survey organizations], pp. 57-64, Moscow, Geomarketing LLC Publ.

5. Filatov V.K. & Ratsen S.S. (2023). Features of geodetic work when performing surveys for linear objects. In *Achievements of youth science for the agro-industrial complex: Collection of proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, Tyumen, February 27 — 03, 2023*. Vol. 5, Tyumen, pp. 288-293.

6. Filatov V.K. (2022). Engineering and geodetic surveys for a highway on the territory of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. In *Advances of youth science in the agro-industrial complex: Collection of proceedings of the LVII Student Scientific and Practical Conference, Tyumen, November 30, 2022*, pp. 270-283.

7. Photogrammetry and remote sensing of the territory (2023). Tyumen, 149 p. ISBN 978-5-98346-146-8.

8. Kuzmin Yu.O. (2020). Topical issues of using geodetic measurements in geodynamic monitoring of oil and gas complex objects. *Vestnik SGUGiT*, vol. 25, no. 1, pp. 43-54.

9. Pelymskaya A.A. & Konushina E.Yu. (2022). Engineering surveys of linear structures in permafrost conditions (using the example of the highway to the fuel and lubricants base, North Bay). In *Achievements of youth science for the agro-industrial complex. Collection of materials of the LVI scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, Tyumen, March 14-18 2022*. Vol. 2, pp. 684-696.

10. Pelymskaya A.A. & Konushina E.Yu. (2021). Features of conducting engineering and geodetic surveys in conditions of permafrost. In *Collection of proceedings of the LVI Student Scientific and Practical Conference «Advances of Youth Science in the Agro-Industrial Complex», Tyumen, October 12, 2021*. Vol. 1, pp. 594-601.

11. Uvarov A.I. & Efimenko A.I. Complex of geodetic surveys for the construction of a well pad in the Far North. In *Catalog of final qualifying works of the Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin: a collection of materials based on the results of educational, research and practical activities*, pp. 983-986.

12. Telmanov A.S., Simakova T.V., & Simakov A.V. (2022). Determination of the coordinates of characteristic points of the boundaries of a land plot using the method of satellite geodetic measurements (definitions). In *Achievements of youth science for the agricultural complex: Collection of materials of the LVI scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, Tyumen, March 14-18, 2022*. Vol. 2, pp. 776-785.

13. Utorova A.A., Gur, D.A., Akopyan G.T., & Shevelev, A.V. (2019). *Mobil'noe lazernoe skanirovanie dlya inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniy pri rekonstrukcii ili proektirovani avtomobil'nykh dorog* [Mobile laser scanning for engineering and geodetic surveys during the reconstruction or design of highways]. Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin), no. 2, pp. 324-326.

14. Leick A. GPS Satellite Surveying. 3rd Edition. John Wiley and Sons, Inc. 2004.

15. Madiev A.G. & Pronina L.A. (2019). *Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya, vypolnennyye dlya proektirovaniya i stroitel'stva avtomobil'noj dorogi* [Engineering and geodetic surveys carried out during the design and construction of a highway]. Academic Journal of Western Siberia, vol. 15, no. 3(80), pp. 16.

16. Kupreeva E.N., Kolevinskaya V.P., & Morozova A.A. (2019). *Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya i metody geodezicheskikh s'emoк s primeneniem GNSS-tekhnologij* [Engineering geodetic surveys and methods of geodetic surveys using GNSS technologies]. Academic journal of Western Siberia, vol. 15, no. 1(78), pp. 4-7.

17. Kuznetsov A.O. (2017). *Opyt primeneniya sputnikovoj geodezicheskoy apparatury pri provedenii inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniy na uchastke federal'noj avtomobil'noj dorogi* [Experience in using satellite geodetic equipment when conducting engineering and geodetic surveys on a section of a federal highway]. Innovative science, no. 10, pp. 101.

18. Kostylev V.A., Shumeiko V.V., Nesterenko I.V., & Povalyukhina M.A. (2021). *Osnovnye aspekty sovershenstvovaniya inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniy v sovremennykh usloviyah* [Main aspects of improving engineering and geodetic surveys in modern conditions]. Nature management and environmental management of geolandsapes, no. 1, pp. 22-25.

19. Zalutsky Z.V. (2021). *Analiz trebovanij k tochnosti inzhenerno-topograficheskikh planov pri provedenii inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniy* [Analysis of requirements for the accuracy of engineering topographic plans during engineering geodetic surveys]. Engineering surveys, vol. 15, no. 5-6, pp. 34-41. DOI: 10.25296/1997-8650-2021-15-5-6-34-41.

20. Root Yu.S., Litvinenko N.V., & Soloshenko A.I. (2023). Study of the impact of anthropogenic factors on the environment. In *Modern education: problems, solutions, development trends: Collection of articles of the VIII International Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, November 23, 2023*. Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership «New Science», pp. 168-172.

21. Gurova O.A., Somikova T.Y., & Novikov A.A. et al. (2020). Spectral characteristics of humic and hylatomelanin acids in lake peats of the right bank of the Ob river (Western Siberia). *Plant Archives*, vol. 20, no. 1, pp. 2847-2850.

Информация об авторах:

Рацен Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0494-9323>, ratzench@edu.tsa.ru

Литвиненко Наталья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4684-1596>, litvinenkonv@gauz.ru

Конушина Елена Юрьевна, старший преподаватель кафедры землеустройства и кадастров, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-7511-826X>, konushina.eyu@gauz.ru

Рацен Татьяна Николаевна, кандидат филологических наук, доцент кафедры языковедения и литературоведения, Тюменский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6552-7503>, t.n.racen@utmn.ru

Information about the authors:

Sergey S. Ratzen, candidate of technical sciences, associate professor of the department of land management and cadastre, Northern Trans-Ural State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0494-9323>, ratzench@edu.tsa.ru

Natalya V. Litvinenko, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of land management and cadastre, Northern Trans-Ural State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4684-1596>, litvinenkonv@gauz.ru

Elena Yu. Konushina, senior lecturer of the department of land management and cadastre, Northern Trans-Ural State Agricultural University, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7511-826X>, konushina.eyu@gauz.ru

Tatyana N. Racen, candidate of philological sciences, associate professor of the department of linguistics and literary studies, University of Tyumen, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6552-7503>, t.n.racen@utmn.ru